



IDEIC
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL
DE LA CONSTRUCCIÓN

IDEIC XXXIV

JORNADAS DE INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

“SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO” 6, 7 Y 8 DE JULIO DE 2016

MEMORIAS

1era. revisión

SALA SEMINARIAL, PISO 1
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

idec Jornadas@gmail.com

<http://idec.fau.ucv.ve/wordpress>

 @investidec



AUTORIDADES

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. UCV

Cecilia García Arocha
Rectora

Bernardo Méndez
Vice-Rector Administrativo

Nicolás Bianco
Vice-Rector Académico

Amalio Belmonte
Secretario

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO. FAU

Gustavo Izaguirre
Decano (E)

Idalberto Águila
Coordinación de Estudios de Postgrado

Arianna Santacruz
Directora de la Escuela de Arquitectura Carlos
Raúl Villanueva

Luis Polito
Coordinador de Docencia

Geovanni Siem
Director del Instituto de Desarrollo
Experimental de la Construcción

Hernán Zamora
Coordinador de Investigación

Yelitza Mendoza
Directora del Instituto de Urbanismo

Ricardo Sanz
Coordinador de Extensión

Luis Felipe Zamora
Coordinador Administrativo

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN. IDEC

Geovanni Siem
Director

Argenis Lugo
Jefe del Departamento de Extensión

Beverly Hernández
Jefe del Departamento de Investigación

Lunia Betancourt
Jefe del Departamento de Asistencia
Administrativa

Luis Rosales
Jefe del Departamento de Docencia

Comité Organizador XXXIV Jornadas de Investigación IDEC 2016

Beverly Hernández (Coordinadora)
Georgina Ortiz
Argenis Lugo

Idalberto Águila
Ana Teresa Marrero
Adriana Paz
Rozana Bentos

© Ediciones FAU-UCV, 2016. Caracas - Venezuela

Depósito Legal: Ifi33820166001474

ISBN: 978-980-00-2832-2

Coordinación editorial:

Beverly Hernández

Producción editorial:

Ana Teresa Marrero

Michela Baldi

Argenis Lugo

Rozana Bentos

Diseño gráfico y diagramación

Rozana Bentos

Beverly Hernández

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

Planta Baja, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Caracas
1041-A. Venezuela.

Teléfonos (058-212) 6052046, Fax (058-212) 6052048

Correo electrónico: investidec@gmail.com Página web: <http://idec.fau.ucv.ve/wordpress/>

EDICIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Universidad Central de Venezuela, Av. Carlos Raúl Villanueva, Edif. Facultad de Arquitectura y
Urbanismo, Planta Baja, Los Chaguaramos, Caracas 1040. Apartado Postal 40362

Tel: +58 212 6051912 / 6051930

Correo electrónico: ediciones@fau.ucv.ve Página web:

Todos los derechos reservados prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio sin previa autorización de Ediciones Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

La información contenida en estas memorias está destinada únicamente a fines de académicos. Toda la información presentada en las ponencias ha sido proporcionada por cada uno de sus autores.

LISTADO DE ÁRBITROS

Alberto Lovera	José Grases
Alejandra González	Jeiny González
Alfredo Cilento	Luis Rosales
Ana T. Marrero	Ma. Elena Hobaica
Ángelo Marinilli	Ma. Eugenia Korody
Antonio Conti	Ma. Eugenia Sosa
Argenis Lugo	María Barreiro
Arnaldo Gutiérrez	Marina Fernández
Azier Calvo	Mary Ruth Jiménez
Beatriz Hernández	Melin Nava
Beatriz Meza	Mercedes Marrero
Benjamín Martín	Miguel A. Contreras
Beverly Hernández	Nancy Dembo
Carmen O. Machado	Nathalie Naranjo
Carolina Tovar	Newton Rauseo
Celia Herrera	Norberto Fernández
Ernesto Lorenzo	Pavelyn Márquez
Filia Suarez	Rebeca Velasco
Florinda Amaya	Reyes Báez
Francisco Pérez Gallego	Rosario Salazar
Guillermo Bonilla	Sigfrido Loges
Gustavo Izaguirre	Sonia Cedres de Bello
Idalberto Águila	Yelitza Mendoza
Iris Rosas	

TABLA DE CONTENIDO

Presentación	8
Área: DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN	9
Agregados para concreto provenientes de la trituración de residuos pétreos de demoliciones. caracterización físico – química.	10
Adherencia del acero de refuerzo con el concreto estructural al incorporar aceite residual como aditivo.	23
Vivienda social progresiva con tecnología SIEMA-VIV para viviendas de sustitución en terrenos con pendientes.	36
Tendencias en la construcción de viviendas con tecnologías industrializadas dentro del marco de la agenda sostenible.	49
Como controlar la calidad de la reparación de estructuras de concreto armado en la fase de ejecución... Guía Orientadora.	64
Patología de las edificaciones: Plan de mantenimiento de edificaciones de vivienda multifamiliar.	76
Evaluación de mezclas de concreto con sustitución parcial de la arena por desechos de caucho y sustitución parcial del cemento con polvo de sílice, una alternativa sustentable en el concreto.	90
Valoración sobre remaches, tornillos y rascacielos de acero. Una representación de sus asociaciones desde la noción del actante rizoma.	102
Propuesta de una norma para edificaciones de mampostería en Venezuela.	115
Posibilidades de utilización del concreto de alta resistencia para viviendas en Venezuela.	126
Recomendaciones luego de la evaluación de cerramientos post incendio inducido en prototipos de prueba.	137
Evaluación electroquímica del concreto sustituyendo parcialmente el cemento por polvo de sílice en ambiente agresivo simulado.	146
Problemas conservativos en la arquitectura religiosa neogótica de Caracas.	158

Agua residual tratada en mezclas de concreto. Variabilidad de la calidad del efluente de una planta en la resistencia a compresión.	171
Vitales, técnica y símbolo. Diagnóstico del conjunto este de la capilla del colegio nuestra señora de la consolación, caracas	184
Área: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y HABITABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES Y SU ENTORNO	197
Herramientas de planificación solar: métodos de análisis y evaluación de rendimiento energético y ahorro de energía en áreas urbanas.	198
Desarrollo de una aplicación virtual de cálculo de las potencialidades de los sistemas de climatización pasiva.	211
Desarrollo de un sistema de muro vegetal ventilado para acondicionamiento ambiental en espacios interiores.	221
Proyecto UCV campus sustentable: avances.	234
Análisis y propuestas para la atención de la accesibilidad Para personas con discapacidad en situaciones de riesgo.	248
Área: DESARROLLO URBANO, VULNERABILIDAD Y CULTURA	261
La representación de la ciudad desde los modelos urbanos y sus formas de análisis. Del renacimiento al siglo XIX.	262
Clasificación y estimación de las edificaciones de vivienda en Venezuela con fines de evaluación de vulnerabilidad y riesgo sísmico.	275
Valoración paisajística Campus Ciudad Universitaria de Caracas. Estimación de la huella ecológica.	289
Instrumento de evaluación de la calidad del espacio peatonal.	304
Vulnerabilidad sísmica de edificios aporticados de acero estructural construidos con perfiles tubulares en Venezuela.	317
La alfabetización tecnológica como herramienta para una ciudad sustentable.	330
La acera: ¿medio de movilidad?	343

Sistemas adaptativos. Espacios para la preservación de las comunidades Piaroa. Una experiencia desde la academia.	356
Propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad física ante movimientos en masa.	368
Análisis de daños al ecosistema urbano en las obras de ampliación de la autopista Valle-Coche, Caracas.	381
Caracas: cronología de un urbanismo privado.1928-1958	394
Barrios autoproducidos herramientas teóricas y metodológicas de abordaje: Caso de estudio: La Ladera, Parroquia la Vega, Caracas.	407
Estudio de vulnerabilidad urbana en zonas de desarrollo no controlado: el caso del Barrio La Lucha, Municipio Sucre, Estado Miranda.	419

PRESENTACIÓN

Las Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), fundado en 1975 y adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), se realizan anualmente desde 1982 y reúnen profesores, estudiantes y profesionales de la arquitectura, el urbanismo y la ingeniería para difundir y debatir trabajos e investigaciones relacionados con las edificaciones y el entorno urbano.

El eje temático de estas XXXIV Jornadas de Investigación, realizadas entre el 6 y el 8 de julio de 2016, fue el Cambio Climático.

La Conferencia internacional sobre el cambio climático llamada Conferencia de las Partes en su 21ª edición (COP21) se celebró en París entre noviembre y diciembre del 2015, organizada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con el objetivo de sellar un acuerdo mundial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para limitar el aumento de la temperatura global.

La conferencia logró en el Acuerdo de París, un consenso de casi todos los estados en los métodos para reducir el cambio climático, con grandes posibilidades de tener vinculaciones jurídicas, y el cual será aplicado a partir del año 2020. Cada país es ahora responsable de ratificar el acuerdo con objetivos muy específicos, y esforzarse para reducir el impacto negativo de la actividad humana en nuestro planeta.

Es por ello que, aprovechamos esta oportunidad para alentar a todas aquellas investigaciones y trabajos académicos que apuesten por una oferta sustentable ante estos graves temas que nos aquejan a todos, y especialmente el Sector Construcción que, por su gran impacto en la sociedad, está llamado a seguir esta tendencia mundial. En la medida que se establezca el compromiso con nuestro entorno natural y construido, el aporte será innegablemente más efectivo.

Las tres áreas temáticas a las que se suscribieron las conferencias, charlas y ponencias que conformaron el contenido académico del evento, son las siguientes:

- **Desarrollo tecnológico de la Construcción:** Innovación y desarrollo tecnológico sustentable. Materiales de construcción y tecnologías constructivas. Patologías en la construcción.
- **Eficiencia energética y Habitabilidad de las edificaciones y su entorno:** La construcción desde las perspectivas ambiental y económica del desarrollo sostenible. El cumplimiento de los requerimientos de salud, bienestar y calidad de vida.
- **Desarrollo urbano, vulnerabilidad y cultura:** La construcción desde la perspectiva social del desarrollo sostenible. Vulnerabilidad. Mitigación de riesgos en edificaciones y desarrollos urbanos. Movilidad.

Las páginas que se presentan a continuación reúnen las ponencias presentadas durante estas Jornadas, en su XXXIVª edición, las cuales se presentaron en el piso 1 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, los días 6, 7 y 8 de julio de 2016, Caracas, Venezuela.

PONENCIAS

Área Temática: Desarrollo Tecnológico de la Construcción

AGREGADOS PARA CONCRETO PROVENIENTES DE LA TRITURACIÓN DE RESIDUOS PÉTREOS DE DEMOLICIONES. CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA

Ing. Reyes Báez ¹, Dr. Ing. Idalberto Águila ²

¹ Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: ing.rbaez@gmail.com

² Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: idalbertoaguila@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en el reciclaje de residuos pétreos de la construcción como agregados para la elaboración de concreto. Esto como una forma de contribuir a la sostenibilidad del planeta mitigando el impacto ambiental generado, no solo por la extracción de materias primas naturales para agregados, sino por la colocación de desechos de manera improvisada en vertederos informales en sitios inadecuados. Se pretende caracterizar desde el punto de vista físico y químico agregados obtenidos a partir de la trituración de residuos pétreos provenientes de la demolición de edificaciones. Además, se busca estudiar los procesos tecnológicos para la producción de los mismos, con miras a potenciar su uso en mezclas de concreto. El estudio se inicia con una revisión documental previa que permite definir los parámetros a medir o monitorear en el proceso de experimentación, así como los procedimientos a emplear en el desarrollo de la misma. Luego se desarrolla la investigación aplicando técnicas de recolección de datos y toma de muestras en campo, mediante el empleo de la experimentación directa y a partir de ensayos de laboratorio normalizados. Como resultado se obtiene una caracterización de las diferentes tipologías de agregados según su origen, así como los parámetros de interés a considerar tanto en el empleo de estos en mezclas de concreto como en su proceso productivo.

Palabras clave: Concreto, agregados, residuos de demolición, reciclaje, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, el rol que ha jugado la industria de la construcción en el desarrollo de los asentamientos humanos, ha estado vinculado al hecho de generar obras y acciones tendentes a contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los seres humanos; en este sentido, “la necesidad de atender e intentar resolver los problemas que afectan la calidad de vida de los actuales habitantes del planeta, sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones puedan disponer de recursos para enfrentar los suyos” (Acosta, 2009) ha representado un reto importante, dado que este hecho generalmente está vinculado con la modificación del medio ambiente natural, directa o indirectamente. Las diferentes actividades que tienen lugar en este contexto, bien sea en la generación de nuevas obras, modificaciones de las mismas, hasta su demolición total al final su vida útil, generan una importante cantidad de residuos y escombros, los cuales es frecuente observar

dispuestos “al borde de las vías, en terrenos baldíos y en vertederos ilegales” (Acosta, 2002) constituyendo un hecho de gran impacto ambiental y visual. Por otro lado el efecto sobre el ambiente mismo, que genera la extracción en grandes volúmenes de material pétreo a ser usado como materia prima en elementos constructivos en concreto y mampostería en nuevas obras hace que surja la necesidad de buscar alternativas que permitan mitigar el impacto ambiental de los aspectos antes mencionados, mediante el estudio y comprensión del ciclo de vida de los materiales a los fines de promover “la producción y utilización de nuevos materiales y productos de construcción bajo parámetros de sostenibilidad” (Cilento y Acosta 2005)

El uso de agregados provenientes de la trituración de desechos de demolición ha sido abordado en un gran número de oportunidades desde varias vertientes, al respecto, Lauritzen y Hahn (1992) realizan en su artículo “Producción de residuos de construcción y reciclaje” un análisis del problema de los residuos de construcción y demolición en algunos países de Europa, cuantificando un orden de magnitud de la producción de los mismos y planteando un conjunto de estrategias tales como la demolición selectiva y separación de materiales para su posterior reciclaje. Así mismo plantean una serie de aplicaciones para los reciclados pétreos y un modelo de control y gestión de los sistemas de reciclaje.

Por su parte Silva (2007), en su trabajo titulado, “Albañilería reciclada para la fabricación de hormigón.” Realiza una caracterización de los agregados provenientes de la demolición de muros de mampostería previamente triturados, en la cual, los residuos se someten a un proceso de trituración previa seguido del tamizado a los fines de obtener fragmentos cerámicos más limpios y una granulometría más estable. La caracterización de este tipo de material alternativo así como la metodología empleada para ello también ha tomado un auge importante con miras a incorporar la racionalidad en su uso, en este sentido, Ferreira (2009), en su trabajo especial de grado titulado, “Aprovechamiento de escombros como agregados no convencionales en mezclas de concreto”, estudia experimentalmente el comportamiento de mezclas de concreto elaboradas con el empleo de escombros triturados proveniente de una planta procesadora de este tipo de material, como agregado tanto grueso como fino. En la misma investigación se aborda la determinación de las propiedades físicas del agregado reciclado, en lo concerniente a su composición granulométrica, porcentaje de vacíos y pesos volumétricos. El autor realiza una serie de probetas con diferentes dosificaciones según el tipo de agregado, así como una mezcla considerada como patrón en la que se emplean materiales convencionales. Contextualizando de manera más formal el empleo de agregados reciclados producto de la demolición de residuos pétreos provenientes de demoliciones desde el paradigma de la sostenibilidad, Miñan (2012), denota en su trabajo titulado “Materiales sostenibles en la edificación” algunas consideraciones sobre la producción de agregados provenientes de la trituración de residuos de demolición de concreto y residuos cerámicos o de mampostería, con referencia a la normativa española a fin de ajustar los parámetros de producción actuales a los establecidos en dicho marco normativo.

El presente trabajo aborda de manera sistemática el estudio de los procesos tecnológicos vinculados a la generación de agregados para mezclas de concreto mediante la trituración

de residuos pétreos provenientes de demoliciones bajo un enfoque cualitativo apoyado en datos cuantitativos obtenidos de la experimentación, todo enmarcado en una postura epistémica positivista. El mismo forma parte de un trabajo completo actualmente en ejecución destinado obtener los aspectos técnicos y teóricos como contribución tecnológica que fundamente el uso racional y eficiente de estos agregados en la construcción, por lo que lo mostrado en la ponencia constituye solo un avance del trabajo en proceso. El estudio, comprende una etapa de exploración inicial y contacto directo con el material para lo cual, se toma como estudio de caso un espacio de 1.0 Ha de extensión aproximadamente ubicado en la carretera nacional Troncal 9. Km 4 del tramo Guanta – Cumana en el estado Anzoátegui, en el que actualmente se depositan de manera informal escombros y residuos de diversa índole, en particular de naturaleza pétreo, del cual se extraen las muestras a procesar y caracterizar experimentalmente. De igual manera se hace énfasis en la comprensión del proceso de producción básico de este tipo de agregados partiendo de la revisión de experiencias relacionadas, las cuales permiten realizar planteamientos para el manejo de los residuos de manera simplificada con miras a la simulación a menor escala del proceso productivo mismo. Finalmente se presenta la caracterización de diferentes tipologías de agregados según su origen desde el punto de vista físico y químico la cual servirá de basamento para de definición técnica de sus usos, así como para el estudio posterior del comportamiento estructural de dichos agregados como parte constitutiva de mezclas de concreto.

1. EL MATERIAL Y SU PROCESO PRODUCTIVO

Zega (2008) define a los agregados reciclados como aquellas fracciones pétreas inertes que pueden provenir de diversos orígenes, desde desperdicios de obras en construcción hasta de la demolición parcial o total de estructuras, ya sea que se originen en reconstrucciones como así también por catástrofes naturales. A simple vista, los agregados reciclados presentan una serie de características diferentes a las de los agregados naturales. En el caso particular de los agregados reciclados obtenidos de la trituración de concretos de desecho, poseen una superficie más porosa debido al mortero y/o pasta de cemento proveniente del concreto original que forma parte de los mismos. Dicho mortero de cemento no siempre se encuentra adherido a las partículas de agregado natural, hecho que da lugar a la existencia de tres tipos diferentes de partículas que pueden formar parte de los mismos. Así, este tipo de agregados, podrán estar constituidos por partículas formadas enteramente de roca original, otras en las cuales el mortero se encuentra adherido a la roca o bien constituyendo partículas por sí solas.

1.1 Estudio del contexto del material

Considerando los lineamientos planteados para el desarrollo del presente trabajo, se parte del estudio del contexto del material, ello implica la ubicación de un entorno que pueda ser estudiado como un caso del universo que implica la generalidad del estudio de los residuos provenientes de las demoliciones como agregados en mezclas de concreto. En este particular se cuenta con un espacio de 1.0 Ha de extensión aproximadamente ubicado en la carretera nacional Troncal 9. Km 4 del tramo Guanta – Cumana en el Estado Anzoátegui,

en el que actualmente se depositan de manera informal escombros y residuos de diversa índole, en particular de naturaleza pétreo, al cual se efectuó una inspección visual a fin de identificar y cuantificar preliminarmente los residuos que pueden ser empleado como insumos en la investigación.

En el sitio se observa la presencia de entre otras, las siguientes tipologías de residuos:

- Mampostería de arcilla con junta y friso de mortero,
- Mampostería de concreto con junta y friso
- Mampostería de arcilla, solo bloques
- Concreto
- Otros residuos orgánicos, metales etc.

En función de la extensión del vertedero (10000 m²) y las características de las pilas dispuestas, se estima que la capacidad de teórica de almacenamiento de desechos, este en el orden de 35000 m³ distribuidos según se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Distribución volumétrica y porcentual de las tipologías de desechos dispuestas en el vertedero

Tipo de Residuo	Volumen Aprox. (m3)	% del Total
Mampostería de Arcilla	5600,00	16,00%
Mampostería de Concreto	4200,00	12,00%
Bloque de Arcilla	175,00	0,50%
Concreto	5250,00	15,00%
Sub Total Pétreos	15225,00	43,50%
Otros Residuos	19775,00	56,50%
Total aproximado de Residuos (m3)	35000,00	100,00 %

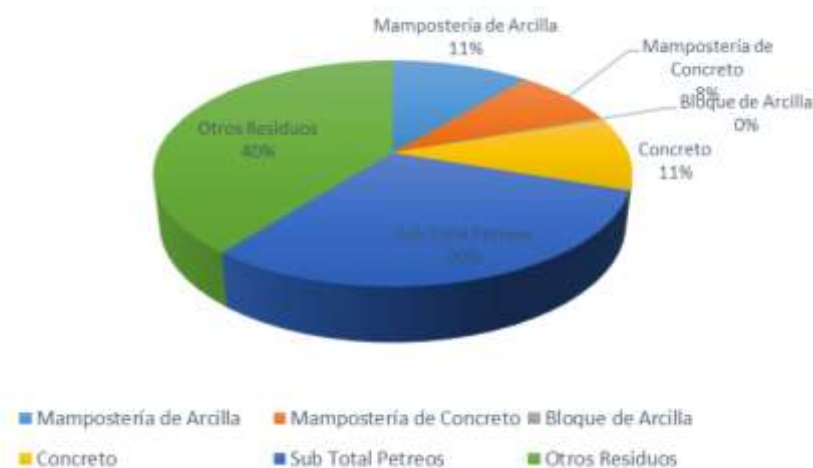


Figura 1 Distribución porcentual de residuos en vertedero
Fuente: Elaboración Propia

Luego de identificados los residuos en el sitio de estudio se procedió a efectuar un muestreo de las tipologías de naturaleza pétreo a fin de iniciar los ensayos básicos que permitieran obtener datos desde el punto de vista de su manipulación y caracterización fundamental, en este particular se denotan las siguientes muestras:

Tabla 2: Identificación de las muestras de residuos pétreos para ensayos preliminares

Muestra	Descripción de muestra
M1	Concreto triturado
M2	Mampostería de concreto triturada
M3	Mampostería de arcilla triturada

Proceso de producción

Como parte de las estrategias planteadas para el desarrollo de la presente investigación, se llevó a cabo, paralelo a la revisión bibliográfica, la respectiva indagación sobre el proceso de producción de agregados provenientes de residuos de demoliciones a fin de identificar diferentes aspectos vinculados con la naturaleza de las actividades tendentes a generar el producto final según los requerimientos normativos de calidad que garanticen su uso eficiente en mezclas de concreto con fin determinado. En este particular, se efectuó una visita técnica a la planta de procesamientos de agregados convencionales para la concreto ubicada en el Complejo Cementero Pertigalete, Estado Anzoátegui, con el objeto de identificar no solo el proceso de producción si no también la naturaleza y funcionamiento de las maquinarias y demás sistemas mecanizados que conforman una planta productora de agregados y de esta manera plantear la configuración básica de una planta para el procesamientos de los residuos pétreos provenientes de demoliciones. En este particular, se presenta de manera esquemática y una secuencia de procesos para el fin anteriormente mencionado.

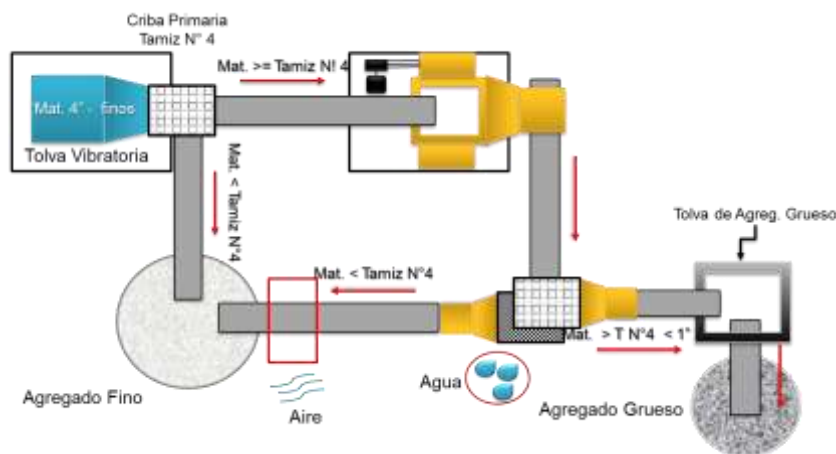


Figura 2 Proceso de producción simplificado de agregados provenientes de residuos pétreos de demoliciones Fuente: Elaboración Propia

La figura 2 muestra una aproximación a las fases previas a las cuales se somete el residuo antes de ser incorporado en mezclas de concreto, ya sea producto de la demolición de

concreto, mampostería de concreto y mampostería de arcilla. En tal sentido, los residuos al llegar al centro de acopio debidamente acondicionado, se separan preliminarmente en patios, de los cuales serán recuperados para ser sometidos a un proceso de cribado previo a fin de extraer el material fino pasante de la criba o Tamiz N° 4 y de esta forma reducir el porcentaje de finos por trituración, para luego someter a las partículas de mayor tamaño a un proceso de trituración primaria en seco por mandíbulas antes ser tamizados en medio húmedo, momento en el cual se lleva a cabo el primer control granulométrico en función de los parámetros establecidos de manera separada similar al control efectuado al agregado fino y al agregado grueso convencional; el agua empleada en el proceso se recupera así como la fracción fina, la cual puede ser aprovechada como arena o puzolanas mediante activación alcalina. (SÁNCHEZ de ROJAS et Al. 2000)

2. PRODUCCION EXPERIMENTAL DE AGREGADOS

2.1 Toma de muestras

Para el análisis experimental, se procedió a la toma de muestras en el sitio vinculado al estudio de caso en porciones de 100 kg aproximadamente, de manera selectiva para cada una de las tipologías consideradas en el mismo, estas se trasladan al patio experimental para su debido proceso.



Figura 3 Toma de muestras selectiva en sitio. Fuente: Elaboración Propia

2.2 Tratamiento previo

Previo al proceso de trituración, se efectúa en este caso una trituración y homogenización manual, a fin de uniformizar las partículas de residuos a un tamaño no mayor a 4” coincidiendo de esta manera con el tamaño de la abertura de la tolva de entrada de material a la trituradora de mandíbulas empleada en este caso.



Figura 4 Tratamiento Previo. Pre- trituración y homogenización manual.

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Trituración

La trituración de los residuos se hace mediante el empleo de una trituradora de mandíbulas, proceso tecnológico escogido luego del análisis de los criterios presentados por Chávez y Otros (2013) y en función de los datos recabados en la visita técnica a la planta de producción de agregados convencionales referida anteriormente. En el proceso se generaron alrededor de 90 kg de agregados mezclados (fracción fina y fracción gruesa) para cada tipología los cuales fueron ensacados y enviados al siguiente proceso.



Figura 5. Trituradora empleada, proceso de trituración y material triturado según su tipología. Pre- trituración y homogenización manual. Fuente: Elaboración Propia

2.4 Cribado

Para ajustar el proceso experimental de producción de los agregados, al proceso planteado en la figura 2, el material resultante de la trituración, se tamiza a través de una criba N° 4 a fin de separar la fracción fina de la fracción gruesa y de esta forma efectuar la caracterización por separado de manera comparativa a con los requerimientos para el agregado fino y el agregado grueso para concreto respectivamente

3. CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA

La caracterización física parte de una identificación visual de la morfología de los agregados y sus posibles efectos sobre el concreto la cual se presenta a continuación:



Muestra	Identificación	Morfología	Textura	Observaciones		
				Concreto Fresco	Concreto Endurecido	
M1	Concreto Triturado	Predominio de partículas poliédricas con aristas vivas y angulosas	Rugosa	Menor superficie específica, requiere menor cantidad de cementante para lograr la trabajabilidad deseada	Tendencia a Mayor Resistencia y densidad, menor relación de vacíos	
Muestra	Identificación	Morfología	Textura	Observaciones		
M2	Mampostería de Concreto	Predominio de partículas poliédricas con aristas redondeadas	Rugosa	Mayor porosidad, mayor absorción, trabajabilidad sujeta a la cantidad de agua de mezcla	Tendencia a resistencias moderadas, mayor relación de vacíos menor peso volumétrico	
Muestra	Identificación	Morfología	Textura	Observaciones		
M3	Mampostería de Arcilla	Partículas poliédricas con aristas redondeadas y partículas planas - laminares	Entre rugosa y lisa	Mayor superficie específica, requiere mayor cantidad de cementante para lograr la trabajabilidad deseada	Tendencia a resistencias moderadas, mayor relación de vacíos menor peso volumétrico	

Figura 6. Aspectos morfológicos de los agregados según inspección visual y su influencia sobre el concreto fresco y endurecido Fuente: Elaboración Propia

3.1 Análisis granulométrico por tamizado

El Análisis granulométrico se efectuó a partir de la Norma COVENIN 255:1998. *Agregados. Determinación de la composición granulométrica* y los límites establecidos en la Norma COVENIN 277-2000 *Concreto. Agregados Requisitos*. De lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

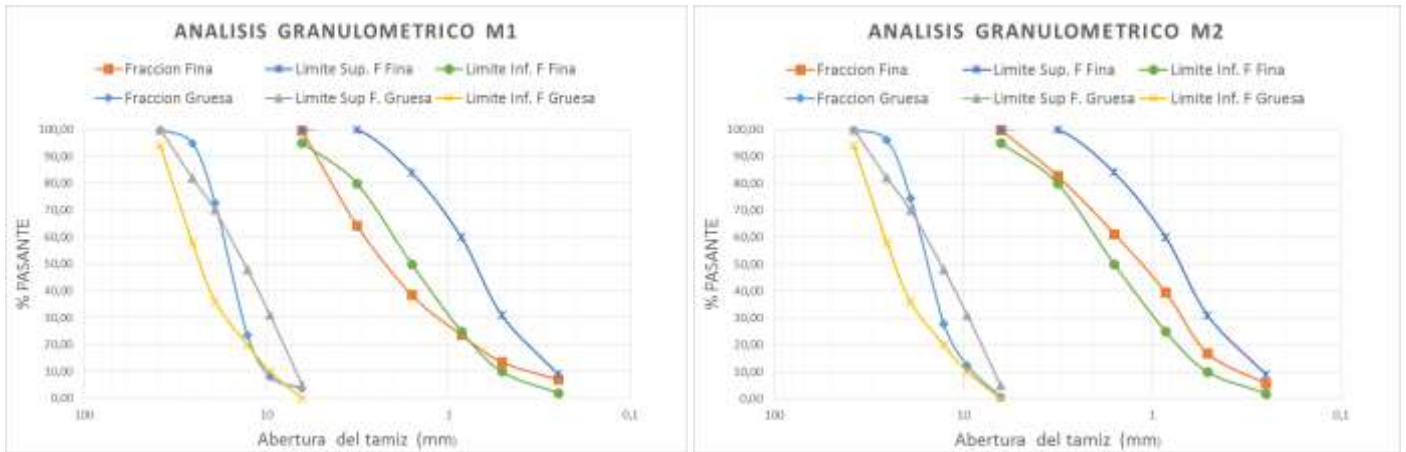


Figura 7. Análisis Granulométrico para la fracción fina y gruesa de la muestra M1. Concreto Triturado y M2 Mampostería de Concreto Triturada Fuente: Elaboración Propia



Figura 8. Análisis Granulométrico para la fracción fina y gruesa de la muestra M3. Mampostería de arcilla triturada Fuente: Elaboración Propia

Para las fracciones finas de cada tipología se efectuó el cálculo del módulo de finura obteniéndose los resultados mostrados en la figura 9:



Figura 9. Módulo de finura para las muestras M1, M2, M3. Fuente: Elaboración Propia

De lo anteriormente planteado se denota que la granulometría que más se ajusta a los requerimientos para ser empleada para concreto es la muestra M2 aun cuando presenta algunas inconsistencias en la fracción gruesa en la cual se observa una discontinuidad debido a la gran cantidad de retenido en Tamiz 1/2" con relación al resto de los tamices, por su parte en lo concerniente a las muestras M1 y M3 las mismas presentan una granulometría no uniforme observándose una tendencia a tamaños finos en la fracción gruesa y tamaños grandes en la fracción fina, esto se evidencia en el valor del módulo de finura obtenido según el cual teóricamente el 50% del material estaría pasando por el tamiz n°5 para el caso más desfavorable.

3.2 Determinación del peso unitario

La determinación del peso unitario tanto compacto como suelto para ambas fracciones de cada tipología se efectuó partiendo de la Norma COVENIN 263-78 *Ensayo para la determinación del peso unitario del agregado*, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación

Tabla 3: Peso Unitario Compacto y Suelto para las fracciones gruesas

DESCRIPCIÓN	PU COMPACTO (TN/m ³)	PU SUELTO (TN/m ³)
M1 - FRACCIÓN GRUESA	1,23	1,15
M2- FRACCION GRUESA	1,04	0,98
M3- FRACCION GRUESA	0,94	0,92

Tabla 4: Peso Unitario Compacto y Suelto para las fracciones finas

DESCRIPCIÓN	PU COMPACTO (TN/m ³)	PU SUELTO (TN/m ³)
M1- FRACCIÓN FINA	1,43	1,34
M2- FRACCIONFINA	1,42	1,34
M3- FRACCION FINA	1,31	1,22

3.3 Determinación cualitativa de impurezas orgánicas

La determinación cualitativa de impurezas orgánicas en la fracción fina del agregado se ejecutó bajo la Norma COVENIN 256 – 77 *Método para la determinación cualitativas de impurezas orgánicas para concreto (Ensayo Colorimétrico)*, del cual se obtienen los siguientes resultados al comparar el líquido sobrenadante de cada muestra con el color patrón de la escala de Gardner.

Tabla 5: Comparación de color de líquido sobrenadante con la escala de colores de Gardner

DESCRIPCIÓN	COLOR LIQUIDO SOBRENADANTE
M1- FRACCIÓN FINA	2
M2- FRACCION FINA	2
M3- FRACCION FINA	3



Figura 10. Muestras en ensayo de colorimetría. Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos, la presencia de impurezas orgánicas en las muestras M1 y M2 es baja por lo que pudieran emplearse en concretos de resistencia estructural, no así en el caso de la muestra M3 cuyo valor está muy cerca del color patrón por lo que es necesaria la determinación cuantitativa de las impurezas incluyendo su tipo.

3.4 Determinación de la Densidad y del porcentaje de absorción

Los pesos específicos tanto para la fracción fina como para la fracción gruesa de cada tipología de material se determinaron según la Norma COVENIN 268:1998 *Agregado Fino. Determinación de la densidad y la absorción* y las norma COVENIN 269: 1998 *Agregado Grueso. Determinación de la densidad y la absorción*. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 6

Tabla 6: Peso Densidad y Absorción para las fracciones finas

DESCRIPCIÓN	DENSIDAD (TN/m ³)	% ABSORCIÓN
M1- FRACCIÓN FINA	2,25	0,14
M2- FRACCION FINA	2,05	0,35
M3- FRACCION FINA	1,95	0,65

Tabla 7: Peso Densidad y Absorción para las fracciones gruesas

DESCRIPCIÓN	DENSIDAD (TN/m ³)	% ABSORCIÓN
M1- FRACCIÓN GRUESA	2,43	0,4
M2- FRACCION GRUESA	2,10	1,02
M1- FRACCION GRUESA	1,95	0,85

Las muestras M2 y M3 muestran una tendencia de agregados livianos debido a sus valores de densidad lo que contrasta ciertamente con el valor de absorción obtenido para estas muestras dando indicios de la porosidad del material lo que justifica su bajo peso por unidad de volumen en comparación con agregados convencionales.

3.5 Análisis químico

Analizar la composición química de los agregados provenientes de la trituración de residuos de demoliciones está permite inicialmente determinar la presencia de elementos que de alguna manera pudieran causar efectos adversos sobre el comportamiento tanto en estado fresco como endurecido de las mezclas de concreto tales como Iones Cloruro (Cl), Oxido de Calcio (CaO) que genera la formación de carbonato de calcio (CO₃Ca), Los álcalis (de Na₂O y K₂O) y sulfatos (SO₃). Por otro lado, se pretende identificar la presencia en la fracción ultrafina que se desecha por lavado de material durante el cribado de elementos tales como Óxido de Calcio (CaO), Óxido de Silicio (SiO₂), Óxido de Aluminio (Al₂O₃) y Óxido de Hierro (Fe₂O₃) componentes básicos del cemento portland a fin de detectar una posible actividad puzolánica que pudieran ser activada químicamente aprovechándose de esta manera y evitando su vertido al ambiente. Para el caso de las muestras de agregados reciclado analizadas, se observan porcentajes muy bajos, inferiores a 1% tanto de sulfatos como de álcalis, así como la ausencia de iones cloruros, por lo que desde el punto de vista químico presentan las condiciones básicas para ser empleados en mezclas de concreto sin inconvenientes de índole químico. Por su parte, en la fracción ultrafina que se desecha por lavado de material durante el cribado se observan importantes porcentajes de Óxido de Silicio (SiO₂) de hasta el 63% y 23% de Óxido de Calcio (CaO) en M1, el resto de los óxidos Óxido de Aluminio (Al₂O₃) y Óxido de Hierro (Fe₂O₃) se evidencian, aunque en proporciones que van del 2.5 % al 6.7 % en M1 y M2.

4. CONCLUSIONES

Es evidente que el empleo de agregados obtenidos de la trituración de residuos pétreos provenientes de demoliciones, si bien contribuye a mitigar el impacto ambiental generado por la disposición inadecuada de los mismos en vertederos informales, debe hacerse considerando usos en los cuales el concreto no este necesariamente sometido a grandes sollicitaciones que demanden grandes resistencias dado que los valores característicos obtenidos son en buena forma menores a los exigidos por la normativa correspondiente en lo que a los aspectos de calidad se refiere. Por otro lado, de las tres tipologías estudiadas, el concreto triturado muestra una serie de valores que potenciarían su uso en mezclas de concreto de resistencias no estructurales y estructurales si se emplea en combinación con

agregados convencionales en una proporción adecuada tal que se logre ajustar su composición granulométrica y su finura.

El agregado obtenido de la trituración de la mampostería de concreto y arcilla, muestra valores característicos de agregados livianos o porosos, no obstante, su granulometría es muy heterogénea por lo que su uso en mezclas de concreto debe hacerse necesariamente en combinación con agregados convencionales que permitan ajustar su granulometría sin alterar la aporte en ligereza en el concreto debido al uso de estos agregados.

Químicamente, las tipologías analizadas cumplen con los valores para su confiabilidad tanto en la presencia de álcalis como sulfatos y cloruros. La fracción ultra fina posee gran cantidad de óxido de sílice y óxido calcio, lo que de alguna manera pudiera ser activado y generar un material con propiedades puzolánicas previo estudio de proporciones de los demás componentes.

5. REFERENCIAS

Acosta, D. (2002). Reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición(RCD) Edificaciones sostenibles: estrategias de Investigación y desarrollo. *Tecnología Y Construcción. Vol. 18-II, 2002*, (pp. 49-68.)

Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: Conceptos, problemas y estrategias. *Revista de arquitectura 04. 07/09* pp 14 – 23.

Acosta, D. y Cilento A. (2005). Edificaciones sostenibles: estrategias de Investigación y desarrollo. *Tecnología y Construcción. Vol. 21-I* pp 15 - 30

Chávez, A. y Otros (2013). Unidad logística de recuperación de residuos de construcción y demolición: Estudio de Caso Bogotá D.C. *RCD, Logística, Procesos, Reciclaje, Unidad Recuperadora. Volumen 23-2* pp 95 - 118

Cilento, A. (1999). *Cambio de paradigma del hábitat. Caracas*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas - Venezuela

Ferreira, J. (2009). *Aprovechamiento de escombros como agregados no convencionales en mezclas de concreto*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. Extraído el 01/02/2015 de: http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/679/1/digital_18472.pdf

Miñan, M. (2012). *Materiales sostenibles en la edificación. Residuos de Construcción y demolición, hormigón reciclado*. Universitá Politécnicá delle Marché. Madrid España. Extraído el 28/ 02/ 2015 de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17708/TESI-Materiales%20sostenibles%20en%20la%20edificaci%C3%B3n.%20Residuos%20de%20C.pdf?sequence=1>

Norma COVENIN 270:1998. *Agregados. Extracción de muestras para concretos y morteros*

Norma COVENIN 277-2000 *Concreto. Agregados Requisitos*

Norma COVENIN 255:1998. *Agregados. Determinación de la composición granulométrica*

Norma COVENIN 263-78 *Método de ensayo para la determinación del peso unitario del agregado*

Norma COVENIN 256 – 77 *Método para la determinación cualitativas de impurezas orgánicas para concreto (Ensayo Colorimétrico)*

Norma COVENIN 268:1998 *Agregado Fino. Determinación de la densidad y la absorción*

Norma COVENIN 269: 1998 *Agregado Grueso. Determinación de la densidad y la absorción*

Lauritzen, E. y Hahn, N. (1992) *Producción de residuos de construcción y reciclaje. Revista Residuos N°8. Pp 10-22*

Sánchez de Rojas, M. et. al. (2000). *Investigación sobre la actividad puzolánica de materiales de desecho procedentes de arcilla cocida. Revista MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, Vol. 51, N° 261, Extraído el 08/03/2015 de: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/35781/1/425.pdf>*

Silva, G. (2007). *Albañilería reciclada para la fabricación de hormigón. Tesis para optar al Título de: Ingeniero Constructor. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.*

Zega, C., Taus, V. y Di Maio, A. (2006) *Comportamiento físico- mecánico de hormigones reciclados elaborados con canto rodado. IMME [online]. 2006, vol.44, n.3 , pp. 17-26 .*

Extraído el 18/02/2015 de:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2006000300003&lng=es&nrm=iso. ISSN 0376-723X.

ADHERENCIA DEL ACERO DE REFUERZO CON EL CONCRETO ESTRUCTURAL AL INCORPORAR ACEITE RESIDUAL COMO ADITIVO

MSc. Ing. Trino Baloa¹, Ing. Carlos Arellano², Ing. Juan De Abreu²

¹Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad Central de Venezuela,
trino.baloa@ucv.ve

²Ingeniero Civil, Universidad Central de Venezuela;

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto estudiar la adherencia del acero de refuerzo con el concreto estructural, al cual, se le incorpora Aceite Residual Automotriz (ARA) como aditivo químico. Para alcanzar el objetivo planteado se determinó la resistencia a la compresión en concretos con residuo en un intervalo de 0,00% a 0,80%, por peso del cemento. El valor óptimo de mejor resistencia a la compresión fue de 0,14%, el cual, fue utilizado para los estudios realizados en el concreto en estado endurecido siguiendo varios ensayos normativos, tales como resistencia a la compresión simple, flexión, ultrasonido, cambios bruscos de temperatura y la adherencia del acero con el concreto que contiene el ARA optimizado. Los resultados obtenidos indican que en el intervalo de 0,10 % a 0,30%, el concreto tiene una resistencia a la compresión mayor a la resistencia a la compresión del concreto de referencia. Al utilizar la dosis óptima de ARA se determinó que todos los ensayos realizados en este estudio son similares al concreto de referencia, a excepción de la resistencia a la compresión y a la adherencia del acero de refuerzo con el concreto estructural, ya que, ambas aumentan en un 8% y 6%, respectivamente. Por tanto, se concluye que el uso de ARA como aditivo en el concreto aumenta la adherencia de la barra de refuerzo con el concreto estructural hasta en un 6% utilizando la incorporación de 0,14% de ARA, por peso de cemento, en las mezclas de concreto.

Palabras Clave: aceite residual automotriz, adherencia, aditivo, barra de refuerzo, concreto estructural.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción de obras civiles en concreto reforzado es muy utilizada a nivel mundial. Primero por la nobleza del concreto para ser manipulado y moldeado según convenga, segundo, la facilidad que tiene el ser humano de construir con este material. Respecto al uso de residuos, la industria de la construcción es una de las más útiles para reutilizar o en otras ocasiones eliminar pasivos ambientales que son generados por diferentes industrias. Los antecedentes que se han encontrado acerca del ARA son de mucha atención, ya que, este residuo afecta suelos fértiles, ríos, mares y hasta el aire, al ser utilizado como combustible propiciando un daño al medio ambiente. Tanto, que un litro del ARA contamina directamente a más de un millón de litros de agua potable.

El-Fadel et al (2001) describe las prácticas de gestión que se realiza a los residuos de los aceites provenientes de la industria petrolera del Líbano, identificando los posibles impactos ambientales adversos de no realizarse dichas prácticas. Asimismo, proponen estrategias para el manejo adecuado de residuos por parte de la sociedad incrementando la conciencia ambiental. Dentro de las estrategias se estudia como opción de gestión, la viabilidad económica del reciclaje de residuos de aceite. Abioye et al (2012) aplican la biorremediación como una tecnología alternativa verde para mejorar los suelos contaminados con hidrocarburos. Estos investigadores, bajo condiciones de laboratorio estudiaron por 84 días, 2 suelos contaminados en un 5% y 15% (peso/peso) de aceite lubricante usado, los cuales, fueron mezclados por separado con residuos de la agroindustria. Los residuos utilizados en esta investigación fueron la concha del plátano (CP), el compost de los champiñones (CC) y las cascarillas de los granos utilizados en la fabricación de la cerveza (CGC). Estos residuos fueron utilizados al 10% del peso total de los suelos contaminados. Al final de 84 días, el mayor porcentaje de biodegradación de aceite (92%) se registró en el suelo contaminado con 5% aceite lubricante usado y mezclado con CGC, mientras que sólo el 55% de la biodegradación del aceite se registró en el suelo contaminado con 15% lubricantes usados y mezclado con CGC.

Otros estudios a nivel mundial se han realizado respecto a la reutilización de residuos para la industria cementera y de la construcción. García et al (2006) indican que muchos residuos pueden ser empleados en tres fases diferentes del proceso productivo: en la preparación inicial, como correctores de las materias primas y/o como combustible alternativo, como adiciones activas al clinker Portland y como árido de reciclado en bases y sub bases de carreteras y en la fabricación de concreto. Frías et al (2013) manifiesta que el uso de materiales que son susceptibles de ser empleados como adiciones o aditivos, no sólo es una contribución parcial a la disminución del impacto ambiental y ahorro energético, sino que además pueden mejorar sus propiedades, tales como la resistencia y durabilidad en el concreto. En específico para esta investigación, el estudio del aceite de motor residual en el concreto es primordial. Bilal et al (2003) presentan resultados donde indican que el aceite de motor usado actuó como un agente que incorpora aire mejorando el asentamiento y la fluidez de la mezcla de concreto. Las reducciones en la resistencia a compresión del concreto debido a la incorporación de aceite no fue tan significativa como cuando se utilizó un aditivo incorporado de aire químico comercial. Santana et al (2011) presentan el estudio del aceite lubricante usado de motor incorporado en la mezcla de concreto en un intervalo de 1% al 20%, para varias resistencias a compresión (14, 18, 21, 25, 28 MPa) donde obtuvieron que el mejor comportamiento del aceite usado fue al 1%, alcanzando solo el 85% de la resistencia de control. En Malasia, Nasir et al (2011) presentan resultados de un estudio experimental acerca de los efectos de las propiedades en el concreto fresco y endurecido al incorporar aceite de motor residual, obteniendo un incremento en los asentamientos de la mezcla de concreto fresco entre un 18% y 38%, un contenido de aire ocluido entre 26% y 58%. Además, al estudiar la porosidad y permeabilidad del oxígeno en el concreto endurecido se obtiene una reducción de estas propiedades en concreto con aceite de motor residual manteniéndose similares las resistencias a la compresión con respecto a las mezclas de control.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materiales

Aceite Residual Automotriz (ARA): aceite usado del tipo monogrado para motores Diesel proveniente de la flota de camiones mezcladores de la Fábrica Nacional de Cemento, planta concretera San Antonio de El Valle, Caracas.

Cemento Portland tipo I-R: fue suministrado por la planta de la Fábrica Nacional de Cemento (FNC) de Ocumare del Tuy, Miranda.

Áridos: La arena es natural de río proveniente de la Arenera El Carmen. La piedra picada es proveniente de la cantera Cura.

Barra de acero con resaltes (cabilla): proveniente de la industria Siderúrgica del Turbio (SIDETUR) con denominación SV4S60, es decir, barra de acero de media pulgada, no soldable con una resistencia cedente de 4.200 kgf/cm².

2.2. Dosificaciones

La resistencia a la compresión esperada a los 28 días ($f'c$) es de 210 kgf/cm² y la dosificación empleada en las mezclas de concreto realizadas en esta investigación se obtuvo a partir de los diseños experimentales realizadas en el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) y compilados en la referencia Porrero *et al* (2012) combinado con García Balado (1964). Vale destacar que las cantidades están en kilogramos, siendo la cantidad de ARA obtenida a partir del producto del peso de cemento por el porcentaje en estudio. La tabla 1 presenta la dosis de los componentes utilizados para elaboración del concreto.

Tabla 1. Dosis de los componentes para concreto $f'c=210$ kgf/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Componente ARA	ARA (kg)	Agua (kg)	Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra picada (kg)
0,00%	0,000	167	329	1.100	800
0,13%	0,428				
0,31%	1,020				
0,48%	1,579				
0,66%	2,171				
0,79%	2,599				

2.3. Mezclado, moldeo y curado

El concreto en el laboratorio se obtuvo utilizando una mezcladora de eje variable con capacidad de 150 litros. En principio, se agregan al equipo los áridos que se mezclan por un minuto, luego se agrega el cemento dejando mezclar 30 segundos para agregar el agua con y sin aditivo, para un tiempo total de 3 minutos.

Las probetas de concreto cilíndricas “pequeñas” de 10cm x 20cm (diámetro x altura) son utilizadas para la compresión simple, luego se aplica un factor de corrección por tamaño de probetas de 0,98 para correlacionar valores con probetas cilíndricas normativas (15cmx30cm). Vale resaltar que este factor lo obtuvo Ramos G. (2007) a partir de la elaboración de un mínimo 30 mezclas con 3 réplicas por mezcla y ensayadas a compresión a 3 edades (7 días, 14 días y 28 días). Los ensayos a tracción indirecta, cambios bruscos de temperatura, ultrasonido, absorción y el de adherencia del acero con el concreto se utilizan probetas de concreto cilíndricas “grandes” de 15cm x 30cm (diámetro x altura), mientras que para el ensayo a tracción se utilizan probetas prismáticas de sección transversal de 15 cm x 15 cm y longitud de 45 cm, siguiendo las normativas venezolanas para la elaboración de probetas, tales como COVENIN 338-2002, COVENIN 343-2002. El curado de las probetas se llevó a cabo una vez pasadas las 24 horas de endurecimiento de las probetas, las cuales, son retiradas de la piscina de curado 1 hora antes de la edad fijada para el ensayo específico.

3. ENSAYOS A ESPECÍMENES

En principio, se realizan ensayos de caracterización física del ARA y de un mismo tipo de aceite pero sin usar (Maxidiesel plus SAE 50). Específicamente, se aplicaron métodos para la determinación de la densidad relativa, punto de inflamación, contenido de agua y de sólidos, número base y número ácido. Todos estos ensayos bajo las consideraciones de las normas ASTM que se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Normativas para caracterizar el ARA. Fuente: Barragán *et al* (2000)¹

ASTM D 2896-07a	Standard Test Method for Base Number of Petroleum Products by Potentiometric Perchloric Acid Titration.
ASTM D 974-14e1	Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration.
ASTM D 56	Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Cup Tester.
ASTM D 1298	Standard Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method.
ASTM D 95	Standard Test Method for Water in Petroleum Products and Bituminous Materials by Distillation.

Posteriormente, se inició el mezclado de 3 réplicas por cada una de las 3 mezclas realizadas para las edades de 7 días, 14 días y 28 días. Cabe resaltar que estas mezclas cumplieron con

¹Ver página 32, Pruebas Físico-químicas aplicadas a a.l.u.

las dosificaciones presentadas en la Tabla 1 (incorporación de ARA por peso de cemento en 0,00%; 0,13%; 0,31%; 0,48%; 0,66% y 0,79%). Luego, con dichos resultados se desarrolla una gráfica de resistencia contra porcentaje de ARA, la cual, permitirá determinar el porcentaje óptimo de ARA a ser incorporado en las mezclas de concreto. Los ensayos realizados junto a la metodología que guió el estudio, están contenidos en las normativas vigentes, las cuales se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Normativas venezolanas o similares que rigen ensayos realizados en este estudio.
Fuente: elaboración propia.

Norma venezolana o similar	Título de la normativa
FONDONORMA 316:2005	Concreto. Barras y rollos de acero con resaltes para uso como refuerzo estructural.
COVENIN 338:2002	Concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto.
COVENIN 342:2004	Concreto. Determinación de la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas. Cargas en los extremos del tercio central.
COVENIN 1667:80	Concreto. Método de ensayo para la determinación de valores comparativos de la adherencia desarrollada entre el concreto y el acero usado como refuerzo (método de extracción)
COVENIN 1681:1980	Concreto. Método de ensayo para determinar la velocidad de propagación de ondas en el concreto.
Propuesta de norma realizada por el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, UCV.	Proyecto de norma COVENIN. Cambios bruscos de temperatura en probetas cilíndricas de concreto.

En el caso de la metodología del proyecto de Norma COVENIN. “Cambios bruscos de temperatura en probetas cilíndricas de concreto” se indica el procedimiento por no contar con la normativa oficial.

Para este ensayo se elaboran un mínimo 3 probetas cilíndricas “pequeñas” de concreto por cada dosificación a ser estudiada. Para este estudio se elaboraron 9 probetas de control y 9 probetas con el porcentaje óptimo de ARA, de las cuales, 6 probetas fueron dispuestas por 30 días en la piscina de curado (aprox. 20°C) y las 12 probetas restantes fueron dispuestas en piscina de curado por 28 días. Transcurrida este tiempo, se extrajeron 6 probetas (3 probetas de control y 3 probetas con porcentaje óptimo de ARA) de la piscina de curado e inmediatamente se introducen en un horno a temperatura 105°C ± 5°C por 24 horas, y en simultáneo otras 6 probetas (similares en dosificación a las 6 probetas anteriores) se introdujeron en un refrigerador a 5°C ± 1°C por 24 horas. Una vez cumplidas las 24 horas, se retiraron las probetas de ambos ambientes (horno y refrigerador) y se colocaron nuevamente en la piscina de curado por 24 horas. Después de transcurrido este tiempo, se extrajeron las 18 probetas inicialmente elaboradas y se dejaron secar a temperatura del ambiente tropical (aproximadamente 23°C) durante 30 minutos. Luego, se observó detalladamente la existencia de posibles grietas en la superficie de las probetas, cambio de

color, de masa o cualquier otra característica física apreciable. Por último, una vez realizado el estudio organoléptico, se sometieron todas las probetas a compresión simple para determinar la resistencia y analizar el comportamiento resultante del cambio brusco de temperatura a las que fue sometido el concreto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización física del Aceite Residual Automotriz (ARA)

Para la caracterización física del ARA y el aceite sin usar se aplicaron los 5 ensayos según normativas presentadas en la Tabla 2. Los resultados obtenidos indican que hubo cambios significativos en el ARA al ser comparado con el lubricante sin usar, tal como se presenta a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de caracterización física del ARA y el lubricante sin usar.

Fuente: Elaboración propia.

<i>Ensayo</i>	<i>Aceite Residual Automotriz</i>	<i>Aceite sin usar o virgen</i>
Número Base (mg).ASTM D 2896-07a	11,3 ± 0,2	6,5 ± 0,8
Número Ácido (mg).ASTM D 974-14e1	0,30 ± 0,10	2,12 ± 0,01
Contenido de agua (%).ASTM D 95	0,41 ± 0,01	0,05 ± 0,01
Densidad (gr/cm ³).ASTM D 1298	0,882 ± 0,001	0,897 ± 0,003
Punto de inflamación (°C).ASTM D 56	218 ± 10	225 ± 8

Vale destacar que tanto la alcalinidad del ARA como el contenido de agua aumentan en un 75% y 720%, respectivamente. Al mismo tiempo, la acidez, la densidad y el punto de inflamación disminuyen en un 86,00%; 1,67% y 3,11%, respectivamente.

4.2. Estado endurecido del concreto

4.2.1. Resistencia a la compresión para obtener dosis óptima de ARA.

Siguiendo las consideraciones de la Norma venezolana COVENIN 338:2002, en la Figura 1 se presenta una gráfica con los resultados de la resistencia a compresión alcanzada a las diferentes edades de las probetas de concreto que fueron ensayadas. En esta se observa que el concreto estructural, al cual le fue incorporado ARA en proporciones de 0,13% y 0,31%, alcanzan resistencias a compresión por encima de la resistencia del concreto de referencia, en las 3 edades estudiadas (7 días, 14 días y 28 días).

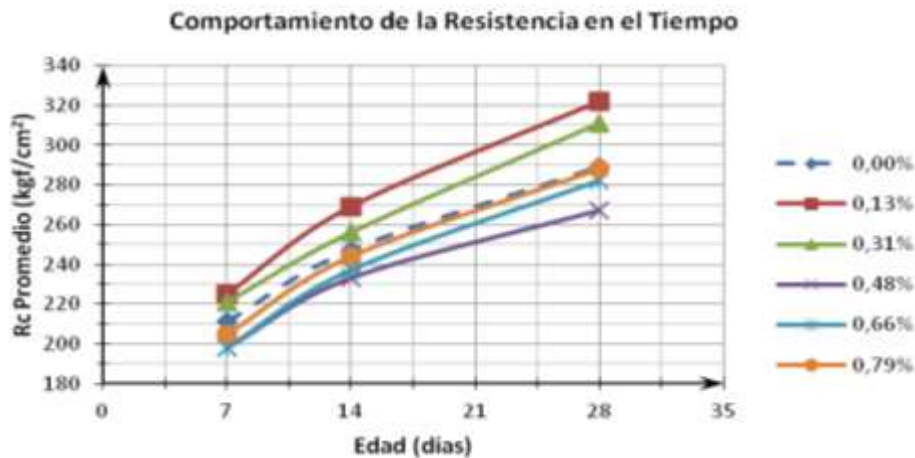


Figura 1. Resistencias a compresión de acuerdo a la dosificación y edad de las probetas.
Fuente: Elaboración propia.

De los valores de resistencia obtenidos a la edad de 28 días junto con las dosificaciones de ARA incorporado en el concreto (ver Tabla 5), se presenta a continuación la Figura 2, con la cual, es posible determinar un valor óptimo de dosificación de ARA a ser incorporada en la mezcla de concreto para obtener la mayor resistencia a la compresión.

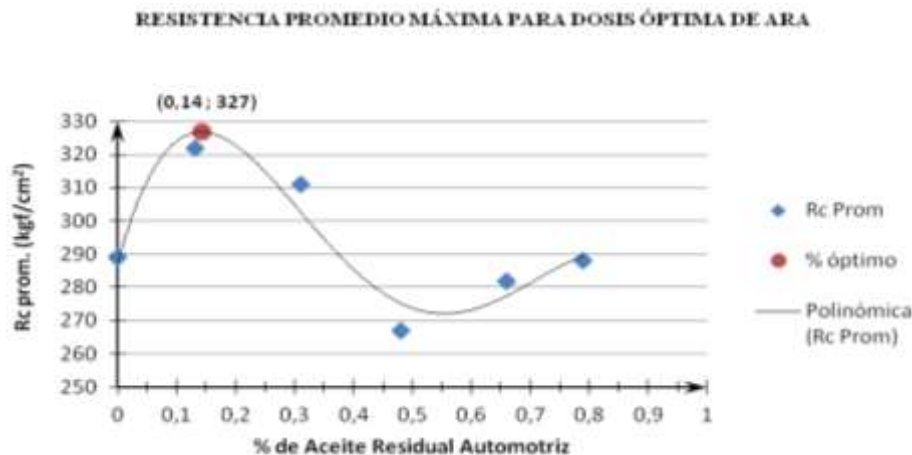


Figura 2. Resistencias a compresión de acuerdo a la dosificación y edad de las probetas.
Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 2 se obtiene que la dosis óptima de aceite residual a ser incorporado en la mezcla de concreto es de 0,14% por peso de cemento, para alcanzar una resistencia máxima de 327 kgf/cm², siendo esta dosis la empleada para realizar los ensayos al concreto endurecido, tales como resistencia a la compresión, módulo de rotura a la flexión, determinación de pulso ultrasónico en el concreto, cambios bruscos de temperatura y la adherencia entre el acero de refuerzo con el concreto estructural.

4.2. 2. Resistencia a la compresión (Control y dosis óptima de ARA)

Siguiendo las consideraciones de la Norma venezolana COVENIN 338:2002, se obtuvieron valores de resistencia a la compresión de la mezcla control (Patrón) y de mezcla con 0,14% de ARA por peso de cemento. La Figura 3 presenta los resultados obtenidos a los 7 días, 14 días y 28 días cuyas resistencias alcanzan.



Figura 3. Resistencia a la compresión de concreto con y sin dosis óptima de ARA. Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Resistencia a la flexión

Siguiendo las consideraciones de la Norma venezolana COVENIN 342:2004, se obtuvieron valores promedios del módulo de rotura de la muestra del concreto de referencia y del concreto con la dosis óptima de ARA. En la Figura 4 se presenta los valores donde se presenta que el módulo de rotura del concreto de referencia es de 3,6%.

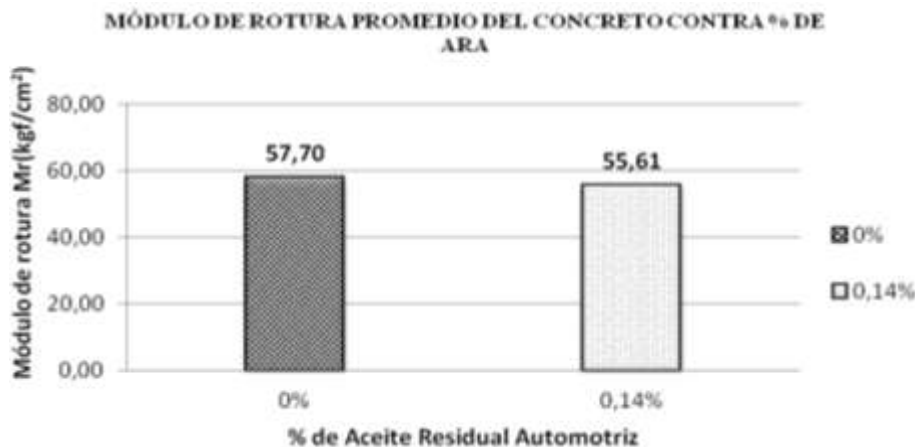


Figura 4. Módulo de rotura del concreto de referencia y del concreto con la dosis óptima de ARA. Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Velocidad de pulso ultrasónico

Siguiendo las consideraciones de la Norma venezolana COVENIN 1681:1980, se obtuvieron valores iguales en las velocidades promedios para ambos concretos en estudio,

lo que indica que el ARA no afecta la homogeneidad del concreto. En la Figura 5 se presentan las velocidades de pulso ultrasónico que alcanzan los 4,12 km/s, siendo este valor excelente para cualquier concreto.

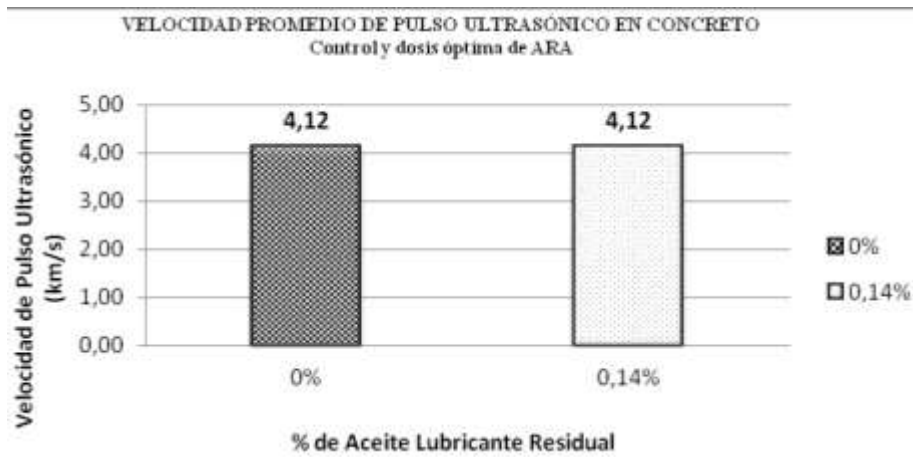


Figura 5. Velocidad promedio de pulso ultrasónico en probetas de concreto con y sin ARA. Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Cambios bruscos de temperatura

Los resultados obtenidos en este ensayo arrojaron que el concreto expuesto a temperatura de 5°C por 24 horas posee menos resistencia a la compresión que las probetas expuestas a temperatura de 105°C por 24 horas, y a su vez, éstas tienen menor resistencia que las probetas de concreto control que se mantuvieron en la piscina de curado a temperatura de 20°C. Vale resaltar que este comportamiento se cumple para ambas dosificaciones, sin embargo, en cada estado térmico estudiado (5°C y 105°C) las probetas de concreto con ARA alcanzaron mejores resistencias que las probetas de concreto control expuestas a dichas temperaturas.

En la Tabla 6, se presentan las resistencias alcanzadas por el concreto con ARA y el control, para los estados térmicos utilizados.

Tabla 6. Resistencias a compresión de probetas de concreto a diferentes estados térmicos. Fuente: Elaboración propia.

	Resistencia debido a cambios bruscos de temperatura en concreto (kgf/cm ²)		
	5°C	20°C	105°C
Concreto de control	258	325	279
Concreto con 0,14% ARA	272	351	347

En la Figura 6, se presenta una gráfica en donde se puede constatar que los cambios térmicos afectan tanto a las probetas de concreto de referencia como a las probetas de concreto que les fue incorporado el 0,14% de ARA por peso de cemento.

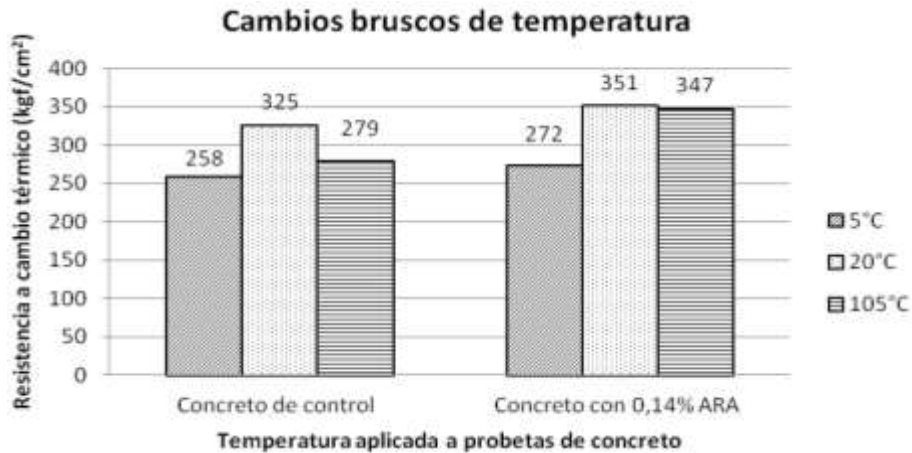


Figura 6. Cambio brusco de temperatura en concreto de control y con incorporación de ARA óptimo. Fuente: Elaboración propia.

4.3. Adherencia del acero de refuerzo y el concreto estructural

Los resultados obtenidos de la adherencia del acero de refuerzo con el concreto estructural, resultan por demás interesantes, ya que, de 3 mezclas se obtuvieron 12 probetas según lo especificado en Norma venezolana 1667:80, por cada dosificación (control y óptimo). En la Figura 7 se presentan 2 fotografías, la primera donde se están preparando las probetas de concreto con las barras de acero y, la segunda en el momento del ensayo de adherencia del acero de refuerzo con el concreto estructural, en la cual, también se observa el aparato de medida del deslizamiento.



Figura 7. Fotografías a) Elaboración de probetas de adherencia; b) Ensayo de adherencia. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 8 presenta los resultados de resistencias promedio obtenidas para deslizar 0,10 mm la barra de refuerzo adherido en el concreto estructural para ambas dosificaciones. Estos valores indican que la resistencia a la adherencia del concreto estructural con porcentaje óptimo de aceite (0,14% por peso de cemento) es superior en un 6% respecto a la resistencia a la adherencia control. También se incluyen los valores con la suma y resta de la desviación estándar al valor promedio de la resistencia.

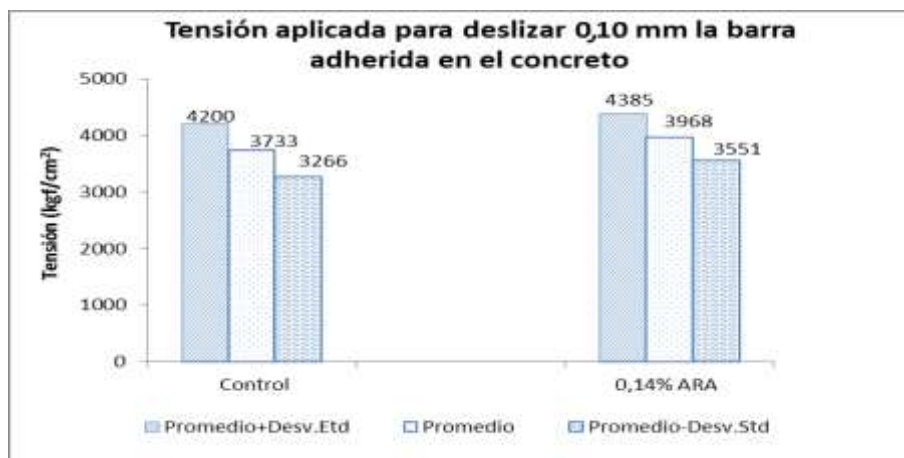


Figura 8. Tensión aplicada para deslizar 0,10 mm la barra adherida en el concreto con y sin ARA. Fuente: Elaboración propia.

La variabilidad o coeficiente de variación de los resultados obtenidos para las resistencias a la adherencia del acero de refuerzo con el concreto estructural, tanto la dosificación de control como óptima son de 12,5% y 10,5%, respectivamente.

Cabe resaltar que los resultados demuestran la factibilidad del uso del ARA como aditivo en mezclas de concreto estructural de 210 kgf/cm², sin afectar la adherencia del acero del refuerzo con el concreto estructural

5. CONCLUSIONES

El estudio del Aceite Residual Automotriz (ARA) usado como aditivo químico en el concreto estructural para mejorar la adherencia del acero de refuerzo, arrojó que es factible su uso debido a que los resultados obtenidos en los ensayos normativos realizados fueron aceptables. Se concluye que:

- La incorporación de ARA, por peso de cemento en el intervalo de 0,10 % a 0,30% de incorporación de ARA, el concreto tiene una resistencia a la compresión mayor a la resistencia a la compresión del concreto de referencia.
- Del intervalo anterior, se determinó un porcentaje óptimo de incorporación de ARA en las mezclas de concreto de 0,14%, por peso de cemento, que al ser incorporado en la mezcla de concreto resultó un aumento en la resistencia a la compresión de un 8% respecto a la compresión del concreto de referencia.

- El módulo de rotura del concreto con ARA al 0,14% fue 3,6% menor que el módulo de rotura del concreto de referencia.
- La velocidad de pulso ultrasónico fue similar para ambos concretos (con y sin ARA óptimo), por tanto, no se ve afectada la homogeneidad del concreto.
- En cada estado térmico estudiado (5°C y 105°C) las probetas de concreto con ARA (0,14%) fueron más resistentes que las probetas de concreto control expuestas a dichas temperaturas.
- La resistencia a la adherencia del acero de refuerzo con el concreto estructural incorporando el porcentaje óptimo de aceite (0,14% por peso de cemento) es superior en un 6% respecto a la resistencia a la adherencia control para un concreto estructural de 210 kgf/cm².

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la planta mezcladora de concreto perteneciente a la Fábrica Nacional de Cemento ubicada en San Antonio de El Valle, Caracas. Al equipo de valorización de residuos, en particular, a la Sra. Henley Pinto por el apoyo en la unificación del formato de este artículo. Asimismo, al financiamiento realizado por el FONACIT en el marco del proyecto de investigación N° 2011001245.

REFERENCIAS

Abioye O., Agamuthu A., Abdul R. (2012). *Biodegradation of Used Motor Oil in Soil Using Organic Waste Amendments*. Biotechnology Research International Volume 2012, Article ID 587041, 8 pages.

Barragán M., Bohórquez G. (2000). *Estudio de factibilidad técnica y económica para la instalación de una planta de regeneración de lubricantes automotores en el Área Metropolitana*. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Procesos Químicos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Páginas 336.

Bilal S Hamad, Ahmad A Rteil. (2003). *Effect of used engine oil on structural behavior of reinforced concrete elements*. Construction. Volume, Pages 203–211

El-Fadel M. & Khoury R. (2001). *Strategies for vehicle waste-oil management: a case study*. Resources, Conservation and Recycling, Volume 33, Issue 2, September 2001, Pages 75–91

Frias M., De La Villa R., García R., Sánchez M., Baloa T. (2013). *Mineralogical Evolution of Kaolin-Based Drinking Water Treatment Waste for Use as Pozzolanic Material. The Effect of Activation Temperature*. J. Am. Ceram. Soc., 1–8 (2013). DOI: 10.1111/jace.12521

García Balado, J. (1964). *Método para la Dosificación de Hormigones*. Instituto del Cemento Pórtland Argentino, Publicación Técnica N° 42.

García M., Sánchez M., Frías M., Mújika R. (2006) *Comportamiento científico técnico de los cementos portland elaborados con catalizadores FCC*. Monografías del IETcc, N° 412, Madrid-España, 46 páginas.

Nasir S, MuhdFadhilNuruddin,Salmia B. (2011). *Propierties of concrete containing used engine oil. International Journal of Susttainable Construction Engineering & Technology, Vol 2, Issue 1.*

Porrero J., Ramos C., Gráses J. Velazco G. (2012). *Manual del concreto estructural*. Editorial SIDETUR. Cuarta edición. Caracas, Venezuela.

Ramos G. (2007). *Propuesta para determinar el comportamiento a la compresión en probetas cilíndricas de 10 cm * 20 cm y 15 cm * 30 cm usadas para ensayos de resistencia a la compresión de concreto*. (Trabajo Especial de Grado) Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Caracas.

Santana R., González N. (2011) *Evaluación del uso delubricantes residuales de laindustria automotriz como componente en las mezclas deconcreto*. (Trabajo Especial de Grado)Universidad Central de Venezuela, Caracas.

**VIVIENDA SOCIAL PROGRESIVA CON TECNOLOGÍA SIEMA-VIV PARA
VIVIENDAS DE SUSTITUCIÓN EN TERRENOS CON PENDIENTES.**

Arq. Arliss Delgado¹, Esp. Arq. Beverly Hernández², MSc. Arq. Daniel Belandria³.

¹Departamento de Arquitectura, Universidad Simón Bolívar, e-mail: *delgado.arliss@gmail.com*

²Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela, e-mail: *beverlyhernandez@gmail.com*

³Departamento de Arquitectura, Universidad Simón Bolívar, e-mail: *daniel_belandria@gmail.com*

RESUMEN

En Caracas, los asentamientos informales se dan en su mayoría en zonas topográficas de altas pendientes. Estos asentamientos informales se caracterizan por la ausencia de asesoría técnica constructiva, generando una construcción precaria y vulnerable. La intención de este trabajo es presentar una propuesta de viviendas de interés social con estructura metálica, en asentamientos informales en terrenos con pendiente; en programas de “Rehabilitación de barrios”, “Viviendas por sustitución”, “Viviendas auto-gestionadas con asistencia técnica” etc. sin descartar la posibilidad de implementar la propuesta en programas de la industria de la construcción en general. Luego de analizar las tipologías de viviendas planteadas por la Prof. Teolinda Bolívar, se desarrollaron propuestas bajo las características exigidas por el uso, el contexto y el sistema constructivo SIEMA-VIV. El lugar escogido para implantar la propuesta fue el Barrio Las Minas, Parroquia Las Minas, Municipio Baruta, en donde se hizo un levantamiento fotográfico de las viviendas y algunas entrevistas no estructuradas y abiertas a algunos habitantes del lugar, para posteriormente incorporar las conclusiones a las propuestas. Como resultado se obtuvieron dos propuestas de viviendas bifamiliares, con posibilidades de desarrollo progresivo, las cuales se agruparon para conformar un conjunto habitacional. La ponencia resaltaré aspectos del trabajo académico realizado, enfatizando la aplicación de la propuesta constructiva a un caso de estudio venezolano.

Palabras clave: Vivienda bifamiliar, Viviendas de interés social, Progresividad, Sistema estructural con acero, SIEMA-VIV.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es el resultado de una pasantía académica en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) como requisito para la obtención del título de Arquitecto de la Universidad Simón Bolívar. El objetivo principal de la pasantía consistió

en desarrollar una propuesta de vivienda de interés social en asentamientos informales con pendientes entre 30% y 60% con el sistema constructivo SIEMA-VIV. La aplicación del sistema, (originalmente concebido para terrenos planos) en esta tipología de viviendas en pendiente, significó una experiencia muy interesante a nivel personal y significativa para el sistema constructivo en sí.

1. PREMISAS

En primer lugar, se plantea desarrollar la propuesta en donde se considere el proyecto como una actividad participativa, desarrollado bajo la mirada de tres actores principales: Financiamiento del Estado, Asesoría Técnica de Profesionales y Académicos y la Comunidad, generando un espacio de interacción que incorpore las necesidades de la comunidad, con lo cual, además de la aprobación del proyecto, vislumbra cierta seguridad de éxito.

También es importante destacar que se utiliza el sistema constructivo de estructura metálica apernada SIEMA-VIV, el cual hasta el momento se ha planteado únicamente para viviendas multifamiliares con posibilidad de desarrollo progresivo utilizando módulos espaciales y estructurales de 3.60 x3.60 m, y es parte de esta propuesta experimentar con otros módulos espaciales basados en la retícula que maneja el antecedente más cercano de este sistema como lo es el SIEMA.

2. ANÁLISIS DE LA VIVIENDA EN ASENTAMIENTOS INFORMALES.

En el libro "Densificación y vivienda en los barrios caraqueños" publicado en el año 1993 por Teolinda Bolívar, se expone un estudio exhaustivo en los barrios Sta. Cruz, Las Adjuntas y en los barrios Carpintero y Valle Alto del Municipio Sucre. De acuerdo al levantamiento de las viviendas que se obtuvieron se clasificaron 7 tipologías diferentes, las cuales son:

2.1 Casa disgregada en torno a un patio: "Recuerda a la casa rural tradicional del campo venezolano. La parte interna de las viviendas está disgregada en varios núcleos que se distribuyen alrededor de uno o varios patios, separándose en ellos las actividades pasivas de las de trabajo, como la cocina, y del baño, que siempre está apartado y más en contacto con el exterior. Es bastante cerrada, contiene pocas ventanas en contraste con la abundancia de espacios abiertos."

2.2 Casa Torre en plano: "Se trata de una edificación compacta. Ocupa una parcela muy pequeña que generalmente se ocupa por completo. Posee varios pisos de altura. Los Ambientes interiores oscuros y mal ventilados. Con una pequeña área en planta y el elevado número de pisos, se emplea un porcentaje considerable de área útil en escaleras."

- 2.3 Casa Torre en Pendiente:** “Por las fuertes pendientes se agrava el problema del área empleada en circulación vertical.”
- 2.4 Casa Isla:** “Es una Edificación que ocupa parcelas de muy poca superficie. Se encuentra rodeada de otras parcelas por todos sus lados y unida a la vía de acceso por un estrecho corredor o pasillo. Falta de ventilación e iluminación.”
- 2.5 Casa Vecindad:** “Es una agrupación de Habitaciones que se alquilan individualmente y comparten los servicios de lavadero, baño e incluso cocina. Algunas veces se agrupan alrededor de un patio y otras veces se organizan a través de pasillos cerrados, o de una combinación de ambas alternativas. Puede ser una edificación completa o ser una parte de ésta que se combinan dentro de ella con unidades habitacionales completas. Hacinamiento y falta de higiene.”
- 2.6 Edificio Multifamiliar:** “Las viviendas de pisos inferiores son encerradas y oscuras. Resuelven acceso y circulación internamente, rompen la relación entre cada piso del edificio y el suelo. Empobrecen el paisaje urbano de los barrios, al eliminar la fragmentación y escalonamiento de los volúmenes, los múltiples espacios de acceso, la diversidad interna de las viviendas. Interfiere en la vida colectiva y las relaciones vecinales, convirtiéndose en fortalezas, donde rejas, puertas de seguridad resguardan a sus habitantes del contacto con los vecinos. Grandes movimientos de tierra que atentan contra el frágil equilibrio de estas agrupaciones.”
- 2.7 Casa Enredada:** “Edificación predominante y característica de los barrios caraqueños. Crecimiento Avatárico: No sigue ningún patrón ni proyecto en su proceso de transformación. Es una vivienda unifamiliar que a partir de las necesidades y vicisitudes de las personas que la habitan, va extendiéndose hacia los lados, hacia arriba y hacia abajo, subdividiéndose, sustituyéndose e intersectándose hasta convertirse en una edificación multifamiliar y multifuncional de gran riqueza espacial interna y externa. Problemas de ventilación e iluminación. Contraste espacial: de la sombra a la luminosidad enceguedora, del encierro a la apertura, del cobijo al vértigo. (Ver imagen 1).”

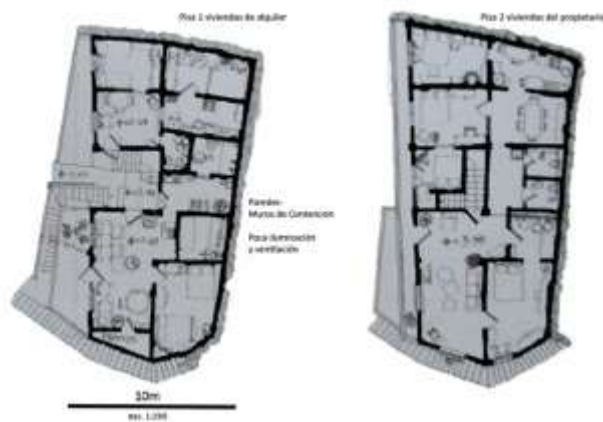


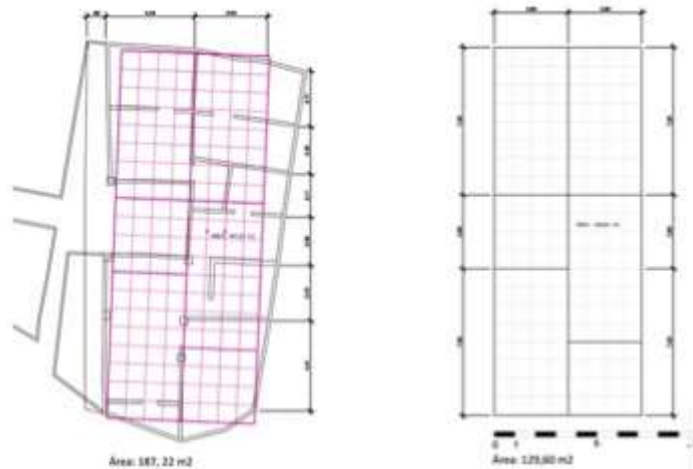
Imagen 1. Casa Enredada. Fuente: (Bolívar, T.,1993). Edición: Elaboración propia.

3. GEOMETRIZACIÓN.

3.1 Implantación de la retícula SIEMA-VIV en las Tipologías de viviendas categorizadas por Teolinda Bolívar.

A partir de las tipologías de viviendas caracterizadas por Teolinda Bolívar, se realizó el ejercicio de geometrizar las plantas y las secciones bajo la retícula utilizada por el sistema constructivo SIEMA-VIV y algunas utilizadas por el SIEMA (sistema constructivo que lo precede), manteniendo en todas y en cada una, la distribución espacial de la vivienda.

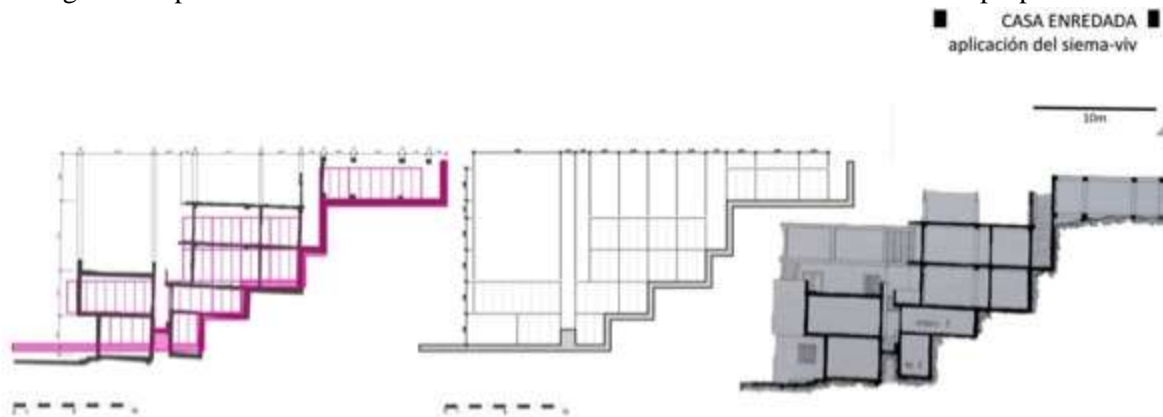
A continuación, se puede observar el ejercicio con la tipología de Casa Enredada. (Ver imagen 2 y 3).



Área inicial planta 1er. piso de la vivienda: 187,22 m²

Área planta 1er. piso con la implantación de la retícula 129,60 m²

Imagen 2. Implantación de retícula en casa enredada. Planta. Fuente: Elaboración propia



Módulos implantados 7.20 x 3.60 y 3.60 x 3.60

Imagen 3. Implantación de retícula en casa enredada. Alzado. Fuente: Elaboración propia

4. ADAPTACIÓN AL TERRENO

Luego de obtener las plantas y alzados geometrizados en función a las retículas del SIEMA y SIEMA-VIV, se realizaron nuevas configuraciones de cada una de esas tipologías, con el fin de adaptarse al terreno, entre 30% y 60% de pendiente, con una distribución espacial por niveles. Además, se toma en cuenta el posible crecimiento progresivo que pueda realizarse en la vivienda. Para este estudio, se adaptan los módulos de 2.7 m x 2.7 m y 3.60 m x 2.7 m, basados en el módulo base (o de diseño) de 0.9 m x 0.9 m planteado.

Comprobado el aspecto funcional y tipologías de las configuraciones de los módulos estructurales planteados, se ajusta el área por planta de estas tipologías ya que los esquemas mostrados por Teolinda Bolívar planteaban ambientes con mayores dimensiones que las usualmente adoptadas para viviendas económicas.

A continuación, se muestran las pruebas realizadas en el caso de la casa enredada:

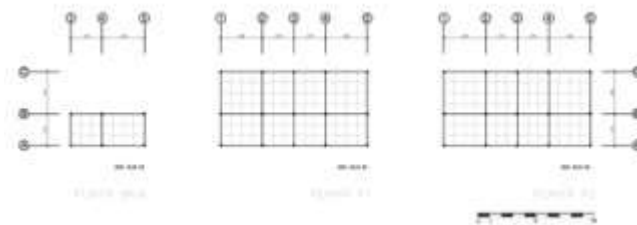


Imagen 4. Prueba experimental. Planta casa enredada. Modulo Base 0,90 m. Fuente: Elaboración propia

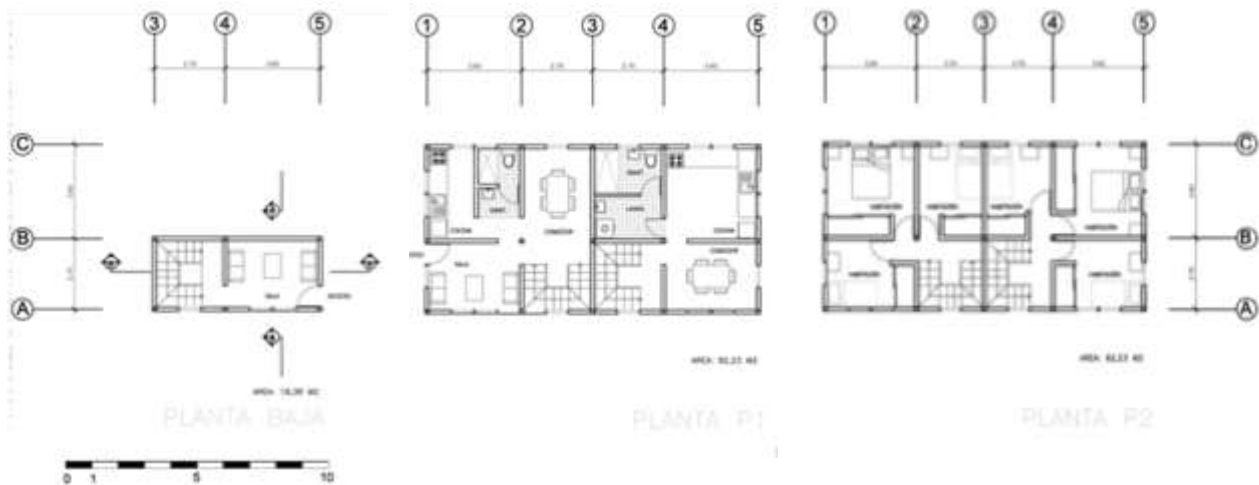


Imagen 5. Plantas. Fuente: Elaboración propia

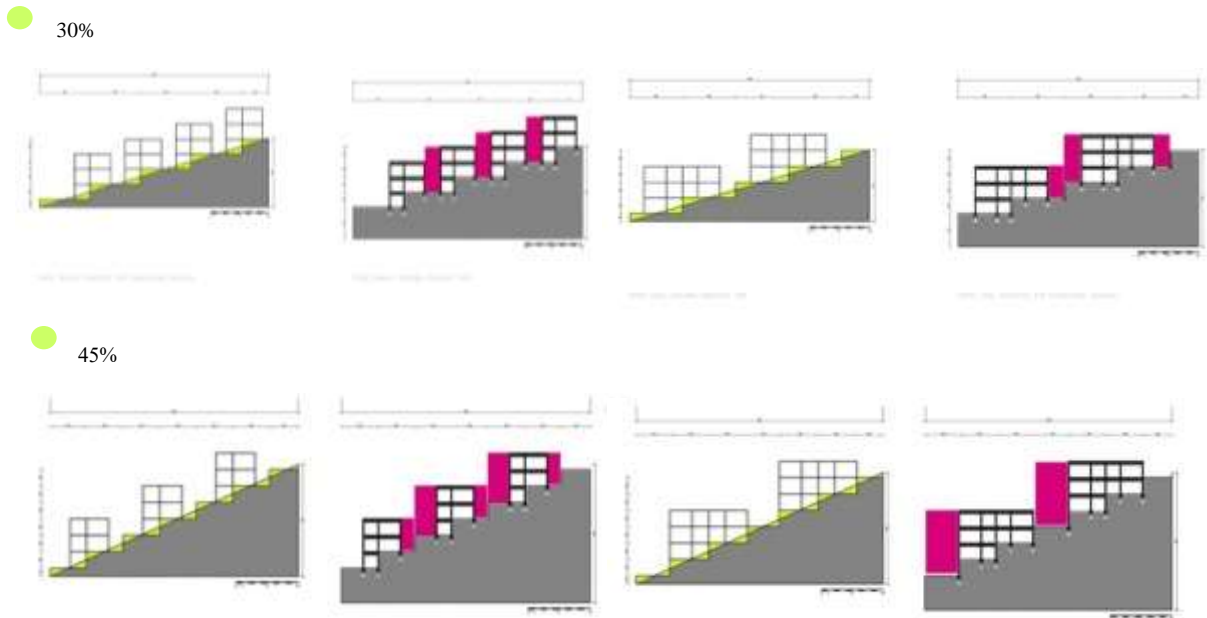


Imagen 6. Esquemas en corte en pendiente de 30% y 60%. Fuente: Elaboración propia

5. EL LUGAR. Caso De Estudio: Barrio Las Minas, Parroquia Las Minas, Municipio De Baruta.

La escogencia del lugar se basa principalmente en la cercanía y la fácil accesibilidad en la ciudad de Caracas. Con una topografía que presenta una pendiente entre el 0% y 60%, el terreno está ubicado en el Municipio Baruta, Parroquia las Minas, en el Barrio las Minas.

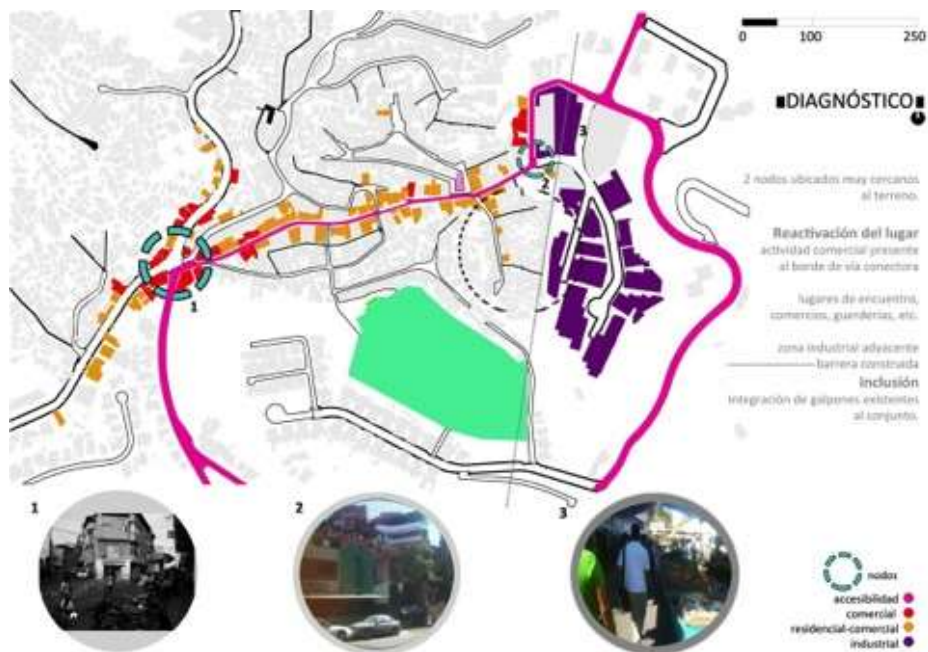


Imagen 7. Plano Diagnóstico. Fuente: Elaboración propia



Imagen 8. Fotografías del Lugar. Fotografía: A. Delgado (2015)

El lugar seleccionado presenta accesibilidad vehicular y un desnivel del terreno de unos 25 m. Las pendientes se encuentran dentro del rango 30% a 60% planteadas como hipótesis para el SIEMA-VIV. Además, se encuentra inmerso en una trama urbana, que sí bien carece de ciertos equipamientos, existe accesibilidad a la mayoría de ellos por vías cercanas y es factible desarrollar una propuesta de vivienda, básicamente de sustitución.

6. TRABAJO DE CAMPO

En una segunda etapa de análisis, se levantaron datos específicos de las características que presentan las viviendas del lugar, para posteriormente integrar los resultados a los esquemas generados.

En total se levantaron 60 casas, y se utilizaron dos cuadros tipo en los cuales se especificaron los siguientes aspectos (Ver imagen 9, 10 y 11):

A1		CASAS				
		A1				
ALTURAS	PISOS	1	2	3	4	5
				x		
ETAPAS CONSTRUCTIVAS		I	II	III	IV	V
		x				
USOS		RES.	MIXTO			
		x				
INSTALACIONES		SAN		ELECT		
		EXT	INT	EXT	INT	
			x	x		
ACCESOS	N°	1	2	3	4	5
		x				
	POSICIÓN	V. PPAL	VEREDA	OTRO		
		x				
PISO DE ACCESO		1	2	3	4	5
		x				
VENTANAS	EXISTENCIA	SI	NO			
		x				
	TAMAÑO	PEQ.	MED.	GRD.		
		x				
POSICIÓN		CALLE	VEREDA	CASA	PATIO	
		x				

Imagen 9. Ficha modelo Vivienda A1. Datos Cuadro Tipo A Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Cuadro Tipo B (Parcial). Fuente: Elaboración propia

ESTRUCTURA								observaciones
miembros estructurales								
si existen								
CONTINUIDAD		material			ESTADO			
continuos	discontinuos	concreto	acero	otro	BUENO	REGULAR	MALO	
								no se ven
X		X				X		
X		X				X		
X		X				X		

Basándose en los resultados obtenidos, y en los diagramas planteados, tanto de las tipologías referidas por Teolinda Bolívar, como de los referentes provenientes del análisis del barrio; se puntualizaron ciertos aspectos para la propuesta, tales como condiciones de acabado, ventilación, accesos y configuración espacial.

7. COMPROBACIÓN ESPACIAL EN CASO DE ESTUDIO. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.

El diseño de la propuesta asume la tipología de la 'casa enredada' por ser la más predominante en los barrios caraqueños y presentarse en el lugar escogido como caso de estudio. Este tipo de vivienda tiene el patio como elemento e importante desde el punto de vista de habitabilidad y confort, que además de enriquecer espacialmente ayuda al problema de ventilación e iluminación.

Se elaboran entonces, dos propuestas de acuerdo a esta tipología de vivienda. La vivienda Tipo A es una vivienda de tres pisos y su planta baja es comercial. La vivienda Tipo B tiene una altura de dos pisos y no se plantea comercio, por lo menos en la primera etapa de su vida útil. En ambas viviendas se propone un posible crecimiento progresivo o dos etapas constructivas.



Imagen 10. Planta Conjunto. Elaboración propia

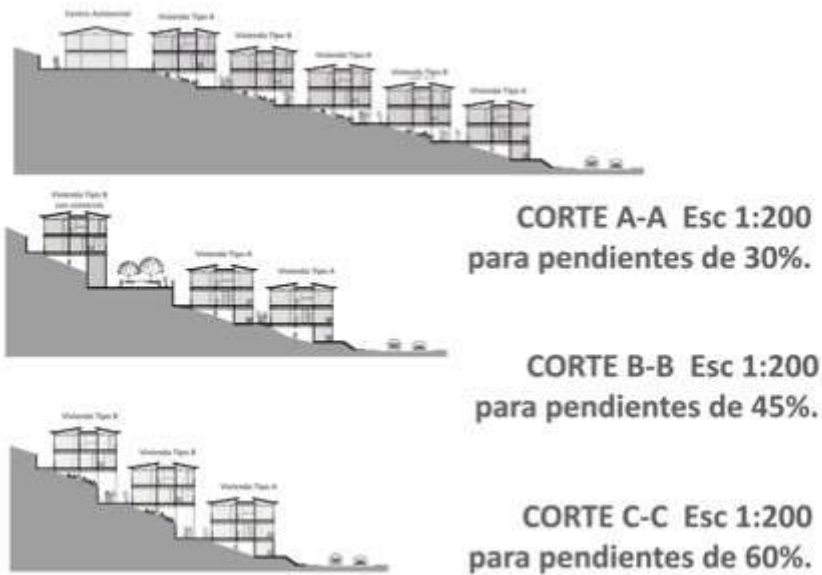


Imagen 11. Cortes del conjunto. Elaboración propia



Imagen 12. Cortes Propuesta A. Elaboración propia



Imagen 13. Vista Externa y Despiece Propuesta A. Elaboración propia

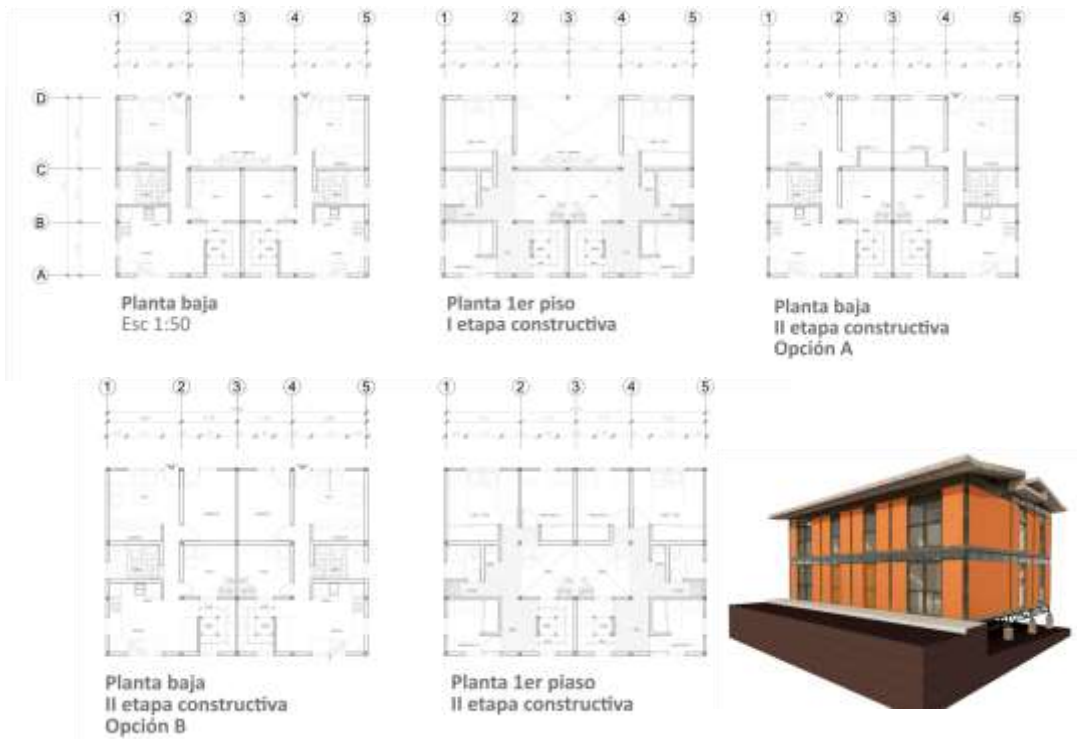


Imagen 14. Plantas Propuesta Tipo A. Fuente: Elaboración Propia

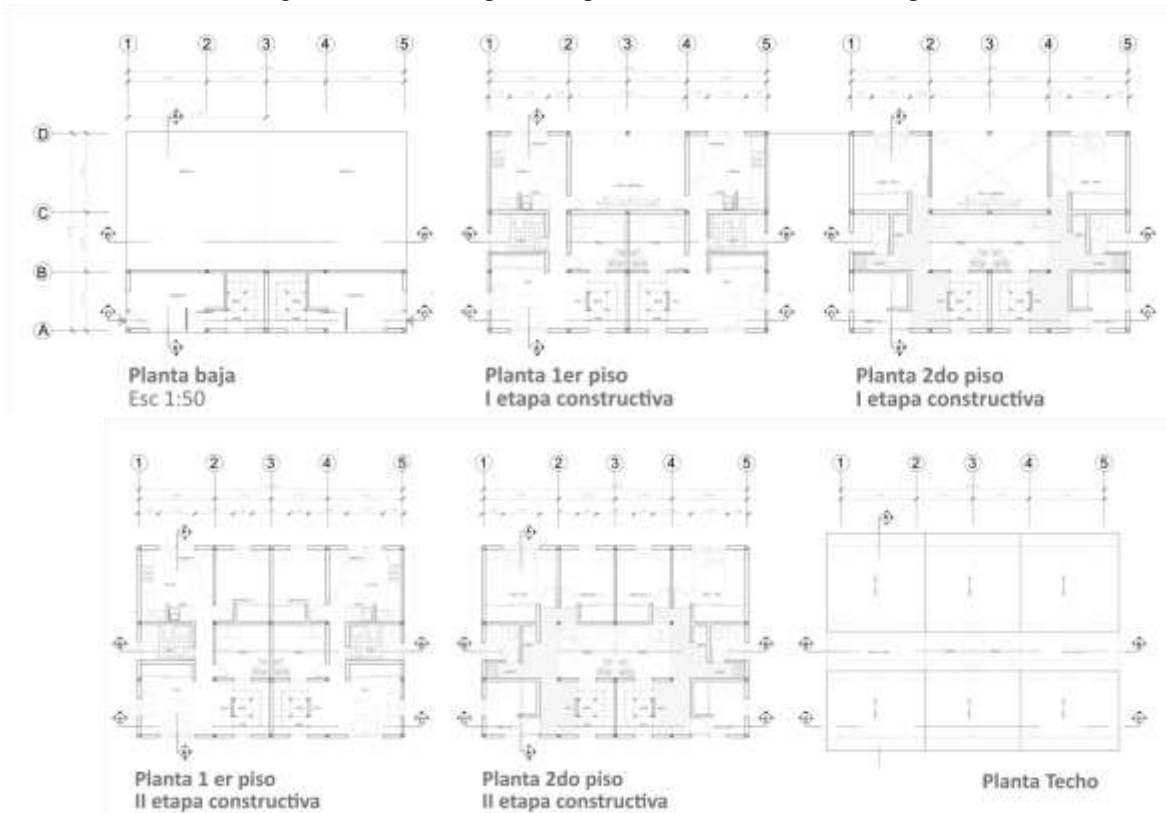


Imagen 15. Plantas Propuesta Tipo B. Fuente: Elaboración Propia

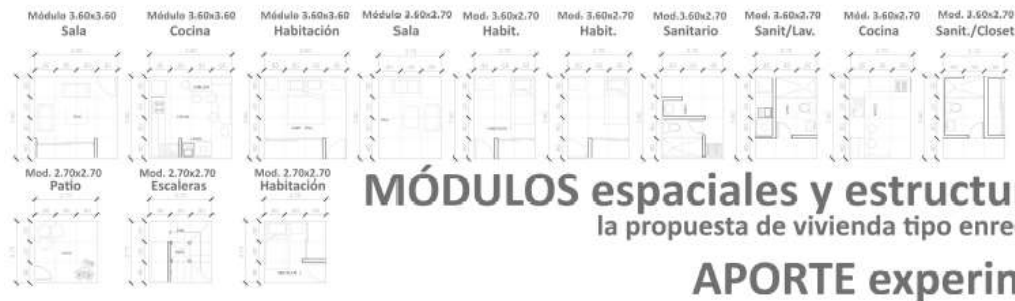


Imagen 16. Módulos Propuestos. Fuente: Elaboración Propia

8. ADAPTACIÓN ESTRUCTURAL. SIEMA-VIV Para Terrenos Entre 30% Y 60%.

En vista de que originalmente el Sistema está diseñado para terrenos planos, se hizo necesario plantear una primera versión de un componente como prolongación ajustable de las columnas, que pudiera incorporarse como parte del sistema, utilizando los mismos criterios de diseño que se utilizaron en el diseño de los miembros estructurales verticales del SIEMA-VIV.

Este componente solventa las diferencias que se puedan producir en los terrenos con pendientes, y la llegada de las columnas a sus fundaciones, de manera de no modificar el componente de columna, sino que sea este componente nuevo el que se adapte, entre la columna y su fundación



Imagen 17. Componente Estructural. Fuente: Elaboración Propia

9. CONCLUSIONES

El estudio realizado comprueba la adaptación de la propuesta original del Sistema SIEMA-VIV tanto desde el punto de vista estructural como espacio-funcional para pendientes de 30% a 60%. El planteamiento de una segunda etapa constructiva se cumple con las expectativas del crecimiento familiar; y a su vez, el desarrollo de la propuesta atiende de cierta forma al déficit de alternativas que presentan en los asentamientos informales, generando condiciones espaciales que se adaptan a la dinámica de sus habitantes y a las condiciones acordes a la topografía de los terrenos disponibles. También el estudio desarrolla nuevos módulos espaciales para ser incorporados al sistema, así como un nuevo componente para su adaptación terrenos en pendientes, los cuales deberán ser revisados y comprobados experimentalmente antes de su incorporación en el catálogo de componentes y subsistemas. Por otra parte, si bien no se llegó a un planteamiento urbano que se acoplara al tejido del lugar, tanto la investigación realizada como la propuesta representa un paso de inicio para futuras investigaciones o propuestas del SIEMA-VIV sobre este tema.

Por último y no menos importante, se hace necesario destacar que el presente trabajo fue un ejercicio académico sobre la comprobación de las implicaciones de adaptación de un sistema constructivo a un uso y a un contexto tan particular como lo son los asentamientos informales, que van más allá del ámbito técnico-constructivo y/o logístico y de planificación, sino que es inherente a las características socio culturales de los habitantes.

10. BIBLIOGRAFÍA.

- BOLÍVAR, T. (1993). *Densificación y Vivienda en los barrios caraqueños* (Consejo Nacional de la Vivienda CONAVI). Caracas, Venezuela.
- BOLÍVAR Teolinda y BALDÓ Josefina. (1991). *Encuentro Internacional por la Rehabilitación de los barrios. Ponencias recopiladas en "La Cuestión de los Barrios"* (1995). Fundación Polar/UCV, Monte Ávila Editores. Caracas, Venezuela.
- CILENTO, A. (1999). *Cambio de Paradigma del Hábitat*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CDCH. Caracas, Venezuela
- HERNÁNDEZ R., B. (2009). *SIEMA-VIV: Un sistema estructural articulado de acero para la construcción de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo*. Trabajo Especial de Grado para obtención del título: Especialista en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Caracas. IDEC-FAU-UCV.
- MAGGI, G. (1998). *Sistema de Estructura Metálica Apornada, SIEMA*. Concepción, aplicaciones y perspectiva. Trabajo de Ascenso a Nivel Asociado de la UCV. FAU-UCV. Caracas, Venezuela.

- MENDOZA LUIS. (2013). Comprobación de la tecnología SIEMA-VIV a través de configuración de viviendas multifamiliares de desarrollo progresivo en terrenos con pendientes comprendidas entre el 30 y 60 %. Trabajo de pasantía en el IDEC para obtención de Título de Arquitecto. USB. Caracas, Venezuela.
- VILLANUEVA FEDERICO Y BALDÓ JOSEFINA (1993) “Habilitación Física de Barrios. Publicación seriada IDEC Tecnología y construcción N°9. Caracas, Venezuela.
- VILLANUEVA, FEDERICO Y BALDÓ JOSEFINA (2003). La política de vivienda para Caracas, Venezuela.

TENDENCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON TECNOLOGÍAS INDUSTRIALIZADAS DENTRO DEL MARCO DE LA AGENDA SOSTENIBLE

Dra. Ing. Dembo Nancy¹, Dra. Arq. Hobaica María Elena², Dr. Ing. Rosales Luis³

¹Sector Tecnología, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, nancydem1@gmail.com

²IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, hobaica@gmail.com

³ IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, luis.alvydas@gmail.com

RESUMEN

Se presenta una investigación de carácter documental cuyo objetivo es conocer la orientación tecnológica de los procesos de construcción utilizados en la producción de edificaciones de vivienda desde la perspectiva de la industrialización de la construcción y en el marco de la agenda sostenible. A partir de una muestra representativa de casos de estudio se busca identificar los cambios ocurridos en las tres últimas décadas en función de los avances tecnológicos y del cambio climático. La información obtenida y sistematizada en términos de caracterización de la vivienda, descripción del proceso productivo, grado de industrialización, estudio de factores bioclimáticos y de sostenibilidad, criterios de habitabilidad, pertinencia, flexibilidad, economía y gasto energético de las formas de producción consideradas, se utilizará para alimentar, en una siguiente etapa, una base de datos con información útil para la toma de decisiones, a la vez que abrirá nuevos campos de investigación en el tema de la producción de viviendas.

Palabras clave: Construcción industrializada, agenda sostenible, eficiencia energética, habitabilidad, estandarización.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objeto esbozar la orientación tecnológica de los procesos de construcción industrializados utilizados en la producción de viviendas a nivel internacional, dentro de las pautas definidas en la agenda sostenible, a partir de la década de los ochenta, en el siglo XX. Será ese un momento fundamental, un *turnnigpoint* para el Sector Construcción debido a la irrupción del tema de la sustentabilidad como consecuencia de los cambios climáticos a nivel mundial atribuidos al uso indiscriminado de los combustibles fósiles debido al creciente consumo energético, que obliga a repensar las formas de diseñar y construir. Ejemplos concretos demuestran que existen nuevos planteamientos, nuevos materiales y nuevas técnicas orientadas en esa dirección.

Sin embargo, es necesario resaltar que las preocupaciones de orden ecológico y climático están más que todo dirigidas a las naciones más ricas y con mayor desarrollo tecnológico, donde a menudo los proyectos con énfasis en las preocupaciones ambientales y energéticas derivan en experiencias a costos elevados.

La industria de la construcción ha replanteado sus formas de producción al incorporar criterios de racionalidad energética tales como: el comportamiento higrotérmico, lumínico, acústico, de salubridad e impacto ambiental, de control de desperdicios, sin olvidar los aspectos económicos, de mantenimiento, seguridad y durabilidad.

Haciendo un poco de historia, es importante recordar que la industrialización de la construcción tuvo una gran oportunidad como consecuencia de las guerras mundiales, circunstancia que generó escasez de materiales y mano de obra, lo que incrementó los costos de construcción. Este hecho causó un creciente interés en el desarrollo de tecnologías que permitieron sistematizar la producción tanto de componentes de concreto armado como de acero, como un medio para reducir el alto costo de la mano de obra y disminuir la incidencia del costo de producción en cadena, generando plantas con una enorme rigidez. Como consecuencia se construyeron miles de viviendas con poca diversidad, abusando de las configuraciones lineales y generando monótonos urbanismos.

Una vez solventado el tema de la cantidad en la Europa de la posguerra, los sistemas de prefabricación, tal como fueron abordados en esta primera etapa de industrialización de la construcción, mostraron su agotamiento. Las aspiraciones desde la demanda comenzaron a exigir calidad y mayor diversidad de opciones. Las soluciones asociadas a los grandes bloques y las enormes concentraciones de unidades de habitación fueron desplazadas por la vivienda unifamiliar.

Se intentaba entonces combinar las ventajas de la industrialización, como proceso racional de producción, con el cumplimiento de las exigencias de habitabilidad. El cambio de paradigma involucraba un claro objetivo: “La oferta de la cantidad sería sustituida por la de calidad”.

Vale acotar que las experiencias que derivaron de este impulso por industrializar los procesos de producción fueron trasladadas a los países en vías de desarrollo que, por razones distintas a la devastación bélica, necesitaban activar la producción de viviendas. Esta transferencia tecnológica ha tenido devenires diversos en el tercer mundo, en ocasiones bajo el estricto patrón de la transferencia (Figura 1) y en otros, como inspiración a desarrollos locales endógenos. (Figura2)



Figura 1. Planta Corpoban. Traslado directo de



Figura 2. Del Sistema Clasp inglés al Siema

tecnologías foráneas (Fuente: propia)

venezolano (Fuente: propia)

El Arq. Alfredo Cilento, quien ha estudiado por décadas el problema de la vivienda, reafirma las ventajas del proceso de construcción progresiva para las regiones con déficits de urbanismo y el desarrollo de procesos constructivos sostenibles para lograr “producir más con menos”, e insiste: “Un enfoque tecnológico basado en la consideración del ciclo de vida de las edificaciones, exige innovar en cuanto a la constitución de materiales y componentes, plantea un adecuado transporte y reciclaje, facilidad de almacenamiento y colocación en obra, posibilidad de desmontaje y reúso de los materiales, bajo consumo energético y de energía incorporada, aprovechamiento y mejoramiento de recursos y técnicas locales, facilidad de producción local a pequeña escala, respeto a los valores culturales y ambientales locales y una relación favorable de calidad-precio”.(1)

En tal sentido, las consecuencias ambientales por el uso intensivo de la energía durante muchos años y la crisis energética mundial han despertado la conciencia internacional sobre la necesidad imperiosa de cambiar el modelo. Para implementar el nuevo modelo es esencial aprender a obtener energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente, de fuentes alternativas. Así mismo, es fundamental usar eficientemente la energía proveniente de combustibles fósiles como el petróleo, lo cual implica no utilizarla en actividades innecesarias y lograr el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es un aspecto primordial para alcanzar un auténtico desarrollo sostenible, término que quedó acuñado luego del Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, de 1987, conocido como Informe Brundtland.

El Informe Brundtland fue el primer intento de eliminar la confrontación entre desarrollo y sostenibilidad. Presentado en 1987 por la Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, al plantear que el rumbo tomado por la sociedad global estaba destruyendo el ambiente. Dicho documento postuló la protección ambiental como un problema global que debía considerar al desarrollo y al ambiente como inseparables. Este documento traza el concepto de desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable), definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones, a la vez que lo incorpora a todos los programas de la ONU.

2. TENDENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Bajo las pautas de una agenda sostenible no hay duda de que las tendencias en la industria de la construcción han sufrido un viraje y ahora las orientaciones que dominan difieren de aquellas que caracterizaron a la primera fase de industrialización. Sin embargo, hay un aspecto, el de la coordinación modular, que ha permanecido en el tiempo, dado que promueve una colaboración más abierta entre proyectistas, promotores, constructores y fabricantes. (Figura 3)

Tabla 1: Casos de estudio (Fuente: elaboración propia)

- 1.- Habidite
- 2.- Manubuild
- 3.- Indagsa
- 4.- Infiniski / contenedores reciclados
- 5.- Tetra estructura
- 6.- Toyota Home
- 7.- Prefabricados Pujol unifamiliar
- 8.- Prefabricados Pujol multifamiliar
- 9.- MarmolRadzinerPrefab
- 10.- Rocío Romero Prefabricados
- 11.- Sipromat
- 12.- IkeaBoklok
- 13.- Sancocho
- 14.- Concaprego
- 15.- Túnel
- 16.- Simix
- 17.- Viposa
- 18.- SP Carlos Becerra
- 19.- Ombúes casas prefabricadas
- 20.- Casa Alemana
- 21.- Kholer living homes
- 22.- Agro vivienda prefabricada
- 23.- CasaAntuco
- 24.- Sistema Modular / Mi casa prefab
- 25.- Ecohouse
- 26.- Tropicalum c.a.
- 27.- Petrocasa
- 28.- It-House
- 29.- M-House
- 30.- Crossbox

A fin de cubrir esta clasificación y partiendo de una identificación de rasgos variados, significativos e innovadores en cuanto a los aspectos de industrialización y sostenibilidad, se seleccionaron, en una primera instancia, 30 casos de estudio de 15 países, los cuales se numeraron como se muestra en la tabla 1.

Posteriormente, para cada uno, se elaboró una ficha técnica (Figura 4), que permite identificar los aspectos que se enumeran a continuación.



Figura 4: Ficha tipo (elaboración propia)

Características de la vivienda: con el fin de determinar si se trata de viviendas unifamiliares o multifamiliares, su diseño en planta, las áreas y sus relaciones, si las soluciones permiten ampliaciones o modificaciones, si se han respetado criterios de coordinación modular.

Proceso constructivo: con énfasis en el formato de los componentes, es decir, si se trata de elementos de pequeño, mediano o gran formato, si está orientado a sistemas estructurales de pórticos o de paredes portantes, si las uniones son secas o húmedas, cuáles son los materiales involucrados, si resuelve todos los componentes (sistema cerrado) o si incorpora elementos de la industria (sistema abierto), cuánto del proceso se realiza en fábrica y que operaciones se desplazan al sitio de la obra, qué equipos se requieren para el montaje, cómo se organiza el despacho, cómo se vincula, desde el punto de vista estructural, la edificación al terreno, cómo se resuelven las instalaciones, entre otros.

Factores bioclimáticos y de sostenibilidad. Se ha identificado el emplazamiento y ubicación de las viviendas, su vinculación con el clima exterior, los tipos de energía que utiliza y el potencial de poder incorporar energías renovables, así como técnicas pasivas de ahorro energético.

Criterios de habitabilidad: se analiza el comportamiento higrotérmico, acústico y lumínico de la vivienda, cómo han sido abordados los aspectos de salubridad e impacto ambiental, en qué medida se incorpora el equipamiento y si se ofrecen sistemas especiales asociados al confort.

Así mismo, se reconocen las consideraciones en torno a la seguridad y durabilidad de la vivienda y en la medida en que aparecen los datos, se determina la vigencia del sistema.

Sobre estos aspectos hemos encontrado lo siguiente:

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

En lo que concierne a las características de la vivienda, una de las tendencias que caracteriza a casi todos los casos estudiados es que el ensamblaje se hace en función de la adición de módulos tridimensionales. Estos módulos pueden ser ensamblados en fábrica o en sitio. La primera opción tiende a prevalecer en los países desarrollados y la tendencia es que estos módulos cada vez estén más acabados. Ejemplo de ello son: Habidite (1), Infiniski (4), Rocío Romero prefabricados (10), M-House(29).

Mientras algunos de los sistemas proponen la definición de los espacios internos y sugieren la ubicación de las particiones, como el caso de Toyota Homes (6) e Ikea Boklok (12), donde la incorporación del mobiliario es visto como un plus, otros optan por plantas libres dejando la opción al usuario para diseñar sus propios espacios, como los casos de los contenedores Cross-Box (30) e IT-House (28).



Figura 5: SP Carlos Becerra (Fuente propia).



Figura 6: It House
(Web: www.tkithouse.com)

Cuando se aspira a mayor flexibilidad y a la posibilidad de integrar componentes del mercado, la opción suele ser sobre la base de sistemas de pórticos, como es el caso de las propuestas de Marmol-Radziner (9) y SP Carlos Becerra (18) (Figura 5).

Otra de las tendencias que surge con claridad es la del diseño personalizado. A diferencia de la producción de viviendas a partir de procesos industrializados de mediados del siglo XX, la vivienda a la medida o por encargo ha desplazado el concepto de vivienda tipo o modelos preestablecidos. Además, tiene un valor fundamental la posibilidad de modificarlas y/o ampliarlas. Es el caso de Ombúes (19) y de Kholer living homes (21). Las versiones personalizadas se entregan como un kit cuyo despacho ha sido organizado y programado para que la entrega se haga en un solo envío. Todo esto conlleva a que prevalezcan los sistemas orientados a producir viviendas unifamiliares sobre las multifamiliares.

En relación con la estética de la vivienda, algunos sistemas intentan reproducir las formas de lo que podríamos llamar la vivienda tradicional, con sus techos a dos aguas, tipo chalet, como un mecanismo de aceptación. Es el caso de Viposa (17), Sancocho (13), Sistema Modular (24) o Ecohouse (25). En contraste, otras tienden hacia una estética moderna como las de Marmol-Radziner (9), It-House (28) (Figura 6), o aquellas que privilegian la estética de la máquina, como es el caso de los containers de Cross-box (30) y M-House (29).

2.2. PROCESO CONSTRUCTIVO

Los procesos constructivos están orientados, por un lado, a resolver los elementos de soporte y por otro, los de fachada y particiones internas. Es así como veremos una clara predilección por los sistemas que combinan estructuras de acero con cerramientos de variados tipos, como SP Carlos Becerra (18) y It-House (28) (Figuras 5 y 6). Dentro de esta opción surgen también los sistemas que se ensamblan en estructuras tridimensionales en fábrica, como Marmol-Radziner (9), Kholer living homes (21) (Figura 7) y aquellos cuyos componentes en forma de kit son enviados al sitio de la obra para su ensamblaje, como Tetra estructura (5), Tropicalum (26) y Manubuild (2).



Figura 7: Kohler living home.

(Fuente web:<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-19893/kohler-livinghome-vivienda-prefabricada-y-sustentable>)

También en la orientación de los sistemas que permiten resolver estructuras de pórticos o esqueletos, encontraremos opciones de madera-acero como Rocío Romero (10) y EcoHouse (25) o de madera sola, como son los casos de Casa Antuco (23) e Ikea Boklok (12), que pueden visualizarse como reinterpretaciones del antiguo *balloonframe* que se popularizó en los EEUU a principios del siglo XX.

Por otra parte, están los sistemas que favorecen las estructuras de paredes portantes, como por ejemplo: Simix (16) (Figura 8), Túnel (15), Concaprego (14), Petrocasas (27), Indagsa (3) y Prefabricados Pujol (7 y 8). Vale acotar que los sistemas orientados a producir las estructuras de paredes portantes a partir de paneles de mediano o pequeño formato, mantienen su vigencia. En la búsqueda de menor peso para estas piezas, se recurre a geometrías bajo relieve como Viposa (17) o espesores pequeños que se logran por el apoyo de bastidores de acero rellenos de hormigón, como el sistema Sancocho (13).

Por último, han surgido las estructuras volumétricas de lámina de acero, como Crossbox (30) y Sipromat (11) o de aluminio, como M-House (29) (Figura 9), que en forma de cajas han pasado a ser una opción de módulos habitables, siendo que son estructuras autoportantes.



Figura 8: Sistema de paredes portantes Simix (fuente propia)



Figura 9: Sistema M House de láminas de aluminio (Web: www.m-house.org)

Tanto si el módulo se ensambla en fábrica o si se arma en sitio a partir de componentes, la clave sigue siendo las uniones. En la mayoría de los casos estudiados se utilizan uniones

por soldadura o apernadas. La tabla 2 muestra un resumen de las variables analizadas para cada sistema.

Tabla 2: Variables referidas al diseño de la vivienda y al proceso constructivo(Fuente propia)

1 no.	2 sistema	3 modulación	4 unifamiliar	5 multifamiliar	6 progresiva o transformable	7 componentes no estructurales	8 componentes estructurales	9 sistema cerrado	10 sistema abierto	11 materiales	12 estructura sismo resistente
01	habidite	x	x	x	x	x	x	x		celda de acero recubierta con concreto	x
02	manubuild	x		x		x	x		x	estructura tubular de acero	x
03	indagsa		x	x		x	x		x	paneles concreto armado	x
04	infiniski	x	x	x	x	x	x		x	contenedores maritimos de acero	x
05	tetra estructura	x	x			x	x	x		estructura de acero y tetrapanel	x
06	toyotahomes	x	x		x	x	x		x	estructura de acero	x
07	pujol unifamiliar	x	x			x	x		x	columnas vigas y losas de concreto armado paneles sadwich de hormigon	
08	pujol multifamiliar	x		x		x	x		x	columnas vigas, losas y paredes concreto armado	
09	marmolradziner prefab	x		x	x	x	x		x	módulos de estructura de acero complementados con losacero	x
10	rocío romero prefabricados	x	x			x	x		x	componentes a base de conglomerados de madera, tubulares de acero y acabados en lámina de acero	x
11	sipromat	x	x		x		x		x	componentes a base de lámina de acero corrugada	x
12	ikeaboklok	x	x	x	x	x	x		x	paneles a base de componentes de madera reciclada conocidos como living board	x
13	sancocho	x	x		x	x	x	x		componentes de concreto armado con marcos de acero y tubulares de acero	x
14	concaprego	x	x	x		x	x	x		componentes de concreto armado con marcos de acero y tubulares de acero	x
15	túnel	x	x	x			x		x	concreto armado	x
16	simix	x		x		x	x	x		concreto armado. paredes vaciadas en	x

										sitio y losas y tabiques prefabricados	
17	viposa	x	x		x	x	x	x		concreto armado. componentes prefabricados de paredes portantes y losas	x
18	spcarlos becerra	x	x		x		x		x	acero y madera	x
19	ombúes	x	x		x	x	x		x	acero liviano galvanizado y paneles multicapa	x
20	casa alemana	x	x	x	x	x	x		x	acero y paneles tipo sandwich	x
21	kholer-living homes	x	x			x	x		x	perfiles de acero reciclado, lámina de acero y paneles tipo sándwich	x
22	agro-vivienda prefabricadas	x		x		x	x		x	estructura de acero. fachadas con paneles de vidrio y aluminio y acabados en terracota	x
23	antuco	x	x			x	x		x	componentes de madera	x
24	sistema modular mi casa prefabricada	x	x		x	x	x	x		paneles de concreto armado con marcos de acero. vigas de techo en madera	x
25	ecohouse	x	x		x	x	x		x	acero más paneles de madera laminada parales de madera con paneles de madera laminada	x
26	tropicalum	x	x		x	x	x		x	estructura de acero bloques de concreto racionalizados machimbreado de madera	x
27	petrocasa	x	x	x	x	x	x		x	perfiles policloruro de vinilo rellenos de concreto tubulares de acero paneles machimbreados	x
28	it-house	x	x	x	x	x	x		x	componentes de aluminio para columnas, vigas, losas y cruces de san andrés.	x
29	m-house	x	x	x	x	x	x		x	paneles de aluminio corrugado con aislamiento térmico	x
30	crossbox	x	x				x		x	lamina de acero corrugado	x

2.3. FACTORES BIOCLIMÁTICOS

Los sistemas analizados muestran una interconexión bien pensada con el ambiente exterior. Anteriormente, durante la primera era de la construcción industrializada, tanto en climas cálidos como moderados, se imponía la creación demicroclimas en los espacios internos de las viviendas sin tomar en cuenta el clima del sitio. Hoy en día ésta pareciera ser la excepción, al generalizarse la intención de la utilización cada vez más eficiente de las condiciones naturales, mediante una concepción ecológica que supere el uso exclusivo de los medios mecánicos (calefacción, aire acondicionado).

Los sistemas estudiados muestran el uso de una variedad de técnicas pasivas de bajo impacto que sustituyen o complementan sistemas de climatización activos. Todo parece indicar que esta es una clara tendencia para el ahorro de energía y la reducción de la contaminación, tanto en el caso de los sistemas que consumen muy poca energía del tipo radiativos, evaporativos, o de tubos enterrados, como en los que usan energías renovables como la solar o la eólica, no contaminantes. El diseño frecuentemente permite la incorporación de accesorios como la recolección de aguas pluviales o la inclusión de paneles fotovoltaicos y solares. Varios ejemplos lo certifican, el prototipo Casa Alemana (20)(Figura10), M-House (29), IT-House (28), Agrovivienda Prefabricada (22) uOmbues casas prefabricadas (19).



Figuras 10. La casa alemana (Fuente propia)

Aunque pareciera que hay un aumento en la variedad y composición de los materiales utilizados, aún quedan muchos aspectos por resolver. Muchos de los materiales usados en la prefabricación, como el concreto, el acero, algunos plásticos, etc., necesitan grandes cantidades de energía para su fabricación y consumen recursos no renovables, alterando el ambiente a su alrededor.

Sin embargo, las viviendas analizadas en su mayoría logran un buen nivel de aislamiento por usar paredes tipo sándwich que incluyen materiales naturales de baja energía incorporada, como madera, corcho, polietileno, además de incorporar acabados compuestos por ingredientes naturales. Ejemplo de ello son Indagsa (3), Pujol (7 y 8), Marmol-Radziner (9), Sipromat (11), Habidite (1), entre otras. Otros sistemas optan por el uso de materiales de bajo impacto energético por sus propiedades, como la madera, fibrocemento, o su combinación con concreto ligero o liviano.

2.4. CRITERIOS DE HABITABILIDAD

Para conocer el comportamiento de la vivienda se examina su *transparencia* u *opacidad* frente a las solicitaciones ambientales, así como su capacidad de almacenamiento de calor, ganancias y pérdidas térmicas, acústicas e iluminación, durabilidad, salubridad y seguridad, además de su costo y la relación de este con el grado de calidad. Los aspectos de durabilidad, salubridad y seguridad, conjuntamente con los económicos cierran el ciclo de las exigencias esenciales para la viabilidad de la vivienda industrializada de hoy (Figura 11).

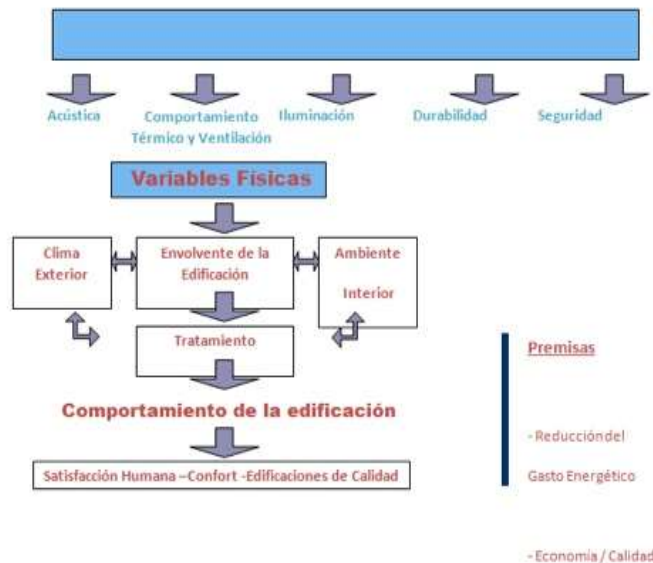


Figura 11: Exigencias de habitabilidad (Fuente: elaboración propia)

Asimismo, se plantean elementos más sencillos de desensamblar o deconstruir al final de su vida útil para su reutilización y un mayor control en la gestión sobre los procesos y los materiales, tanto en la gestión de residuos generados, como en la eliminación de productos tóxicos.

Algunos de estos sistemas cuidan más las exigencias de seguridad (resistencia frente a sismos y fenómenos naturales), que aspectos como el desensamblaje y la reutilización de materiales o la gestión de residuos y la eliminación de productos tóxicos. Son aquellos enfocados en una industrialización de grandes paneles, que busca resolver problemas colectivos de vivienda, como por ejemplo el sistema de paredes portantes Simix (16)(Figura 8).

Uno de los aspectos más complejos es el referido a costos y precios. Si bien se observa un claro avance en la industrialización de las edificaciones, ello no se traduce en un precio más asequible para la mayoría, tal y como se refleja en casi todos los ejemplos seleccionados,

cuyo carácter único y personalizado para clientes específicos, dificulta una economía mayor.

3. CONCLUSIONES

Aunque la vivienda industrializada todavía no resulta significativamente más barata que la producida a partir de construcción convencional, se podría afirmar que hay un porvenir para este tipo de edificaciones, siempre que se acojan a los nuevos conceptos de calidad y eficiencia energética, en un marco sustentable. Esto queda de manifiesto en las propuestas de más reciente data, como Casa Alemana (20), M-House (29), IT-House (28), Agrovivienda Prefabricada (22) y OmbuesCasas Prefabricadas (19), entre otras. En la medida en que los criterios de habitabilidad y sostenibilidad formen parte de los criterios básicos, la competitividad del sistema se amplía, desde la perspectiva de las exigencias de la demanda actual de vastos sectores sociales, condicionada crecientemente por una ética de poco impacto ambiental, sin menoscabo de la calidad de vida. Lo anterior recibe un impulso adicional si se considera una reducción de la brecha entre costos iniciales y costos globales que considere los gastos de usufructo a lo largo del período de uso de la vivienda.

Estos valores de una arquitectura sostenible sin menoscabo de la calidad de vida, si bien determinan el diseño, no reducen los grados de libertad técnica desde las perspectivas de las características de las viviendas y los procesos constructivos. Los procesos de industrialización mantienen intactas las posibilidades técnicas formales, en cuanto a que el ensamblaje se sigue haciendo básicamente en función de la adición de módulos tridimensionales, en fábrica o en sitio, independientemente de la flexibilidad en la personalización de las propuestas.

Sin embargo, a pesar de la creciente tendencia a cubrir una demanda de diseños confortables y de poco consumo energético, se mantiene una propensión a usar materiales de elevada energía incorporada, como concreto, acero, plásticos, etc. Esto es así por la dificultad de los materiales más ecológicos de competir en costos iniciales y oferta de mercado con los materiales tradicionales de construcción, los cuales presentan además beneficios incuestionables en términos de robustez, durabilidad, seguridad, etc. Lo anterior no contraviene la tendencia a minimizar su uso mediante propuestas de poco peso, basados en elementos delgados y compuestos, como ocurre en sistemas como Indagsa (3), Pujol (7 y 8), Marmol-Radziner (9), Sipromat (11), Habidite (1). Otros sistemas optan por el uso de materiales de bajo impacto energético por sus propiedades, como la madera, siempre que esta provenga de fuentes renovables (Casa Antuco (23) e Ikea Boklok (12)).

Como continuación de esta investigación documental, sus autores se plantean sistematizar de forma operativa mediante una base de datos computarizada los atributos de los ejemplos presentados, así como muchos otros casos que se han recopilado y otros que se recopilarán. El objetivo es contar con una herramienta de información que pueda crecer ilimitadamente y que incorpore y sistematice todos los criterios de valoración sobre las tendencias actuales en materia de edificaciones habitacionales y su proyección futura, generando así

instrumentos en el campo de la investigación y el desarrollo tecnológico de la construcción, de utilidad para la toma de decisiones, tanto en organismos públicos como privados.

4. REFERENCIAS

- (1) Acosta, D., & Cilento, A. (2005). Sostenibilidad, ciclo de vida e innovación en la construcción de los asentamientos humanos. *Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Universidad Central de Venezuela, IDEC-UCV.*
- (2) Blacherè, Gerard (1978). *Saber Construir: Habitabilidad, durabilidad y economía de los edificios.* Editores Técnicos Asociados, s.a., Barcelona España
- (3) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.33
- (4) www.infiniski.com
- (5) www.rociromero.com / www.una-clad.com
- (6) www.m-house.org/
- (7) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.39
- (8) www.boklok.com
- (9) <http://blog.is-arquitectura.es/2011/01/22/crossbox-casa-modular-prefabricada-en-francia>
- (10) www.tkithouse.com/
- (11) www.MarmolRadzinerPrefab/DesertHouse
- (12) Carlos Becerra/IDEC
- (13) <http://Casaprefabricadas.npage.eu/index.html>
- (14) <http://plataformaarquitectura.cl/Kholer-livinghome-vivienda-prefabricada-y-sustentable>
- (15) Dembo, N.(2012). *Industrializar en la abundancia. Tecnología y construcción en la Venezuela petrolera de la segunda mitad del siglo XX.* Saarbrücken. Editorial Académica Española. p.293
- (16) Catálogo Sistema Sancocho. OTIP c.a. Caracas
- (17) <http://www.casasantuco.com.mx>
- (18) <http://constructoramodular.blogspot.com/>
- (19) www.steel framing.es/quienes_somos.html
- (20) <http://www.tetramodular.com>
- (21) <http://www.tropicalum.com>
- (22) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.47
- (23) Dembo, N.(2012). *Industrializar en la abundancia. Tecnología y construcción en la Venezuela petrolera de la segunda mitad del siglo XX.* Saarbrücken. Editorial Académica Española. p.27
- (24) <http://www.sistematumel.com>
- (25) Dembo, N.(2012). *Industrializar en la abundancia. Tecnología y construcción en la Venezuela petrolera de la segunda mitad del siglo XX.* Saarbrücken. Editorial Académica Española. p.27
- (26) <http://www.sistematumel.com>
- (27) <http://www.sistematumel.com>

- (28) Catálogo Concaprego OTIP c.a. Caracas
- (29) <http://www.petrocas.com.ve>
- (30) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo
- (31) 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.58
- (32) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo
- (33) 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja.
- (34) España.p.101.
- (35) González, A. Perdomo, M. (2008). Tecnología constructiva Sipromat: pasado
- (36) presente y futuro.Revista Tecnología y Construcción v.24 n.2 Caracas. pp. 59-72
- (37) <http://lacasaalemana.com>
- (38) <http://inhabitat.com/award-winning-agro-housing-apartments--for-china/>

COMO CONTROLAR LA CALIDAD DE LA REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN LA FASE DE EJECUCIÓN... GUÍA ORIENTADORA

Dra. Ing. María Ysabel Dikdan¹, María de Los Ángeles Lanz², Ana María Cortez³

¹ Departamento de Construcción, Decanato Ing. Civil, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, e-mail: mydikdan@ucla.edu.ve

² Departamento de Construcción, Decanato Ing. Civil, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, e-mail: m.angeleslanz@gmail.com

³ Departamento de Construcción, Decanato Ing. Civil, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, e-mail: anaxamen22@gmail.com

RESUMEN

Investigaciones internacionales han permitido identificar que las causas de fallas en las obras nuevas se originan básicamente por errores de proyecto y construcción, similarmente ocurre en obras rehabilitadas, casos documentados de reintervenciones en obras reparadas así lo indican. La rehabilitación de estructuras de concreto armado, es una actividad compleja que exige un conocimiento profundo del comportamiento de los materiales y de las técnicas a emplear en el proceso. Realizar con éxito una intervención representa, en general, un desafío para los ingenieros y arquitectos, por las complejidades propias del área. Los errores en la ejecución de las intervenciones han inducido a los autores a elaborar una guía orientadora para establecer lineamientos que faciliten la ejecución del control de calidad en procesos de reparación de estructuras de concreto armado, que ayude a los profesionales encargados de las obras a atender los aspectos importantes para alcanzar el éxito. Para ello se ha realizado una investigación documental compilando procedimientos existentes y especificaciones de normas nacionales e internacionales, tales como, COVENIN, ACI, NACE, ASTM, UNE, la guía orientadora contiene un marco teórico básico de consulta, además de 20 procedimientos con ítems de verificación de la calidad y sus respectivos flujogramas; logrando así alcanzar el objetivo planteado para aquellos procedimientos más comunes en la intervención de estructuras de concreto armado.

Palabras clave: Guía, Control de Calidad, Reparación, Concreto Armado.

INTRODUCCIÓN

Los errores constructivos generados en las diversas etapas de una obra (proyecto, ejecución, uso y/o mantenimiento) varían porcentualmente, según diversos estudios estadísticos realizados en diferentes países, tal como se muestra en la Tabla N°1, pero si se analizan las consecuencias finales en cualquier ubicación geográfica, se llega a un punto de congruencia de estos errores, como lo son las inversiones millonarias. “En los países más desarrollados, el coste de las intervenciones sobre edificaciones existentes está próximo a alcanzar el 50% de la inversión total en edificación” (Rio Bueno, 2008, p. 08). Todo ello para corregir las

anomalías generadas en el tiempo, es decir corregir los síntomas y daños perjudiciales a la estructura, recuperar condiciones de servicio y garantizar durabilidad en las mismas.

Tabla N°1: Etapas del procedimiento constructivo donde se generan las fallas en las estructuras y las manifestaciones predominantes en diferentes países.

PAÍS	N° DE CASOS	ETAPA DONDE SE GENERA LA FALLA (%)				MANIFESTACIÓN PREDOMINANTE (%)				
		PROYECTO	EJECUCIÓN	MATERIALES	USO/MANT.	NATURALES	FISURACIÓN	HUMEDADES	DESPRENDIMIENTO	OTRAS
BRASIL	527	18	52	7	13	—	—	—	—	—
ALEMANIA	1570	40	29	15	9	7	—	—	—	—
BÉLGICA	3000	49	24	12	8	7	13	30	16	—
DINAMARCA	601	37	22	25	9	7	—	—	—	—
FRANCIA	10000	37	51	5	7	—	59	18	12	11
R. UNIDO	510	49	29	11	10	1	17	53	14	16
RUMANIA	832	38	20	23	11	8	—	—	—	—
ESPAÑA	586	41	31	13	11	3	59	8	11	22
MEDIA EUROPEA	—	42	28	14	10	6	—	—	—	—

Fuente: Alfonso Rio Bueno, 2008

En consecuencia, las fallas en las estructuras de concreto armado inducen a la realización de proyectos de intervención los cuales son costosos y conllevan a explorar un nuevo campo de la ingeniería civil. Por esta razón, es conveniente tomar en cuenta el procedimiento adecuado en la construcción de la obra con el fin de evitar consecuencias posteriores. Según plantean Helene y Pereira (2003), “La rehabilitación de estructuras de hormigón armado, es una actividad compleja que exige un conocimiento profundo del comportamiento de los materiales y de las técnicas ejecutivas. Realizar con éxito una reparación, una protección o un refuerzo estructural representa, en general, un nuevo desafío para los ingenieros y arquitectos” (p. 2). Razón por la cual es mejor evitar las fallas que repararlas

Por consiguiente y debido a que existen diversos métodos y técnicas para las intervenciones de estructuras, según el sistema estructural (concreto, acero, mampostería armada, entre otros), las cuales requieren previamente un diagnóstico patológico y un proyecto de intervención, resulta indispensable conocer los métodos y ejecutarlos prolijamente. La reparación de estructuras de concreto armado, posee sus propios procedimientos y técnicas de ejecución, los cuales se han considerado en el desarrollo de este trabajo.

Por otra parte, se debe tener claro que la intervención de una obra, va más allá de la aplicación de los lineamientos establecidos en las cartas técnicas de los productos de reparación, de las corazonadas e intenciones y mucho más allá de decisiones vacías de conocimiento por parte de los ejecutores, para con la enfermedad que presenta la estructura. Es decir, se debe realizar una investigación exhaustiva para descifrar desde el inicio de la concepción de la obra, la razón de la aparición de los síntomas o la reaparición de estos en los diversos sistemas que la conforman, buscar las causas para aplicar así el tratamiento

correctivo ideal, es decir un estudio patológico óptimo; siendo este estudio, el determinante en la selección más idónea del sistema de reparación para la estructura.

A nivel internacional, se han realizado infinidad de reparaciones a estructuras de concreto armado, hasta incluso reintervenidas, es decir estructuras que han sido reparadas y posteriormente continúan con las fallas iniciales, requiriendo de nuevo una intervención. Investigaciones documentales sobre este tema, se han podido identificar a través de las memorias de congresos nacionales e internacionales, entre otros, que realiza la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT), algunos de estos son publicados también a través de su revista electrónica. Por lo que al analizar las causas de las re intervenciones, se pueden asociar a ellas la falta de control de calidad de los proyectos de intervención, por falta de detalles y especificaciones y los errores cometidos durante la ejecución de las intervenciones, por lo que resulta interesante ofrecer información sobre los aspectos a considerar para el control de calidad de esta última fase de la intervención a fin de aminorar el desconocimiento y aumentar la probabilidad de éxito de los procesos.

6. CONTROL DE CALIDAD EN LA REPARACION DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO

La carencia informativa en los antecedentes de las estructuras, trabajos de reparaciones bajo personal no calificado, ni personal de supervisión, las diversas conceptualizaciones entre los responsables y las decisiones sin conocimiento alguno, hacen que sea conveniente la existencia en el área de la ingeniería civil, específicamente en el mundo de la patología de la construcción referida a la reparación de estructuras de concreto armado, de herramientas que puedan orientar el proceso de reparación, para así coadyuvar a aminorar los errores y asegurar la calidad intrínseca de ese proceso, razón por la cual se elabora una guía con orientaciones y lineamientos para el control de calidad durante el proceso de reparación de estructuras de concreto armado.

En tal sentido se identificaron los procesos existentes para reparar estructuras de concreto armado, se diseñaron herramientas para orientar el proceso y verificar la calidad proyectada en la reparación. Con todo ello se diseñó una guía orientadora, que permita ejecutar las actividades de control de calidad de los procedimientos más comunes utilizados en la preparación y limpieza de superficie, en el métodos de reparación y en los ensayos de verificación de calidad del trabajo realizado, considerando exclusivamente las reparaciones con material cementante y epóxico.

6.1 Definiciones

Control de calidad

Calavera (1988) establece que es el conjunto de actividades que se desarrollan antes, durante y después de la construcción de la edificación, con el objeto de verificar que los niveles de calidad previstos en el proyecto cumplen con la normativa vigente, y que los alcanzados durante la ejecución cumplen lo especificado en el proyecto.

Se conoce que la norma COVENIN 1753-2006 establece lineamientos principales que deben ser considerados con base a otras normas para realizar el controles de calidad en las obras de concreto armado, refiriéndose a los procesos de control intrínsecos de la mezcla de concreto, ya sea de los materiales componentes, a la relación agua/cemento, al acero, entre otros, por lo que, el control de calidad que se planteó en este trabajo, consistió en el establecimiento de una serie de procedimientos que deben ser ejecutados durante el proceso de reparación (limpieza de superficie, preparación de superficie, aplicación de métodos) que puedan acercar los resultados al éxito, considerando entre ellos la realización de ensayos al término de la reparación y posterior procedimiento de curado de esta, a fin de calificar de correcta o incorrecta la reparación y liberar el proceso o reprobarlo, según sea el caso.

Reparación

Según Helene & Pereira (2003), es la acción de reparar o corregir materiales componentes de elementos de una estructura deteriorada, dañada o defectuosa. Cuando la degradación ha afectado al elemento estructural, se debe plantear una reparación en la zona afectada, para recuperar sus condiciones iniciales. La complejidad e importancia de estas acciones puede resultar muy variable, en función de las características del elemento, de su ubicación y de su estado de deterioro.

Objetivos de la reparación

- ✓ Restaurar la seguridad y capacidad de la estructura restableciendo las propiedades previstas en el diseño y corrigiendo los vicios de su construcción o uso.
- ✓ Conferir atributos de durabilidad compatibles con la importancia de la estructura, el medio y la vida útil. (Helene & Pereira, 2003).

Proceso de reparación

La selección de los materiales y la técnica de corrección a ser empleada dependen del diagnóstico del problema, de las características de la zona a ser corregida y de las exigencias de funcionamiento del elemento que va a ser objeto de la corrección.

Una vez definida la técnica de reparación empleada y cualquiera que sea esta, la misma debe cumplir una serie de etapas similares en todas ellas. Así previamente a la actuación propiamente dicha es necesario identificar la zona dañada, eliminar si corresponde, dicha zona o parte de la misma y preparar la superficie o zona para la actuación posterior

1.2 Principales pasos en la reparación

Se indican a continuación y se presentan los conceptos o definiciones.

1.2.1 Preparación de la superficie: Es el conjunto de procedimientos que se deben realizar a los miembros estructurales antes de la limpieza de la superficie y de la colocación del nuevo material. Las zonas a reparar y en particular, las superficies de contacto, deben tratarse adecuadamente a fin de maximizar la vinculación entre ellos, para evitar fallas por falta y/o inadecuada adherencia.

1.2.2 Limpieza de la superficie: Conjunto de procedimientos realizados luego de preparar la superficie con la técnica más idónea, para que pueda ser aplicado el producto de reparación o concreto, eliminando polvo y restos de material contaminante.

1.2.3 Aplicación de los métodos de reparación: Se basa en una serie de técnicas empleadas sobre la estructura de concreto armado, puede ser en forma aislada al concreto o al acero, con la finalidad de recuperar sus condiciones de servicio. Estas técnicas, son fundamentales para la terminación final de la reparación. Su correcta aplicación garantiza una parte del éxito de la reparación. Los métodos están conformados por tratamiento al acero de refuerzo y tratamiento al concreto.

1.2.4 Garantía de adhesión con la superficie: mediante la realización de ensayos y pruebas confirmatorias una vez colocados los materiales de reparación sobre el sustrato existente.

1.2.5 Protección y mantenimiento: mediante la aplicación de procedimientos y materiales de curado y protección superficial contra las elementos del ambiente que afecten al material de reparación.

7. DESARROLLO DEL TRABAJO

Para poder establecer los lineamientos que permitan verificar las actividades de control de calidad en procesos de reparación de estructuras de concreto armado, fue necesaria la revisión exhaustiva de la historia del arte de los procesos más comúnmente utilizados, los cuales se han obtenido de las normas vigentes en el nacional e internacionalmente, entre las que se encuentran la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), American Concrete Institute (ACI), American Society for Testing Materials (ASTM), International Concrete Repair Institute (ICRI), International Organization for Standardization (ISO). Adicionalmente se revisó la literatura existente sobre el tema, con lo cual se pudo fundamentar la guía orientadora que facilita el establecimiento y ejecución de las actividades de control de calidad en este tipo de reparaciones. Desde el punto de vista teórico, la guía permite reconocer y describir las actividades que se deben realizar y como ejecutarlas en tres momentos vitales del proceso: antes, durante y después de la reparación.

7.1 Identificación de los procesos existentes para reparar estructuras de concreto armado: Se tienen en primera instancia los procesos relacionados a la preparación y limpieza de la superficie, fundamentales para el éxito del resultado final y seguidamente se tienen los métodos de reparación y tipos de tratamientos según sea la causa del problema.

2.1.1 Preparación de la superficie: Consiste en eliminar el material suelto, contaminado o dañado hasta llegar a material compacto, firme, sano y con la condición de rugosidad requerida según el material a utilizar para la reparación, se emplean los diferentes métodos según el tipo de miembro, el área afectada y el tratamiento a aplicar, tales como: escarificación manual, escarificación mecánica, disco de desbaste, chorro de granalla, lijado

manual, lijado eléctrico, cepillado manual, chorro de arena proyectada, chorro de arena proyectada húmeda, disco de corte, remoción de aceites y grasas impregnadas, máquina de desbaste superficial

2.1.2 Limpieza de superficie: Se aplica después de la preparación de la superficie y antes de la colocación de los materiales a fin de eliminar material suelto, polvo, grasas y cualquier contaminante que impida la adherencia entre el sustrato existente y el nuevo material de reparación. Se utilizan tratamientos con chorro de agua fría a alta presión, chorro de agua caliente a alta presión, chorro de agua caliente a baja presión, vapor, chorro de aire comprimido a presión, lavado con soluciones ácidas, lavado con soluciones alcalinas, remoción de aceites y grasas superficiales y saturación con agua.

2.1.3 Métodos de reparación: se establecen tres tipos de métodos de reparación: reparación superficial, reparaciones profundas y reparaciones por corrosión, en ellos puede ser necesario aplicar tratamientos al acero de refuerzo y/o al concreto, siendo los más comunes los que se indican a continuación:

- **Tratamiento del acero de refuerzo:** Traslape de Acero.
- **Tratamiento al concreto:** vaciado de material para reponer espesor de concreto removido, inyección de fisuras y grietas (por gravedad o a presión), proyección de concreto, proyección de mortero, aplicación manual de mortero.

2.1.4 Ensayos de comprobación: a fin de verificar la calidad del procedimiento una vez ejecutada la reparación se realizan ensayos normalizados, entre ellos están: resistencia a la compresión del concreto fresco, extracción de núcleos de concreto, resistencia a la compresión de morteros, prueba de adherencia uniaxial (Pull off), prueba de adherencia (Pull out), ultrasonido, pachometria.

7.2 Descripción detallada de cómo realizar cada actividad intrínseca del proceso de reparación: se describen de manera detallada los pasos de los ítems de los métodos más comunes de preparación superficie, limpieza de superficie, métodos de reparación y ensayos de comprobación, cuyo producto final arrojó:

- 1 Planilla de chequeo (check list) de actividades antes del inicio del proceso de reparación.
- 8 Planillas de verificación de la calidad y 8 flujogramas de control para métodos de preparación de superficie.
- 4 Planillas de verificación de la calidad y 4 flujogramas de control para métodos de limpieza de superficie.
- 6 Planillas verificación de la calidad y 6 flujogramas de control para métodos de reparación.
- 4 Planillas verificación de la calidad y flujogramas de control para los ensayos de comprobación.

7.3 Diseño de las herramientas de control a través de planillas de verificación de la calidad y sus respectivos flujogramas de control: para orientar el proceso y verificar la calidad de forma fácil y rápida, se indican en forma resumida, práctica y didáctica el chequeo de cada uno de los procedimientos de la reparación, por lo que, el encargado del control de calidad llevará sus registros de cada paso realizado en el proceso, sirviendo de guía acerca de los criterios normados que se deben considerar durante el proceso.

7.4 Conformación de la guía orientadora para el control de calidad en reparaciones de estructuras de concreto armado: es decir, mediante el ensamble del marco teórico básico, más el conjunto de herramientas prácticas, establecidas en las planillas de verificación y flujogramas de control.

8. RESULTADOS

El diseño del manual se estructura organizando la información con un índice de las partes que lo componen, una introducción, un glosario de términos y un listado de siglas/acrónimos. Posteriormente se desarrollan las actividades, describiéndolas según las etapas del proceso.

3.1 Fase A: aquellas referidas a las actividades que se ejecutan “Antes” de la reparación estableciendo los aspectos previos a verificar, los cuales se describen a continuación:

- **Zona a intervenir:** se refiere a toda el área de acceso y circundante al miembro a reparar, el cual deberá estar libre de obstáculos, limpio, con suficiente iluminación, ventilación, con servicios (electricidad y agua).
- **Herramientas y equipos:** según la etapa de reparación (limpieza, preparación, aplicación de método) estos deberán cumplir con las características técnicas requeridas, exigencias del proyecto y funcionar de forma adecuada para aminorar los riesgos de paralización del proceso y accidentes laborales.
- **Materiales y productos:** los respectivos materiales a usar deberán cumplir las características técnicas requeridas, así mismo se debe chequear y registrar fecha de vencimiento, lugar de almacenamiento y las condiciones de este según las cartas técnicas. Es importante tomar en cuenta las recomendaciones de los fabricantes o las normativas en el caso de los materiales (aditivos, epoxis, cemento, agregado, agua de mezclado, acero, Grouts, etc.)
- **Personal y cuadrillas de trabajo:** toda persona involucrada en la ejecución de cualquiera de las etapas de la reparación debe tener conocimiento de las actividades y técnicas a emplear y del manejo de los equipos herramientas, materiales y productos. Así mismo, debe conocer y cumplir con las normas de higiene y seguridad laboral.

3.2 Fase B: Esta fase se establecen las instrucciones generales de las diversas actividades a realizar en las etapas del proceso de reparación, necesarios para el conocimiento de todo profesional antes de emprender los procesos de reparación, sirven de complementos

teóricos a las hojas de los procedimientos de verificación de calidad, así como a los flujogramas de control. En esta fase se establecen también las actividades necesarias antes de la preparación y limpieza de la superficie tales como: identificación y delimitación del área a intervenir, y las actividades en cada tipo de proceso de reparación y finalmente los ensayos de comprobación.

Se diseñaron las planillas de control con la información procedimental y normativa establecida por cada método. A título ilustrativo se muestra en la Figura 1 la Planilla de Verificación de Actividades Preliminares que se deben realizar en la Fase “A” del proceso, como se puede observar se establecen todos los aspectos a considerar antes de la reparación

LOGO
EMPRESA

COD.: C-01

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD

FASE A

**ACTIVIDADES PRELIMINARES
CHECK LIST**

OBRA:		FECHA:	
LUGAR DE LA OBRA:		ESTADO DEL TIEMPO:	
TIPO DE ELEMENTO:	UBICACIÓN:	# DE INTERVENCIÓN:	
PREPARACIÓN PREVIA:			
	PROCEDIMIENTO DE CONTROL	S / I / NA	OBSERVACIONES
I	ZONA A INTERVENIR		
1.	¿Esta libre de obstáculos? Limpio desmalezado		
2.	¿Se encuentra limpio?		
3.	¿Posee suficiente iluminación y ventilación? (¿podría leer letras de un periódico fácilmente?)		
4.	¿Existen conectados los servicios (agua blanca, aguas servidas, electricidad 110/220)?		
5.	Si el trabajo es al aire libre, ¿Cuenta con instalaciones provisionales para resguardo de los equipos y personal del sol y lluvia?		
6.	¿Presenta condiciones seguras para el trabajo?		
II	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS		
7.	¿Cuenta con todas las herramientas y equipos necesarios?		
8.	¿Funcionan los equipos adecuadamente?		
9.	¿Las herramientas están en condiciones apropiadas?		
10.	¿Amarró el equipo/herramienta estableciendo medidas de seguridad para el operador? Si es así, indicar la medida.		
11.	¿Está determinado el medio para el traslado y ubicación de los equipos en el área de trabajo?		
III	MATERIALES Y PRODUCTOS		
12.	¿Tiene el material necesario en el sitio de trabajo o depósito?		
13.	¿Tiene el producto/material certificado de calidad?		
14.	¿El área de almacenamiento cumple con los requerimientos según materiales o productos?		
15.	¿Tiene establecido un sistema para el control en almacén?		
16.	¿Se lleva un control de fechas de vencimiento de productos?		
17.	El material/producto ¿cumple con las especificaciones del proyecto?		
IV	PERSONAL Y CUADRILLAS DE TRABAJO		
18.	¿Se realizó capacitación del personal de ejecución en cuanto a las actividades de las etapas de la reparación? (limpieza, preparación, aplicación de métodos)		
19.	¿El personal a trabajar es apto para las actividades a ejecutar?		
20.	¿Tienen experiencia con el uso y manejo de herramientas, equipos y productos de reparación?		
21.	¿Conocen los riesgos y los análisis seguro de trabajo de las actividades a ejecutar?		

CONTRATANTE	CONSTRUCTORA	INSPECCION
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma y sello:	Firma y sello:	Firma y sello:

Figura 1: Planilla de Verificación de Actividades Preliminares

En la Figura 2 se muestra una planilla de las actividades de la fase “B” correspondiente a una de las actividades de preparación de superficie, en este caso Chorro de Arena

LOGO EMPRESA		PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD		COD.: PS-03			
FASE B							
PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE CHORRO DE ARENA							
OBRA:		FECHA:					
LUGAR DE LA OBRA:		ESTADO DEL TIEMPO:					
TIPO DE ELEMENTO:		UBICACIÓN:		# DE INTERVENCIÓN:			
PREPARACIÓN PREVIA: Limpieza de superficie, libre de grasas, aceites contaminantes, etc.							
PROCEDIMIENTO DE CONTROL				S	I	N/A	OBSERVACION
1. Verifique la conformidad de planilla COD. C-01 (check list) fase A de las instrucciones generales (zona, herramientas, equipos, materiales, personal).							
2. Identifique el área a preparar, mediante inspección visual.							
3. Delimita el área a intervenir con tiza o marcador, paralelamente a la actividad 2, marcando con un martillo.							
4. Encienda el compresor, y regule la presión de descarga (100 a 150 psi).							Presión usada:
5. Abra las válvulas de aire hacia la boquilla de limpieza, e iniciar el proceso de la parte metálica hasta obtener metal blanco (SSPC-5)							
6. Mueva ordenadamente la boquilla de arriba hacia abajo con movimientos lentos sobre una pequeña área hasta dejarla limpia.							
7. Verifique que la superficie de concreto o acero, según lo que este interviniendo, haya quedado limpia libre de aceite, grasas, productos de corrosión, delaminaciones, óxido, corrosión.							
8. Mida y cheque el perfil anclaje de la superficie ^{4,6}							Perfil según: Visualización () Uso de instrumento () Número del instrumento:
PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD ASOCIADAS AL PROCEDIMIENTO		Perfil de anclaje concreto, Apéndice A, NACE No.6/ SSPC-SP 13					
		Presión del chorro, Nace 5 SSPC- SP 12.					
PRUEBA DE CONTROL DEL PROCEDIMIENTO TERMINADO		Superficie: ISO 8503-1:2012 (Tipos de comparador para inspección visual y al tacto) ASTM D 4285-88 prueba de aceites y grasas Nace 3 SSPC- SP 6, apariencia aceptable					
RECOMENDACIONES		<ol style="list-style-type: none"> Mantener una buena iluminación en los lugares interiores que se realizan la preparación. Si prepaa superficie de concreto por daños fríos superficiales, efectuar perfilado de los bordes mecánicamente o manualmente del área delimitada, según planillas respectivas y verifique caída si fuese necesario. No solaparse la profundidad que desea preparar. La presión usada deberá ser monitoreada, y fijada según las especificaciones normativas. Una presión mayor a la especificación puede remover una mayor cantidad de volumen de superficie. El medio más apropiado para limpiar a metal blanco con una boquilla de 3/8" y con un aparato experimentalizado es de 15ml por hora. La medición del perfil de anclaje para cualquiera de las condiciones (concreto, acero) será mediante dispositivos de medición, o como las partes encargadas hayan acordado, siguiendo las recomendaciones de las normativas. El abrasivo a utilizar en el caso del concreto, debe ser más grueso que el utilizado para las superficies metálicas. Se recomienda una granulometría malla 8-10. El operador y ejecutores deberán tener todos los implementos de seguridad necesarios para el uso de equipo granulada, según las recomendaciones de seguridad del equipo. Proteger con plásticos o sacar del lugar de trabajo las máquinas existentes por la posibilidad de daño en los motores y otros elementos de accionamiento hidráulicos. 					
		CONTRATANTE		CONSTRUCTORA		INSPECCION	
Nombre:		Nombre:		Nombre:			
Firma y sello:		Firma y sello:		Firma y sello:			

Figura 2: Planilla de verificación de preparación de superficie con Chorro de arena

En la Figura 3 se muestra un diagrama de flujo de una actividad de la fase “B” correspondiente a una de las actividades de preparación de superficie, en este caso Chorro de Arena

LOGO EMPRESA	FLUJOGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO PS-03
FECHA _/_/	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE CHORRO DE ARENA	FASE B

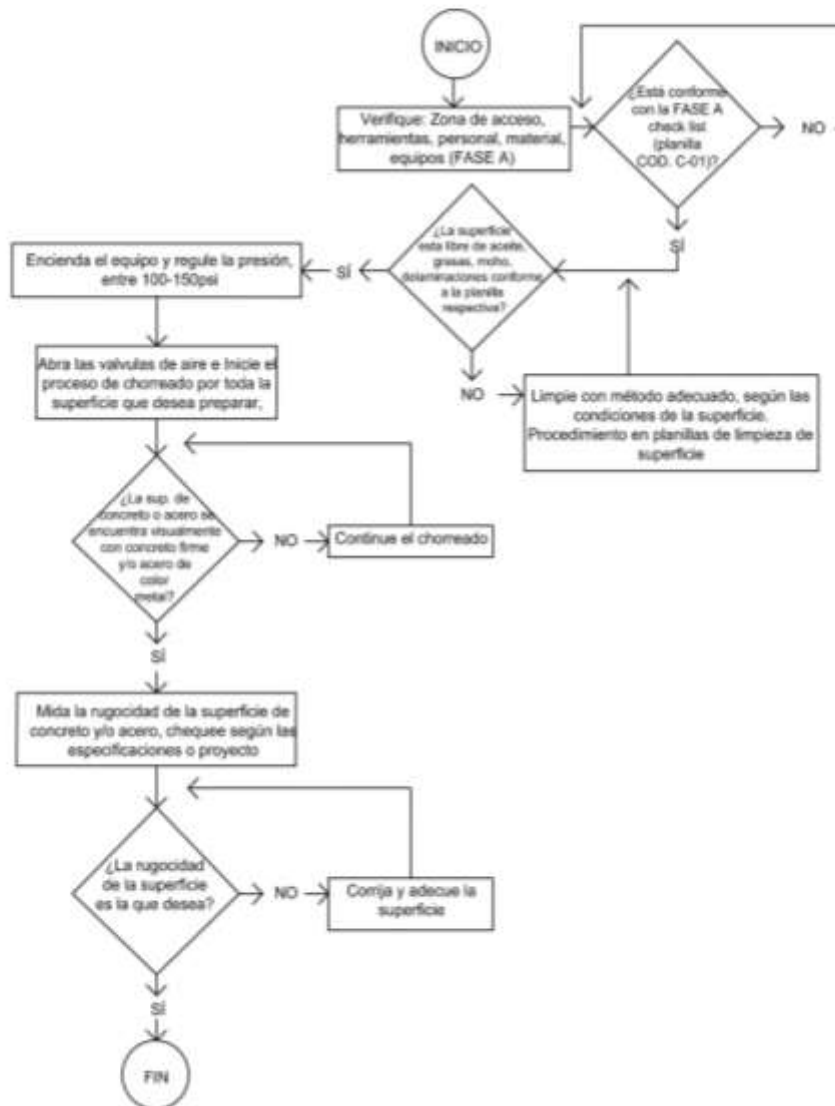


Figura 3: Diagrama de flujo del método de preparación de superficie con Chorro de Arena. En la Figura 4 se muestra la planilla de una de las actividades de la fase “B” correspondiente a una de las actividades de verificación de la calidad, en este caso prueba de Pull -Off.

LOGO
EMPRESA

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD COD

EC- 01

**ENSAYOS DE COMPROBACION
PULL-OFF**

OBRA:		FECHA:	
LUGAR DE LA OBRA:		ESTADO DEL TIEMPO:	
TIPO DE ELEMENTO:	UBICACIÓN:	# DE INTERVENCIÓN:	
MÉTODO DE REPARACIÓN APLICADO:			
PROCEDIMIENTO DE CONTROL			
		S	I
		N/A	OBSERVACION
1.	Verifique la conformidad de planilla COD, C-01 (checklist) fase A de las instrucciones generales (zona, herramientas, equipos, materiales, personal).		
2.	Delimite y prepare el área de ensayo, debe quedar perfectamente limpia de cualquier residuo que pueda entorpecer la posterior adherencia del disco de prueba, cheque planillas de limpieza según las condiciones presentes.		
3.	Ranure o semiperfore con una broca hueca de corona de diamante el área de prueba (en donde se fijará posteriormente el disco de prueba). La perforación debe ser ligeramente mayor al disco (ver dibujo anexo); la profundidad de la perforación deberá ser mínimo de 1.5 cm. ³		Profundidad de Perforación:
4.	Coloque el disco sobre la superficie del concreto usando una resina epoxica. ^{3,6}		Nombre de productos usados: Puente adherente:
5.	Espera que seque el material de adherencia según carta técnica del producto.		
6.	Coloque el inserto o perno roscado del equipo al disco de "Pull Off".		
7.	Conecte el equipo de "Pull Off", antes del inicio de la prueba		
8.	Inicie la prueba de "Pull Off", y cuantifique la tensión directa aplicada al disco para desprenderlo del elemento al que había quedado adherido.		Tensión Aplicada:
9.	Verifique que la falla se produzca completamente en el área de contacto entre el disco y la superficie de concreto/mortero.		
10.	Determine y concluya el tipo de falla (ver anexo)		Tipo de falla:
NORMATIVA QUE RIGE EL PROCEDIMIENTO		ASTM 4541	
RECOMENDACIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Seguir las especificaciones del fabricante del equipo para los espesores de arranque deseados 2. La superficie debe estar seca. 3. De acuerdo a la cinemática y las características de cada ensayo en particular, será posible invertir el orden de los pasos 2 y 3; o sea semiperforar alrededor del disco de prueba ya adherido, quedando este como una gajo de perforación. 4. Disco generalmente posee un diámetro de 2 pulgadas. Chequee la carta técnica del equipo. 5. Este material de adherencia debe ser de elevada resistencia y fraguado rápido, pudiendo llegar a valores de resistencia a la tensión de alrededor de 10 MPa cuando está completamente curado. 6. Por lo general el endurecimiento demora de 2 a 5 minutos. 7. Ubicar el acero de refuerzo para evitar distorsiones en el ensayo. 8. Se debe tener cuidado si existe poco recubrimiento del elemento 9. La distancia de separación entre las posibles puntos de prueba será la distancia necesaria para acomodar el aparato. 10. Se deben tomar al menos 3 pruebas 	

LEYENDA: S= Satisfactorio I= Insatisfactorio N/A= No Aplica.

CONTRATANTE	CONSTRUCTORA	INSPECCION
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Firma y sello:	Firma y sello:	Firma y sello:

Figura 4: Planilla de verificación de la calidad. Ensayo de Pull-Off

9. CONCLUSIONES

- 9.1 La creación de la guía orientadora es un documento de consulta, que ayuda a los profesionales y estudiantes interesados en las reparaciones de estructuras de concreto armado a encontrar información accesible, precisa, teórica práctica, compilada de textos y especificaciones de normativas nacionales e internacionales.
- 9.2 Por otra parte en el diseño de las planillas y diagramas de flujo, se presentan los elementos componentes de la información que debe ser documentada en todo proceso donde se controle la calidad de tal manera de demostrarla y poder realizar la trazabilidad del proceso
- 9.3 Así mismo, la guía orientadora unifica criterios en las obras de reparación y con ello se alcanzan resultados homogéneos, ayuda en la planificación de las fases de concepción, ejecución y/o mantenimiento.
- 9.4 Para que una reparación tenga éxito, no solo debe ser ejecutada respetando un buen proyecto, elaborado a partir de un diagnóstico patológico acertado, sino que además el equipo técnico responsable de la ejecución de las actividades debe saber exactamente lo que va a hacer y como lo va a hacer, para lo cual resulta muy valioso contar con la información compilada en este manual y establecer un proceso de estudio y capacitación del personal artesano antes del inicio del trabajo.

10. REFERENCIAS

Helene, P., & Pereira, F. (2003). Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto. Recuperado de http://es.scribd.com/doc/35762562/Manual-Rehabilitacion-de-Estructuras-Hormigon-Reparacion-Refuerzo#force_seo

International concrete repair institute (ICRI) (1995). Guide for Selecting Application Methods for the Repair of Concrete Surfaces. ICRI Guideline No. 03730, 1-8.

International concrete repair institute (ICRI) (1996). Guide for Selecting Application Methods for the Repair of Concrete Surfaces. ICRI Guideline No. 03731, 1-10.

Porrero, J. (2003). Manual del concreto estructural. Venezuela, Caracas: Sidetur

Rio Bueno, A. (2008). Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación. Madrid: E.T.S. Arquitectura (UPM).

PATOLOGÍA DE LAS EDIFICACIONES: PLAN DE MANTENIMIENTO DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Esp. Arq. Fernando Flores¹, PhD Arq. Domingo Acosta², Dra. Arq. Beatriz Hernández S.³

¹ Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: fernandofloresg.arq@gmail.com

² Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: domingoacosta@gmail.com

³ Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: bhernandezsantana@gmail.com

RESUMEN

La propiedad multifamiliar es un patrimonio esencial en las familias de Venezuela. Hoy, dada la dificultad de acceder a nuevas viviendas debido a sus altos costos, el mantenimiento de los apartamentos y sus áreas comunes adquieren gran relevancia.

Actualmente se observa con preocupación cómo las juntas de condominio, encargadas del mantenimiento de las áreas comunes de estas edificaciones, se ven limitadas en su labor debido a factores económicos aunados al desconocimiento de los ciclos de vida del mantenimiento de la infraestructura de la edificación. A su vez la falta de una estrategia adecuada para afrontarlo se manifiesta en pérdidas de recursos monetarios, pagos importantes en deudas, morosidad de sus propietarios, etc.

El presente trabajo busca proponer un plan de mantenimiento para prolongar la vida útil y revalorizar dichos inmuebles a través de las juntas de condominio.

Para conocer la situación actual de los inmuebles, se tomó una muestra de cinco edificaciones de la ciudad capital y por medio de una metodología de investigación mixta se obtuvo información del funcionamiento de las edificaciones. Aplicando herramientas de los métodos cualitativos como las entrevistas semiestructuradas y cuantitativas cuantificando la incidencia de las distintas patologías detectadas, se integró para obtener datos confiables.

Estos resultados permitieron lograr una reflexión sobre el manejo de estas edificaciones de condominio como herramienta de evaluación sistematizada y replicable a otros casos de estudio y lograr como aporte proponer una estrategia aplicable para configurar un Plan de Mantenimiento de Edificaciones de Vivienda Multifamiliar (PMEVM) como producto final de esta investigación.

Palabras Clave: Patología de edificaciones, Plan de Mantenimiento, edificaciones de vivienda multifamiliar, propiedad horizontal, juntas de condominio, metodología mixta

INTRODUCCIÓN

Con una inflación creciente desde comienzos de los años ochenta, alcanzando 68,5% en el año 2014, 141,5% en 2015 (El Tiempo, 2016; Finanzas Digital, 2015; Grupo Jurídico Vargas MS-UBV, 2013 On-Line) y con una proyección de 720% para este año de acuerdo a informaciones en distintos diarios de circulación nacional (El Mundo, 2016, On-Line). Se denota la crisis económica que afecta a las familias venezolanas, dificultando entre otras cosas la compra de una vivienda.

Un inmueble es entonces el mayor patrimonio de las familias propietarias, razón por la cual el mantenimiento tanto de los apartamentos como de las áreas comunes adquiere gran relevancia, permitiendo prolongar la vida útil de las edificaciones y manteniendo la calidad de vida de sus habitantes.

Sin embargo, un recorrido por cualquier sector de la ciudad evidencia el deterioro de un número importante de edificaciones de vivienda multifamiliar que funcionan bajo la figura de la propiedad horizontal, lo que sugiere la presencia de distintos problemas, de índole económico, debido a los altos costos de los trabajos de mantenimiento, así como también de índole organizativo, como el desconocimiento de integrantes de los condominios de las actividades necesarias para el adecuado mantenimiento de los distintos elementos de las infraestructuras.

El presente trabajo propone un Plan de Mantenimiento (PM) que permitiría a las juntas de condominios de las distintas edificaciones organizar y sistematizar las actividades de mantenimiento de acuerdo a su propia capacidad de pago a lo largo del tiempo, con la finalidad de prolongar la vida útil de sus edificaciones manteniendo su calidad de vida.

Solo en la ciudad de Caracas de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística en su informe de Resultados por entidad Federal y Municipio del Distrito Capital, información obtenida del XIV Censo Nacional de Población y Vivienda del 2011 (INE) de un total de 581.043 viviendas, el 40,6% (235.904) se clasifican como apartamentos en edificios, apartamentos en quinta, casa quinta o casa. Lo que sugiere un gran número de edificaciones que se beneficiarían de la aplicación de un Plan de Mantenimiento.

Cilento Sarli(1999) en “Cambio de paradigma del hábitat”, describe la importancia de preservar y mejorar el stock para mejorar las condiciones urbanas de la siguiente manera: “el mejoramiento del medio ambiente construido no sólo es prioritario por su capacidad de generar nuevos hogares en forma rápida y económica, sino por la necesidad de mejorar sustancialmente la construcción que realmente se ejecuta, y reducir los riesgos que penden sobre grandes extensiones urbanas fuertemente vulnerables” (Cilento, 1999:62).

El presente trabajo sintetiza aquellos aspectos resaltantes del “Trabajo Especial de Grado” titulado “Mantenimiento de edificaciones: Patologías en edificaciones de viviendas multifamiliares en Caracas” que aporta al tema del mantenimiento de las edificaciones multifamiliares de Venezuela como parte de un ámbito mayor sobre el tema de la sostenibilidad económica, ambiental y social.

1. PATOLOGÍA DE EDIFICACIONES. CLASIFICACIÓN

La Patología de las Edificaciones es la rama de la tecnología de la construcción que estudia sistemáticamente los procesos degenerativos sobre las edificaciones durante su vida útil,

provocados por situaciones anormales, analizando sus orígenes, y consecuencias sobre la misma. Las Patologías se clasifican de la siguiente manera:

DEFECTOS, “aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, son los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o inapropiados para la obra” (Astorga y Rivero, 2009:2). Incluyendo aquellos aspectos relacionados a la modificación y promulgación de leyes y normas de la construcción.

DAÑOS (Astorga y Rivero, 2009:2), “son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación.”, incluyendo los daños causados por eventos naturales, tales como, terremotos e inundaciones, así como también aquellos daños causados por los habitantes de la edificación.

DETERIORO de la edificación, se asocia al paso del tiempo y a la acción de la intemperie sobre la edificación, es descrito por los investigadores Astorga y Rivero de la siguiente manera: “...con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud”, (2009:3).

2. MANTENIMIENTO. CLASIFICACIÓN.

El mantenimiento de edificaciones busca conservar y mejorar las prestaciones originales de un edificio en el tiempo, mediante la planificación de obras, trabajos y actuaciones encaminadas a la conservación física y funcional de un edificio a lo largo del ciclo de vida útil del mismo. Para efectos del presente trabajo se clasificaron de la siguiente manera:

2.1. Mantenimiento Preventivo

De acuerdo a la norma COVENIN 3049:93 sobre el mantenimiento de edificaciones, se define el mantenimiento preventivo de la siguiente forma:

“... El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir las fallas.” (COVENIN 3049:93).

Entre las labores de mantenimiento preventivo realizadas por las juntas de condominio actuales se encuentra el mantenimiento de los ascensores, sin embargo, no se aplica en otros elementos que también se beneficiarían de una planificación de revisiones periódicas, tales como, las áreas impermeabilizadas de los techos y jardineras, así como también las fachadas y estanques de agua, entre otros.

2.2. Mantenimiento Correctivo

En relación al mantenimiento correctivo la norma COVENIN 3049:93 sobre el mantenimiento de edificaciones la define como:

“Actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo las acciones más comunes que se realizan son: modificación de elementos y máquinas... ampliaciones, revisión de elementos básicos de mantenimiento y conservación...” (COVENIN 3049:93).

Las acciones de mantenimiento de las juntas de mantenimiento actualmente se concentran precisamente en la reparación, reposición y corrección de los problemas a medida en que se presentan, como es el caso de las roturas en tuberías de aguas claras o aguas servidas, entre otros.

3. LEY DE PROPIEDAD HORIZONTAL. ACTORES DE LA EDIFICACIÓN

La Ley de Propiedad Horizontal establece una serie de figuras y procedimientos con la finalidad de organizar el funcionamiento y mantenimiento de las edificaciones de vivienda multifamiliares. Con este objetivo se establecen las figuras de la Asamblea General de Copropietarios, las Juntas de Condominio y las Administradoras, a quienes se asignan sus responsabilidades y los medios para lograr los acuerdos necesarios para el adecuado funcionamiento de la edificación.

En la búsqueda de conocer los principales problemas de la edificación es necesario indagar tanto en los problemas físicos, como en aquellos surgidos entre los distintos actores de las edificaciones, se propone una herramienta de evaluación mixta que permita escuchar la voz de dichos actores para obtener una lectura integral de la situación actual de las edificaciones. A continuación se describe cada uno de ellos.

3.1. Asamblea General de Copropietarios

Incluye a todos los Copropietarios, la asamblea es responsable del mantenimiento de la edificación, de acuerdo al artículo 18° de la Ley, a través de la asamblea se busca llegar a acuerdos en todos los temas relacionados a la infraestructura. De acuerdo a la importancia de las decisiones a tomar se exige un porcentaje mayor de aprobación dentro de los miembros de la Junta. Además de ser responsables del pago de todas las labores y actividades a ejecutar en las áreas comunes de la edificación a través del pago de cuotas acordadas previamente.

3.2. Juntas de Condominio

En la Ley de Propiedad Horizontal se establece la conformación de las Juntas de Condominio, en su título segundo, a partir del artículo 18°, de la siguiente manera, "...deberá estar integrada por tres copropietarios por lo menos y tres suplentes que llenarán sus faltas en orden a su elección..." (Ley de Propiedad Horizontal 1983:6). Los integrantes serán elegidos anualmente en Asamblea General de Propietarios. Uno de los integrantes principales fungirá de Presidente.

Igualmente, la Ley de Propiedad Horizontal en su artículo 18° establece las responsabilidades de la Junta de Condominio, las que se resumen en la vigilancia y control sobre la administración de la edificación, en lo relacionado al manejo de los fondos y del uso de las cosas comunes, a través de la reglamentación necesaria.

3.3. Administradoras

Otra figura descrita por la Ley de Propiedad Horizontal se trata del Administrador, elegido por la asamblea de copropietarios pudiendo ser una persona natural o jurídica, por un periodo de un (1) año, siendo susceptible a la reelección. (L.P.H. 1983:6).

El administrador se encarga del manejo económico de la edificación, incluyendo el cobro de las cuotas mensuales o extraordinarias acordadas por la Asamblea de Copropietarios además de "realizar o hacer realizar los actos urgentes de administración y conservación, así como las reparaciones menores de las cosas comunes" (L.P.H. 1983: artículo 20).

3.4. Trabajadores Residenciales

Anteriormente llamados conserjes, en el año 2012 fue promulgada la Ley Orgánica del Trabajo, sobre los Trabajadores y las Trabajadoras en Gaceta Oficial N° 6.076 extraordinario, en la cual se reemplaza el término por el de trabajadores y/o trabajadoras residenciales. Los trabajadores residenciales son contratados con la finalidad de las actividades de conservación de las rutinas, tales como: la limpieza de las áreas comunes y recolección de basura.

En el artículo 4° de dicha ley se delimitan las funciones de los trabajadores “a la limpieza y aseo de las áreas comunes de un inmueble de vivienda multifamiliar”, mientras que delega a los copropietarios la responsabilidad del “buen funcionamiento de los servicios públicos, instalaciones, maquinarias y equipos del inmueble como responsabilidad de la comunidad de residentes, por lo que no podrán ponerse a cargo del trabajador o trabajadora residencial” (art. 12).

4. EVALUACIÓN: UNA PERSPECTIVA MIXTA DE COMPRENDER EL PROBLEMA


Se implementa una herramienta de evaluación que permita abarcar la complejidad de la problemática de estas edificaciones de vivienda multifamiliar comprendiendo así las patologías físicas de las edificaciones, como los problemas de funcionamiento de los condominios que se refleja en sus actores.

Con la finalidad de obtener una imagen más clara acerca de los problemas más comunes de las viviendas multifamiliares en la actualidad se estableció una metodología mixta para el estudio de campo, de la siguiente manera “representando un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos (basado en la medición numérica y el análisis estadístico) y cualitativos (la recolección de datos sin medición numérica), así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio” (en //: Hernández S., Fernández C. y Baptista L., 2010:546).

5. CASOS DE ESTUDIO

La herramienta de evaluación se aplicó a cinco (5) edificaciones de la ciudad de Caracas, que compartían las siguientes características: debían ser manejados por juntas de condominio, estar ocupados actualmente, haber sido construidos con una estructura de concreto reforzado y tener techo plano. Las edificaciones seleccionadas se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1: Casos de Estudio

	Caso Estudio 1	
	Nombre	Don Silvio
	Ubicación	Los Dos Caminos
	Año Construcción	1960 - 56años
	Pisos	8 pisos
	Apartamentos	4 por piso / 43 total

	Caso Estudio 2	
	Nombre	San Blas
	Ubicación	Los Palos Grandes
	Año Construcción	1965 – 51 años
	Pisos	5 pisos
	Apartamentos	2 por piso / 24 total
	Caso Estudio 3	
	Nombre	Sayonara
	Ubicación	Los Palos Grandes
	Año Construcción	1960 – 56 años
	Pisos	10 pisos
	Apartamentos	4 por piso / 42 total
	Caso Estudio 4	
	Nombre	Claviere
	Ubicación	San Bernardino
	Año Construcción	1959 – 57 años
	Pisos	4 pisos
	Apartamentos	5 por piso / 18 total
	Caso Estudio 5	
	Nombre	Palmita Torre A
	Ubicación	Santa Teresa
	Año Construcción	1990 – 26 años
	Pisos	26 pisos
	Apartamentos	4 por piso / 104 total

Fuente: Elaboración propia

6. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

Se diseñó una herramienta que permitiera indagar en los siguientes ordenadores:

Estructura: Columnas, vigas y losas.

Arquitectura: Fachadas, techos, áreas comunes y estacionamientos.

Instalaciones: Sanitarias (aguas claras y servidas), eléctricas, mecánicas (ascensores, y ductos), gas, telecomunicaciones, seguridad, contraincendios y manejo de desechos.

Organización del condominio: Habitantes, Juntas de Condominio, administradoras, trabajadores residenciales, manejo de las empresas contratadas y el reglamento de condominio.

A continuación se describe los elementos que conformaron la herramienta de evaluación:

6.1. Levantamientos de Planos

Se visitaron las respectivas sedes de ingeniería municipal de las alcaldías de los Municipios Libertador, Chacao y Sucre con la finalidad de obtener la información planimétrica de las edificaciones estudiadas.

6.2. Visita al Lugar (Observación)

Se estableció contacto con un informante primario, quien permitiera acceso a la edificación, y se realizó una serie de visitas con la finalidad de registrar las patologías de cada edificación.

6.3. Registro Fotográfico de las Unidades de Estudio

Durante las visitas a los casos de estudio se realizó un registro fotográfico de la situación actual de cada una de las edificaciones, haciendo hincapié en las patologías presentes en las áreas comunes.

6.4. Entrevistas

Con la finalidad de obtener la mayor información de los informantes clave, en relación a los distintos problemas que afectan a sus edificaciones, se diseñó un instrumento que sirvió de guía al momento de realizar la entrevista semi estructurada.

En el cuadro 2 se describe el perfil de cada entrevistado, sexo, ocupación, condición, y la fecha en que fue realizada la entrevista.

Cuadro 2: Perfil entrevistados

Casos	Nombre	Código	Fecha	Condición	Sexo	Ocupación
N°1	Res. Don Silvio.	1JCA n1	6/4/2013	Jefe del hogar	M	Médico
	Los Dos Caminos					
N°2	Res. San Blas.	2PrRe1	4/4/2013	Habitante	F	Arquitecto
	Los Palos Grandes					
N°3	Res. Sayonara	3JCAc1	31/5/2013	Jefe del hogar	M	Arquitecto
	Los Palos Grandes	3PrRe1	17/5/2013	Jefe del hogar	M	Pensionado
N°4	Res. Claviere	4JCAc1	29/5/2013	Jefe del hogar	M	Pensionado
	San Bernardino	4PrOr1	21/6/2013	Esposa del jefe del hogar	F	Pensionada
N°5	Res. Palmita Torre A	5aJCAc1	2/7/2013	Jefe del hogar	M	
	Sta. Teresa	5aPrOr1	22/7/2013	Hija del jefe del hogar	F	Arquitecto

Fuente: Elaboración propia

7. PATOLOGÍAS MÁS COMUNES DE LAS EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES

A través de la herramienta de evaluación se pudieron detectar una serie de patologías en cada edificación evaluada, afectando los distintos elementos de la edificación, entre los cuales se encontraron:

7.1. Estructura:

Uno de los criterios para seleccionar los casos de estudio se refiere al tipo de la estructura de concreto reforzado, por considerarlo un tipo de edificación muy repetida en nuestra ciudad. A través de la observación en las visitas realizadas a los distintos casos de estudio

se pudieron observar fisuras tanto en vigas como en columnas. Se observaron además muestras de humedad causadas por efecto de las precipitaciones, y por filtraciones de tuberías de los sistemas de aguas claras y servidas, dejando al descubierto el acero de refuerzo de estos elementos estructurales. (Foto 1)

Uno de los casos estudiados mostraba fisuras en pisos, paredes y losa de techo específicamente en la sección correspondiente a una junta estructural de la edificación. (Foto 2)

En las edificaciones más antiguas se observaron estanques de agua elevados, construidos sobre el nivel del techo, acarreado sobre peso no contemplado ante un caso de sismo.

7.2. Fachadas:

Con la evaluación se recabó información relacionada a los materiales de revestimientos de fachada, barandas, ventanas, entre otros verificando el estado actual de los mismos. En todos los casos se pudieron observar signos de deterioro, causado por los efectos de la intemperie y la falta de mantenimiento adecuado de estas áreas. Se detectó el desprendimiento de acabados de las fachadas, así como también signos de humedad causada por la rotura de tuberías de aguas claras o servidas. (Fotos 3 y 4)

Además se encontraron fachadas modificadas de manera inconsulta, con la inclusión de elementos como equipos de aire acondicionado, rejas de diferente diseño en los balcones y ventanas, la instalación de toldos y otros elementos de protección solar.



7.3. Áreas comunes:

Durante los recorridos realizados en los casos estudiados se consiguieron espacios pertenecientes a las áreas comunes utilizados para la acumulación de escombros resultados de la ejecución de trabajos de remodelación o mantenimiento, en cuyo caso quedaron abandonados de manera irresponsable (Foto 5).



7.4. Techos:

En las áreas de techo de las edificaciones estudiadas se observó el estado de la impermeabilización, apreciando el deterioro del manto asfáltico causado por la acción del tiempo (Foto 6). Sobre este aspecto, se pudo conocer que solo se hacen trabajos de reparación cuando existen signos de humedad por filtración en los apartamentos inferiores. Se pudo observar la presencia de pozos de agua debido a la pérdida de las pendientes, así como también a la obstrucción de los puntos de drenaje en este nivel.

7.5. Instalaciones sanitarias:

En relación a la red de aguas claras, se investigó acerca del estado actual de los distintos elementos que la conforman, la falta de un mantenimiento periódico de los estanques de aguas claras ha ocasionado que sedimentos se compacten de tal manera que han reducido la capacidad de los mismos (Foto 7), el sistema de tuberías de aguas claras también ha sufrido los efectos del deterioro, que en algunos casos han requerido la sustitución de las mismas.

En el caso del sistema de aguas servidas y drenajes de aguas de lluvia, las tuberías han presentado daños, que se manifiestan en filtraciones en sectores de las fachadas, estacionamiento y otras áreas comunes, en uno de los casos se pudo apreciar la sustitución de las tuberías de acero originales por tuberías de PVC.

En otro de los casos evaluados se pudo conocer que debido a la falta de un sistema de bombas de achique para la extracción de las aguas de lluvia había ocasionado la inundación repetida de los sótanos de estacionamiento.

7.6. Instalaciones Eléctricas:

Las edificaciones más antiguas todavía presentan tableros principales de madera (Foto 8), a pesar de las notificaciones de CORPOELEC y los bomberos, debido al costo de la realización de estos trabajos, y los inconvenientes que traerían la ejecución de los mismos para los habitantes de la edificación. En otros casos los propietarios de los apartamentos pagan por obtener el cambio de monofásico bifilar a bifásico trifilar de manera ilegal y estas acometidas son colgadas por las fachadas sin protección.

Foto 7. C4. Humedad estanque de agua. Fuente FF	Foto 8. C4. Tablero principal de madera. Fuente FF	Foto 9. C4. Bajante basura en áreas comunes. Fuente FF

7.7. Instalaciones Mecánicas:

En relación a las instalaciones mecánicas se indagó en el estado actual de los equipos de ascensores, los cuales en algunos casos se encontraban detenidos, sin importar la edad de las edificaciones, principalmente debido a fallas de estos equipos (Fotos 9 y 10). En uno de los casos los ascensores del volumen de estacionamiento fueron desmantelados para reutilizar sus partes en los elevadores de las torres de vivienda.

Además se indagó en los equipos y ductos de extracción de aire utilizados en algunos casos para ventilar las salas sanitarias, estos ductos han sido utilizados para canalizar cableado de televisión por cable lo que ha reducido el área efectiva de los mismos.

7.8. Instalaciones de Gas:

Durante las visitas a los casos de estudio se pudieron detectar edificaciones que aún utilizan sistema de bombonas de gas en lugar del gas directo, a través de las entrevistas se pudo conocer de casos en los que las tuberías de cobre se rompieron debido al daño causado durante remodelaciones y debido a la presencia de humedad en los casos en que se han enterrado este tipo de tuberías sin protección en las áreas verdes de las edificaciones.

7.9. Instalaciones Telecomunicaciones:

En algunos de los casos las tuberías para las instalaciones telefónicas en los proyectos originales han colapsado debido al deterioro de las tuberías, y en el caso de TV por cable no fueron previstas tuberías en los proyectos originales, razón por la cual se pueden observar la utilización de las tuberías de telefonía, en otros casos se deja caer el cableado nuevo por las fachadas sin ningún tipo de protección, dentro de la fosa del ascensor o junto con el ducto de basura. (Foto 11)

7.10. Instalaciones Contraincendios:

Se observaron casos en los que faltan equipos de detección y extinción de incendios, así como también, la falta de luces de emergencia debido a que no fueron previstos en los proyectos originales, lo que ha obligado a las juntas de condominio a colocarlos posteriormente, sin embargo, en algunos de los casos de estudio se han dañado o han sido robado posterior a su instalación. (Foto 12)



7.11. Organización del condominio:

Durante la realización de las entrevistas se pudieron detectar los siguientes problemas relacionados con el funcionamiento de las juntas de condominio:

- Los condominios actuales concentran sus actuaciones dentro del mantenimiento correctivo, mientras que al mantenimiento preventivo se limita a ciertos elementos. (ascensores)
- Habitantes morosos – pensionados, enfermos, otros.
- Falta de interés en participar como miembro de la junta de condominio.
- Se prioriza la seguridad por encima de otras patologías.

- Se acumulan distintas patologías, dificultando económicamente la actuación en todos los elementos.
- No se lleva un registro de las actividades de mantenimientos realizadas y pendientes.

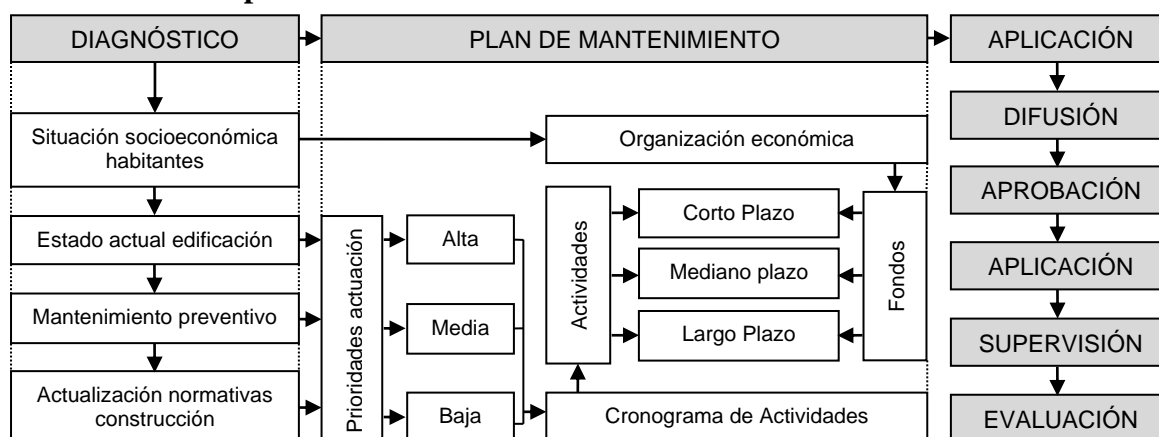
8. PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN EDIFICACIONES DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR

En base a la información obtenida de la herramienta de evaluación se determinaron los principales problemas de las edificaciones de vivienda multifamiliar actualmente, a partir de los cuales se propone un Plan de Mantenimiento para Edificaciones de Vivienda Multifamiliar (PMEVM), que busca servir de guía a las juntas de condominio para mejorar el mantenimiento de sus edificaciones.

En el plan se contemplan distintas herramientas, tales como: la inclusión del mantenimiento preventivo, a través de una revisión periódica de los distintos elementos de la edificación realizando un registro detallado de la situación actual, pudiendo actuar antes de que los daños sean mayores. De igual manera se considera necesario establecer un orden de prioridades único para cada caso, de acuerdo a los problemas detectados y los posibles riesgos que estos supongan para los habitantes.

Finalmente en base las revisiones periódicas y el orden de prioridades establecido se puede hacer una planificación de los pagos necesarios para llevar a cabos las labores de mantenimiento en periodos más largos de tiempo, lo que permitiría reducir el impacto económico sobre los habitantes de las grandes acciones de mantenimiento, tales como la actualización de los ascensores, la rehabilitación de fachadas y techos entre otras (gráfico 1).

Gráfico 1: Descripción del Plan de Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen las etapas del plan propuesto:

8.1. Diagnóstico de la situación actual de la edificación

En ésta etapa se recopila la información, a través de una herramienta similar a la utilizada en el presente trabajo, incluyendo el levantamiento de los planos, las visitas al sitio, el registro fotográfico y las entrevistas para obtener la mayor información tanto de la edificación como de sus habitantes.

8.7. Supervisión del Plan de Mantenimiento

Tanto las actividades de mantenimiento preventivo como las actividades de mantenimiento correctivo deberán ser registradas, con la finalidad de mantener un respaldo de las actividades realizadas y aquellas pendientes por ejecutar.

8.8. Evaluación del Plan de Mantenimiento

Se propone una revisión del estado del PMEVM anualmente, en donde se pueda verificar el avance de los trabajos, los posibles imprevistos sucedidos entre cada evaluación, información que permitiría la adaptación de la propuesta.

CONCLUSIONES

A través de la realización de este trabajo se pudo indagar en el funcionamiento y las principales patologías de las edificaciones de vivienda multifamiliar.

Las dificultades económicas de los condominios, debido a las altas tasas de inflación reciente y a la cantidad de copropietarios que se niegan a cancelar sus cuotas de mantenimiento, aunados al desconocimiento de los miembros de las juntas de condominio acerca de los temas de mantenimiento se reflejan en el estado de deterioro de las edificaciones y en última medida en la desmejora de la calidad de vida de todos los habitantes.

Problemas como el deterioro de las fachadas, problemas de la impermeabilización de techos y jardineras, tuberías de aguas claras y servidas dañadas, entre otras pudieron haber tenido un menor impacto en la edificación de haber sido detectadas y reparadas con anterioridad.

Por esto se considera que la aplicación del Plan de Mantenimiento de Viviendas Multifamiliares pudiera influir positivamente en el manejo de las edificaciones, estableciendo una serie de revisiones periódicas de los distintos elementos de la edificación y su registro, permitiendo una planificación económica a largo plazo disminuyendo el impacto que representan las labores de mantenimiento en las cuotas de mantenimiento de los copropietarios. Logrando prolongar la vida útil de las edificaciones y manteniendo la calidad de vida todos los habitantes.

El presente trabajo abre las puertas a un campo de estudio posterior, en primer lugar la evaluación del Plan, a través de una aplicación por un periodo prolongado. La utilidad de herramientas, como los sistemas BIM y las redes sociales en el manejo de las edificaciones de vivienda multifamiliar.

Indagar en el tema de los habitantes morosos, y posibles estrategias que permitan disminuir la incidencia de la morosidad en el mantenimiento de las edificaciones. Y finalmente remarca la importancia de la inclusión del tema del mantenimiento correctivo y preventivo en el diseño de las nuevas edificaciones, lo cual permitiría un adecuado manejo por parte de las Juntas de Condominio desde el inicio de la vida útil de la edificación.

Referencias Bibliográficas:

ASTORGA, Ariana; RIVERO, Pedro (2009): Módulo III – Sección IV: Patologías en las Edificaciones. Mérida. Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos.

CILENTO S.; Alfredo (1999): Cambio de paradigma del hábitat. Caracas. IDEC, FAU, UCV.

EL MUNDO (2016) (página consultada el 08 de marzo de 2016, 06:40 p.m.) FMI prevé 720% de inflación en Venezuela para 2016, (On-Line). <http://www.elmundo.com.ve/noticias/economia/internacional/fmi-preve-720--de-inflacion-en-venezuela-para-2016.aspx>

EL TIEMPO (2016) (página consultada el 08 de marzo de 2016, 06:50 p.m.) BCV ubicó cifra anual de inflación en 141,5%, (On-Line). <http://eltiempo.com.ve/venezuela/economia/bcv-ubico-cifra-anual-de-inflacion-en-2015-en-1415/207770>

FINANZAS DIGITAL (2015) (página consultada el 08 de marzo de 2016, 07:10 p.m.) BCV: Inflación acumulada del año 2014 cerró 68,5%, (On-Line). <http://www.finanzasdigital.com/2015/02/bcv-inflacion-acumulada-del-ano-2014-cerro-685/>

GRUPO JURÍDICO VARGAS MS-UBV (2013) (página consultada el 27 de diciembre de 2014, 05:30 p.m.) La Inflación en Venezuela 1.985 – 2.012, (On-Line). <http://misionsucregonellsabatino.blogia.com/2013/032701-la-inflacion-en-venezuela-1985-2012.php>

HERNÁNDEZ S., Roberto; FERNÁNDEZ C., Carlos; BAPTISTA L, Pilar (2010): Metodología de la investigación. 5ta. Edición. Méjico D.F. McGraw Hill.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2013). “XIV Censo Nacional de Población y Vivienda: Resultados por Entidad Federal y Municipio del Distrito Capital”. INE. Caracas.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, Ministerio de Fomento (1983). Ley de Propiedad Horizontal. Caracas.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, COVENIN (1993). Norma Venezolana: Mantenimiento. Definiciones. Caracas. 3049:1993.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, Ministerio del Poder Popular para la Comunicación (2011). Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Especial para la dignificación de las trabajadoras y Trabajadores Residenciales. Caracas.

EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA ARENA POR DESECHOS DE CAUCHO Y SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO CON POLVO DE SÍLICE, UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE EN EL CONCRETO

Ing. Alejandro Giménez¹, Ing. María Olavarrieta², Ing. María Rodríguez³

¹ Departamento de Ingeniería de Construcción, Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. e-mail: agimenez@ucla.edu.ve

² Departamento de Ingeniería de Construcción, Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, e-mail: ingmariaalice@gmail.com

RESUMEN

La presente investigación se trazó como objetivos evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas de concreto con sustituciones del 5% de la arena por desechos de caucho y 10% - 15% del cemento por polvo de sílice, para hacer comparaciones con una mezcla. Se realizaron diseños de mezclas de variable fija la resistencia a la compresión de 280 Kg/cm², el asentamiento de la mezcla (4"). El cemento empleado fue Portland Tipo I, mientras que los materiales de la sustitución fueron polvo de sílice (amorfo), desecho de caucho, arena y piedra. Se elaboraron probetas cilíndricas, evaluando la resistencia a la compresión a las edades de 3, 7, 14, 28, 56 y 90 días; para el estudio de la porosidad se elaboraron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 5 cm de altura. Los resultados se analizaron y compararon con las Normas COVENIN y el manual DURAR-CYTED. Se concluye que la mezcla que aporta mayores valores de resistencia es el patrón en todas las edades ensayadas, mientras que las mezclas con sustitución alcanzaron la resistencia de diseño a los 90 días, siendo la muestra con 10% de polvo de sílice la que mejores valores de resistencia apporto, pudiéndose decir que la presencia de desechos de caucho genera espacios vacíos en la mezcla. En cuanto a la porosidad, la mezcla patrón indica que es de moderada calidad, mientras que las muestras con sustitución indican un hormigón de durabilidad inadecuada, lo cual la hace vulnerable a la penetración de agentes externos.

Palabras clave: Sílice, Caucho, Resistencia y Porosidad.

INTRODUCCIÓN

La imperante necesidad de satisfacer las demandas de diversas construcciones civiles, entre ellas las viviendas para la colectividad, así como la escasez de materiales para la construcción, y el deterioro del medio ambiente a partir de algunas construcciones tradicionales, ha llevado a diversos investigadores en el área a buscar alternativas viables y sustentables de nuevos materiales de construcción que sean novedosos, ecológicos que respeten el medio ambiente. Entre estas alternativas, la utilización de desechos ambientales como materiales reciclados, se han incorporado a las mezclas tradicionales, estudiando así sus propiedades con la intención de compararlas en sus diversas características con las propuestas de materiales tradicionales. En el mismo norte, en el Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", se han llevado a cabo, desde hace varios años, un conjunto de investigaciones, cuya propuesta ha sido la experimentación con nuevas mezclas comparadas con otras tradicionales, a fin de generar

nuevos conocimientos al respecto. En este sentido, la presente investigación pretende ampliar la base de conocimientos sobre nuevos materiales de construcción, por lo que se propuso evaluar las mezclas de concreto con sustitución parcial de arena y cemento, con desechos de caucho y polvo de sílice respectivamente como una alternativa sustentable en concreto. La importancia de la propuesta de sílice y caucho es que existe poca evidencia científica de las propiedades de la combinación de estos materiales adicionados al concreto tradicional, de allí lo novedoso del estudio y de los aportes teóricos que se generaran a partir de los resultados.

1- METODO EXPERIMENTAL

1.1 Población y Muestra

Para la investigación que se desarrolló, la población de este estudio comprende el conjunto de mezclas de concreto utilizadas en la construcción, las cuales se compararon con la mezcla de concreto elaborado con sustitución parcial del cemento con arena sílice y arena por desechos de cauchos. La muestra de estudio está conformada por 75 probetas cilíndricas, que comprenden un diseño de mezcla patrón y con sustitución de arena de sílice en dosis de 10 y 15% del peso del cemento y desecho de caucho en dosis de 5% del peso de la arena.

1.2 Sistema de Variables

Es importante en toda investigación definir conceptual y operacionalmente las variables con las que va a trabajar, en este sentido Hurtado (2010) refiere que la variable es cualquier característica, fenómeno, proceso, hecho, o situación susceptible de ser objeto de estudio y de indagación en una investigación

Con base en lo expuesto anteriormente, en la investigación experimental existen variables independientes y dependientes, en este caso la variable independiente serían las adiciones agregados a la mezcla de concreto: cantidad de sílice y cantidad de desecho de caucho, sustitución de arena de sílice en dosis de 10 y 15% del peso del cemento y desecho de caucho en dosis de 5% del peso de la arena.

La variable dependiente serán las características físicas y mecánicas de las diferentes mezclas de concreto, se evaluó la resistencia a la compresión a los 3, 7, 14, 28, 56 y 90 días de edad en estado endurecido.

1.3 Materiales

a. **Cemento:** Portland Tipo I proveniente de la empresa Cemex Venezuela S.A.C.A Planta Lara.

b. **Agregados:** proporcionados por los tutores.

c. **Polvo de Sílice en estado amorfo:** donada por la Reprocesadora Industrial de Arena de Sílice RIAS, C.A, ubicada en la Zona Industrial II, Barquisimeto, Estado Lara.

d. **Desecho de Caucho:** proporcionada por empresa cauchera de la zona

1.4 Diseño de las mezclas

Realizada la caracterización de los agregados, se procedió a determinar el diseño de mezcla para cada tipo, basado en el método del manual de concreto estructural de Porrero conforme con la **Norma COVENIN 1753-03** “Proyecto y Diseño de Obras en Concreto Estructural”, con resistencia de diseño de 280 Kg/cm² para todas las mezclas, con sustitución de 5% de arena por caucho molido y 10% de cemento por polvo de sílice; y sustitución de 5% de arena por caucho molido y 15% de cemento por polvo de sílice, obteniendo así un total de tres (3) mezclas.

Tabla N° 1. Diseño de mezcla patrón para $f'c=280\text{Kg/cm}^2$

Material o Componente	Dosificación m ³ /concreto
Agua de Mezclado (Lts)	212.35
Cemento Portland Tipo I (Kg)	447.18
Agregado Fino (Kg)	744.80
Agregado Grueso (Kg)	947.93

Tabla N° 2. Diseño de mezcla con sustitución del agregado fino en un 5% por caucho molido y cemento en un 10% por polvo de sílice con $f'c=280\text{Kg/cm}^2$

Material o Componente	Dosificación m ³ /concreto
Agua de Mezclado (Lts)	212.35
Cemento Portland Tipo I (Kg)	402.46
Agregado Fino (Kg)	757.19
Agregado Grueso (Kg)	797.04
5% Caucho (Kg)	39.85
10 % Sílice (Kg)	44.72

Tabla N° 3. Diseño de mezcla con sustitución del agregado fino en un 5% por caucho molido y cemento en un 15% por polvo de sílice con $f'c=280\text{Kg/cm}^2$

Material o Componente	Dosificación m ³ /concreto
Agua de Mezclado (Lts)	212.35
Cemento Portland Tipo I (Kg)	380.10
Agregado Fino (Kg)	742.81
Agregado Grueso (Kg)	781.91
5% Caucho (Kg)	39.10
15 % Sílice (Kg)	67.08

1.5 Elaboración de la Mezcla de Concreto

Se pesaron todos los materiales, se revisaron todos los componentes: el cemento, agregado fino, agregado grueso, la adición de polvo de sílice y la adición de caucho, dependiendo la mezcla a realizar, se midió el agua respectivamente. Luego se comenzó a verter al trompo primero el agregado grueso y una parte del agua, se encendió el trompo y se agregó el agregado fino, el caucho, el cemento, el polvo de sílice y el agua restante, se mezcló durante tres (03) minutos para luego encenderlo y mezclar nuevamente durante dos (02) minutos. Finalizado este tiempo se vertió el concreto en la carretilla anteriormente limpiada y humedecida, para luego hacer la prueba de asentamiento.

1.5.1 Evaluación Física de las Mezclas en Estado Fresco

Se realizó a través de la medición del asentamiento con el cono de abrams, según el procedimiento establecido en la norma COVENIN 339.



Fig. 1 Asentamiento del concreto y probetas

1.5.2 Elaboración, Curado y Ensayo de las Probetas Cilíndricas de Concreto

Se realizó según los criterios establecidos en la Norma COVENIN 338-2002 “Concreto. Método para la Elaboración, Curado y Ensayo a compresión de Cilindros de Concreto”

1.5.2.1 Curado de Probetas Cilíndricas

Las probetas cilíndricas elaboradas se dejan reposar durante un periodo de veinticuatro (24) horas. Transcurrido el tiempo, se desmoldan los cilindros, se identifican y se sumergen en agua para el proceso de curado. En estas condiciones los cilindros deben permanecer por un periodo de 3, 14, 28, 56 y 90 días. Los cilindros se retiran del agua el día anterior a la fecha de ensayo para secarse y luego tomar las medidas de cada cilindro (ancho y alto) en centímetros y se registra su peso en kilogramos. Se traslada cada cilindro a la prensa, donde se coloca el molde neopreno, se centra y se procede a comprimir, se registra el valor de la carga suministrada por la prensa, para luego proceder a calcular el valor de la resistencia



Fig.2 Desencofrado y curado de probetas

1.5.2.2 Evaluación del Concreto Endurecido

Ensayo a compresión de cilindros de concreto

Este tipo de ensayo consiste en aplicar una carga vertical a una rata de $3 \pm 1 \text{ kg/cm}^2$, con la finalidad de distribuir la carga uniformemente



Fig. 3 Ensayo a compresión de probetas.

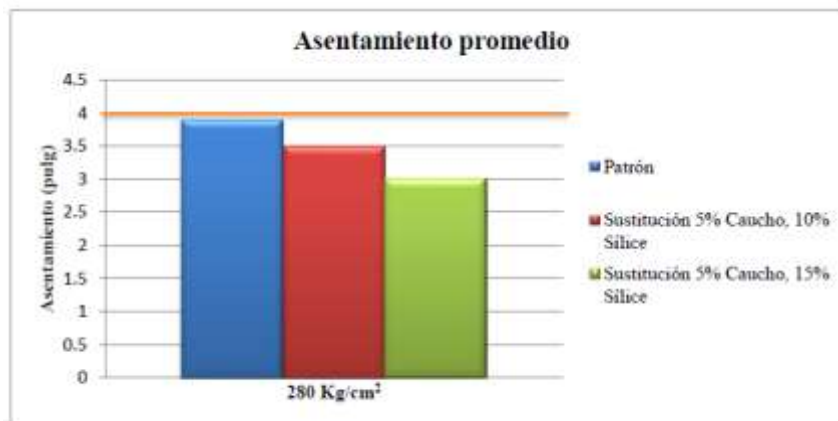
1.6 Método para Determinar el Porcentaje de Porosidad de las Mezclas de Concreto

El ensayo de porosidad se realiza para calcular los poros que le quedan al concreto luego que pierde su agua por calentamiento a cierta temperatura. Estos ensayos se realizaron siguiendo la metodología descrita en el Manual DURAR CYTED 1998.

Una vez elaboradas cada mezcla de concreto, se tomaron tres (3) muestras cilíndricas por cada diseño de mezcla, con dimensiones de los moldes de 10 cm de diámetro por 5 cm de altura, los cuales se sometieron a un proceso de curado durante 3 días, donde se registró su peso fuera (saturado de agua) y dentro de agua (sumergido en agua), este último peso se determinó con la balanza hidrostática. Finalmente se secan las muestras en el horno a una temperatura de $105 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 48 horas, transcurrido ese tiempo se registró el peso seco (peso seco al horno).

2. RESULTADOS

2.1. Asentamiento

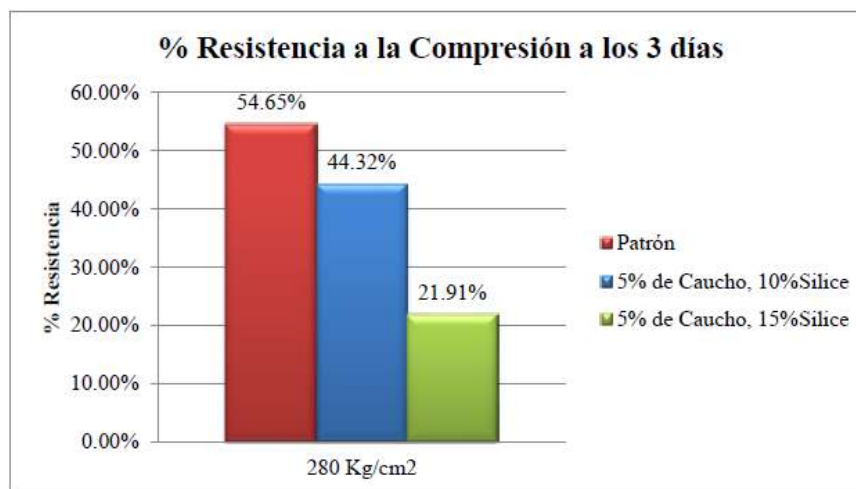


El gráfico anterior refleja los resultados del asentamiento obtenido para las mezclas estudiadas, se observa que la mezcla patrón cumple con el asentamiento de diseño de 4 ± 1 pulgadas, mientras que en las mezclas con sustitución de polvo de sílice y caucho a pesar de presentar asentamientos menores, cumplen con el diseño. Cabe destacar, que debido a la presencia de micro sílice, que tiene la capacidad de actuar como reductor de la relación agua-cemento y esto sumado a la cantidad de gradación gruesa, hace disminuir la manejabilidad de las mezclas. Igualmente se observa una reducción progresiva del asentamiento, al incrementar el porcentaje (%) de sustitución de polvo sílice donde la mezcla patrón reduce 2.5% con respecto al asentamiento de diseño (4”), mientras que la mezcla de sustitución de 5% de Caucho y 10% de polvo de sílice reduce un 12.5% y la mezcla de 5% de Caucho y 15% de polvo de sílice reduce un 25%, por consiguiente la influencia para la presencia de polvo de sílice en las mezclas es moderada, puesto que, los asentamientos no varían significativamente con respecto a los de la mezcla patrón

2.2 Resistencia a la Compresión:

El ensayo de resistencia a la compresión del concreto es el criterio más aplicado para determinar su calidad, puesto que en la resistencia están involucrados diversos factores muy significativos.

A continuación se muestra la evolución comparativa en términos porcentuales en la resistencia del concreto de las mezclas patrón, 5% de sustitución de caucho, 10% y 15% de sustitución de polvo de sílice para una resistencia de 280 Kg/cm² para las edades de 3, 7, 14, 28, 56 y 90 días

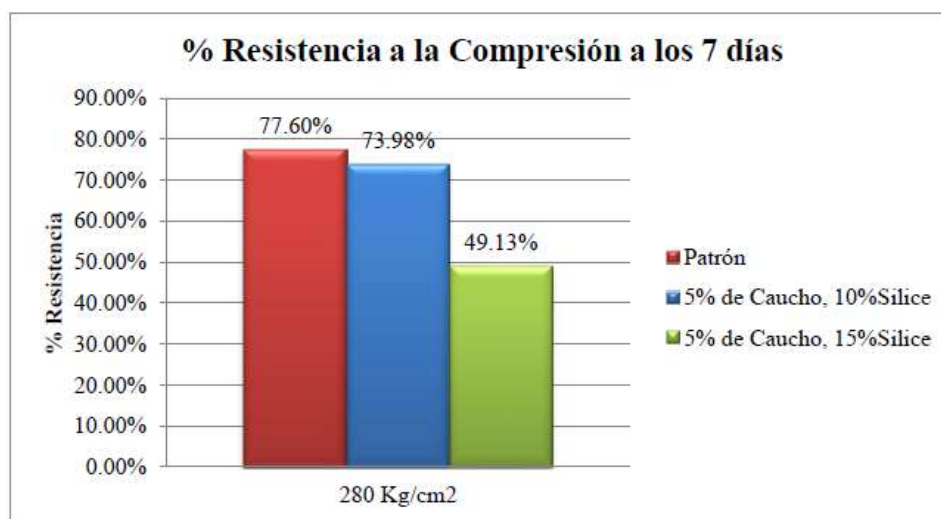


Se muestran los porcentajes de resistencia alcanzados a la edad de 3 días, en el cual se puede observar que la mezcla patrón alcanzó el 54,65% de su resistencia, superando el 50% de la resistencia de diseño. Las mezclas con sustituciones de 10% y 15% de polvo de sílice no alcanzaron la resistencia esperada, solo 44,32% y 21,91% respectivamente.

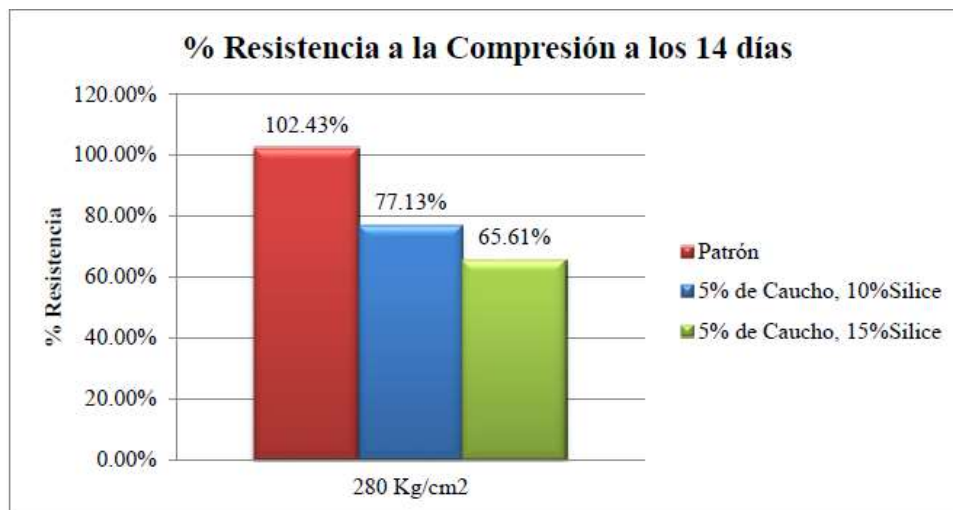
Esto indica que la sustitución de polvo de sílice afecta la ganancia de resistencia a compresión del concreto a edades tempranas, esperando se logre mejorar dichas resistencias

en edades mayores, ya que esta edad es muy temprana para que ocurra la reacción química entre el polvo de sílice y el cemento.

En los gráfico siguiente corresponde a la edad de 7 días, se muestra los porcentajes de resistencia alcanzados a esta edad, en el cual se puede observar que la mezcla patrón y la mezcla con sustitución de 5% de caucho y 10 % de polvo de sílice, incrementaron su resistencia un 22,95% y 29,66% superando el 70% de la resistencia de 280 Kg/cm², sin embargo la mezcla con sustitución de 5% de caucho y 15% de polvo de sílice no alcanzaron la resistencia mínima esperada, aun así esta aumento un 27,22% de su resistencia. A pesar que la sustitución empleada, al parecer no es una puzolana por su estado estructura interna de las moléculas, presenta un incremento de su resistencia. La mezcla patrón fue la que desarrollo mayor resistencia en comparación a las mezclas con sustitución de 5% de caucho, y 10% - 15% de polvo de sílice. De igual manera se observa que a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución, la resistencia de compresión son menores en relación a la mezcla patrón.

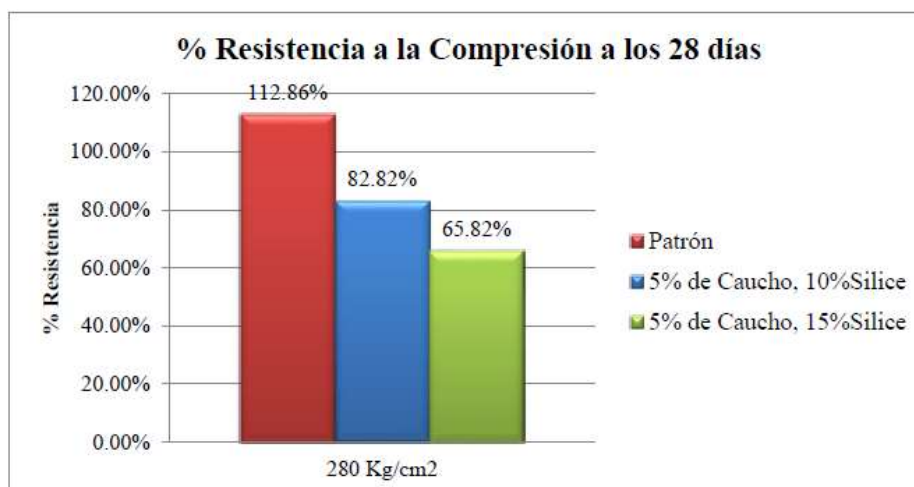


Continuando con las evaluaciones de la resistencia a diferentes edades el grafico siguiente muestra los porcentajes de dichas resistencias, realizados a los 14 días de edad, donde se puede observar, como se esperaba que solo la mezcla patrón superó la resistencia esperada del 90% de la resistencia de 280 Kg/cm², alcanzando más del 100% de la resistencia de diseño. En el caso de las mezclas con sustitución de 10% y 15% de polvo de sílice, no alcanzaron el 90% de la resistencia de diseño, sin embargo el incremento de sus resistencias a compresión fueron de 3,15% y 16,47% con respecto a la edad anterior.



En las mezclas con sustitución de polvo de sílice, el desarrollo de la resistencia tarda debido a que se requiere tiempo para la reacción entre los silicatos activos del posible material puzolánico y el Hidróxido de Calcio liberado por el Clinker en el transcurso de la hidratación. En este estudio se observa que mientras mayor sea el porcentaje de sustitución, más tardara la reacción comentada anteriormente.

A pesar del aumento de resistencias de las mezclas con sustitución para esta edad, se observa que la diferencia entre los porcentajes de aumento de la resistencia a compresión es alta.



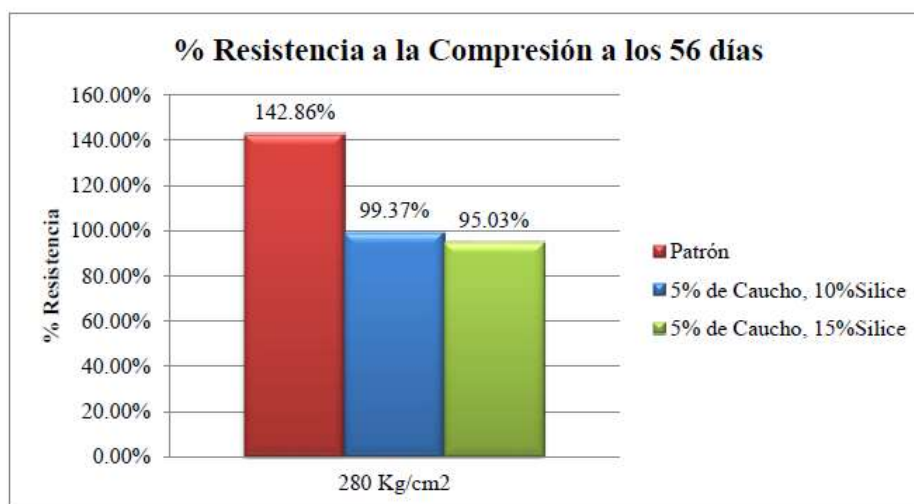
El comportamiento de la resistencia a la edad de 28 días, es similar a las descritas anteriormente donde la única mezcla que supera la resistencia de 280 Kg/cm² la mezcla patrón, en un 12,86% de la resistencia de diseño. Las mezclas con sustituciones de 10 y 15% de polvo de sílice alcanzaron menores resistencias a las esperadas. Sin embargo obtuvieron el 82,82% y 65,82% de su resistencia. El desarrollo de la resistencia a la

compresión (Porrero, J. y otros, 2008) indica que la edad de 28 días se elige ya que el desarrollo de resistencia esta adelantado en gran proporción.

Se espera que para las edades mayores se logre mejorar y aumentar las resistencias de las mezclas con sustituciones, debido que en estas tardan tiempo en reaccionar los silicatos activos del material puzolánico y el Hidróxido de Calcio liberado por el Clinker en el transcurso de la hidratación.

Por las características propias de la adición empleadas se evaluó edades no convencionales los cuales se muestran a continuación. Los porcentajes de resistencias alcanzados para 56 días denotan que la mezcla patrón supera la resistencia de diseño un 42,86% , mientras que la mezclas con sustitución de 10% - 15% de polvo de sílice alcanzaron resistencias mayores a las edades anteriores, incrementando su resistencia un 16,55% y 29,21% respectivamente. Sin embargo a esta edad aun no alcanzaron la resistencia de diseño. Esto debido básicamente a la característica de filler de la adición empleada.

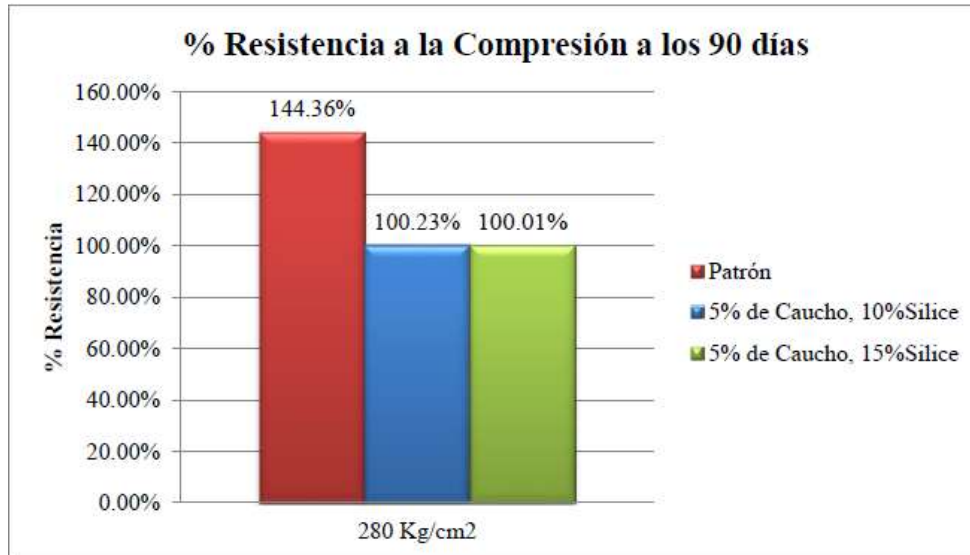
Las ganancias de resistencia del concreto se produce mayormente en los días iniciales después del mezclado, se obtiene un 90% en 14 días, y un 99-100% en los 28 días, después de este tiempo sigue adquiriendo resistencia pero es mínima en comparación a los primeros días, en este caso las muestras con sustituciones de polvo de sílice alcanzaron un porcentaje de crecimiento mayor a las edades iniciales, esto se debe a que ya se activó la reacción entre los silicatos activos del posible material puzolánico y el Hidróxido de Calcio liberado por el Clinker.



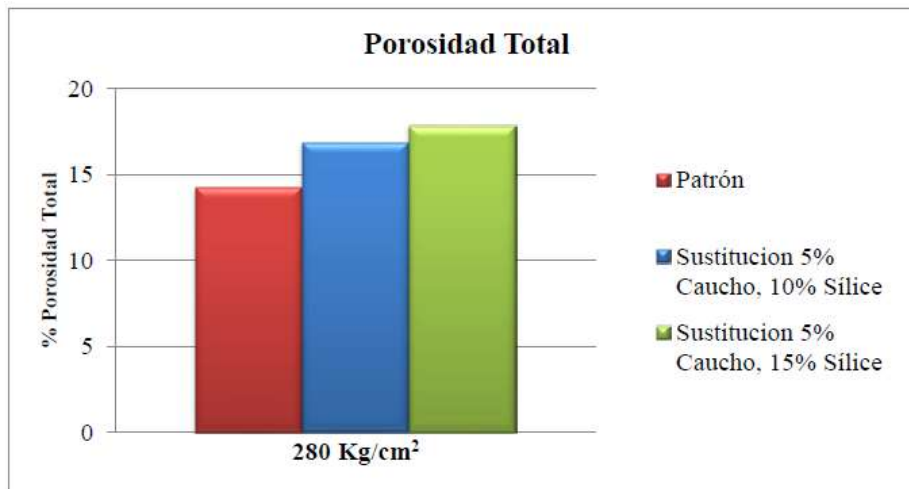
Finalmente se presentan los porcentajes a la edad de 90 días respectivamente, se pueden observar que continúa la tendencia de disminución de los valores de las resistencias a la compresión en cada una de las mezclas, siempre menor a la mezcla patrón.

También en este gráfico se evidencia que la mezcla patrón es la que aporta mayores valores de resistencia, en todas las edades ensayadas, mientras que las mezclas con sustitución de 5% de caucho - 10% polvo de sílice y 5% de caucho - 15% de polvo de sílice finalmente a esta edad alcanzaron la resistencia esperada, siendo valores similares entre ellas y teniendo una ganancia mínima con respecto a la edad anterior (56 días).

El caucho al porcentaje utilizado (5%) en las mezclas estudiadas no evidenció ninguna mejoría en cuanto a la resistencia a compresión del concreto.



2.3 Porosidad



Se muestran los valores de los resultados del ensayo de porosidad en las mezclas patrón y mezclas con sustitución, para la resistencia de 280 Kg/cm². Comparando estos valores con los valores normativos del Manual Durar 1998 mostrados en la Tabla N° 14 se observa que la mezcla patrón se considera un concreto de moderada calidad, ya que se obtuvo un 14.25% de porosidad, por el contrario las mezclas con sustituciones de 5% de caucho y 10% - 15% de polvo de sílice indican un concreto de inadecuada calidad, obteniendo un 16,84% y 17,81% de porosidad respectivamente, siendo estas muy porosas. Esto se debe a

la presencia de polvo de sílice y caucho, lo cual genera menor trabajabilidad y más espacios vacíos, por lo tanto se hace menos compacta.

Recordando que a mayor porosidad, mayor será la permeabilidad y la absorción capilar del concreto, lo que facilita la penetración del oxígeno, la humedad y las sales, aumentando las posibilidades de que ocurra la corrosión.

3. CONCLUSIONES

En los ensayos de resistencia a la compresión se pudo observar que por las características de la adición utilizada, ya que como no se le realizó una caracterización a la misma se presume su poca reactividad puzolanica por el acomodo interno de las moléculas, actuando más como un filler que como un material reactivo, sin embargo las mezclas con sustitución alcanzaron la resistencia de diseño a los 90 días, pudiéndose decir que el sílice (amorfo) reacciona a edades mayores y no son favorables porcentajes tan altos de este material en las mezclas de concreto.

La presencia de caucho afecta la trabajabilidad, fluidez de la mezcla y resistencia a la compresión, siendo este un material que produce espacios vacíos por tener una granulometría específica

La sustitución con mejor aporte de resistencia a la compresión en todos los periodos de ensayo es con 10% de polvo de sílice y 5% de caucho, ya que los resultados obtenidos aumentaron progresivamente con el pasar del tiempo

Las mezclas con sustitución de 5% de caucho y 10% - 15% de polvo de sílice respectivamente alcanzaron valores de porosidad mayores a 15%, lo que indica que es un hormigón de durabilidad inadecuada por lo tanto son sensibles a los ataques de agentes químicos debido a su capacidad de absorción.

4. REFERENCIAS

Akhras, N y col (2003). Properties of Tire Rubber Ash Mortar. Jordan University of Science and Technology

Bolívar, N., Gómez, R., y González, N. (2012). Evaluación de mezclas de concreto sustituyendo parte del cemento con adiciones de arena de sílice. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Venezuela

Chacón, E. y Lema, G. (2012). Estudio comparativo de elementos fabricados de hormigón con material reciclado PET (Polietileno Tereftalato) y de hormigón convencional. Tesis de Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Nacional. Quito. (Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4837>)

COVENIN 1753-2003

COVENIN 339 - 1994

COVENIN 338 - 2002.

Goyo, E. y Rojas, C. (2014). Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de arena de sílice en un 5 y 10% como sustituto del peso del cemento. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Venezuela

Hurtado, J (2010). Metodología de la Investigación. Caracas: Editorial Quirón. 4ta edición.

Porrero, J. (2004). Manual de Concreto Estructural. Conforme a la norma COVENIN 1753:2003 - Proyecto y diseño de obras en concreto estructural. Editor Sidetur. Venezuela.

Rodríguez. B. (2009). Estudio de concreto elaborado con caucho de reciclado de diferentes tamaños de partículas. Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. ISSN 0798- 4065.

VALORACIÓN SOBRE REMACHES, TORNILLOS Y RASCACIELOS DE ACERO. UNA REPRESENTACIÓN DE SUS ASOCIACIONES DESDE LA NOCIÓN DEL ACTANTE RIZOMA.

Dra. Arq. Alejandra González¹

¹ Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela,
e-mail: alejandra_gonzalezve@yahoo.com

RESUMEN

Los tornillos y pernos no siempre existieron. Los primeros objetos fabricados con hierro, forjado o fundido, resolvían las uniones entre piezas mediante el uso de clavijas, barras o remaches. El surgimiento del acero como material producto de la aleación de hierro, carbono y otros materiales metálicos para mejorar sus propiedades físico-mecánicas, determinó la posibilidad de contar con un material tenaz, maleable y a la vez dúctil. Estas nuevas propiedades del material estimularon la aparición de tornillos y pernos, por supuesto aunado a la invención y mejora de equipos y maquinarias especializadas para su fabricación económica y accesible y con base en el antiguo concepto del tornillo de Arquímedes. La creación y evolución de tornillos y pernos ha sido factor fundamental para agenciar la existencia de puentes y rascacielos en acero, sin ellos hubiera sido imposible realizar las complejas conexiones entre miembros estructurales necesarias para su construcción. Las explicaciones sobre el desarrollo tecnológico desde las epistemes tradicionales dan cuenta básicamente de una visión dualista de la ciencia y la tecnología. Esta ponencia presenta una aproximación a este asunto desde la noción del “Actante Rizoma de Bruno Latour” teoría mediante la cual podemos abordar la comprensión del desarrollo tecnológico y a la innovación, en términos del “poder de actuación” de un determinado “actante” o de “apertura de cursos de acción”, “asociaciones” y “traducciones” de los entes humanos y no humanos en el surgimiento de un determinado paso de desarrollo o innovación tecnológica, desde una postura paradigmática que apuesta por la “simetría de los actantes”. Metodológicamente realizamos una investigación documental y entrevistas a profundidad a informantes expertos en el campo. Como resultado obtendremos a una primera identificación de actantes entre el tornillo y el rascacielos y una aproximación a la red de asociaciones entre ellos en su desarrollo tecnológico e innovación (D+i) desde la noción del “Actante Rizoma” de Bruno Latour.

Palabras clave: Acero, rascacielos, tornillos, conexiones, D+i, Actante-Rizoma.

INTRODUCCIÓN

Todo desarrollo tecnológico, innovación e invención se concreta en la convergencia de una serie de pre-existencias y de interacciones entre ellas. Algunas azarísticas, otras planificadas y no siempre necesariamente lógico-secuenciales o producto de la aplicación de un método pre-establecido, abren un curso de acción para que surja algo nuevo y mejor. Una serie de elementos que ya existían se interrelacionan de una nueva forma.

Los estudios tradicionales de ciencia, tecnología y sociedad han dado explicaciones a este fenómeno desde la perspectiva de la iniciativa de los actores, con gran énfasis de los factores socio-culturales presentes en el momento de su ocurrencia. Estas explicaciones y las representaciones que de ellas se derivan suelen estar muy determinadas por la visión antropocéntrica² y dualista³ de la ciencia, quedando de esta forma excluidos del análisis muchos aspectos que también suelen intervenir en el desarrollo de la tecnología y en la concreción de la innovación.

Lo pre-existente puede ser humano y no humano y la red de asociaciones que entre estos entes se da, es determinante para el surgimiento de un determinado cambio o “traducción” en el estado de arte de un campo, una innovación incremental o radical, o un salto tecnológico importante.

En el campo de la construcción en acero este fenómeno posee una particular lectura, por una parte debido a las evidentes etapas de evolución del material acero reconocidas por la historiografía de la tecnología, y por otra debido a la muy específica cadena de valor de la producción del hierro y el acero, claramente definida por la industria siderúrgica. Las representaciones sobre la comprensión del desarrollo tecnológico y la innovación en el campo de las construcciones en acero y de la producción de componentes constructivos en este material, se orientan predominantemente al estudio de edificaciones representativas de este desarrollo, a la identificación de ciertos hitos en el desarrollo ligados a personajes específicos como responsables de las invenciones que lo han impulsado o a progresos en determinados puntos de la cadena de valor industrial de la producción del acero y los componentes constructivos.

Esta explicación del desarrollo de tecnologías constructivas en acero, determina una visión parcelada y desintegrada de los aspectos humanos y no humanos que la obstaculizan o la estimulan. Se habla de actores industriales, académicos, gubernamentales, empresariales etc, como agentes diferenciados y enfrentados por visiones en conflicto o por intereses confrontados.

En los años 80 un filósofo y antropólogo social llamado Bruno Latour, cristalizó una teoría denominada *La Teoría del Actor Red (ANT)* de sus siglas en inglés Actor Net Theory, que más adelante en su proceso evolutivo devino en *Ontología del Actante Rizoma*, derivado de los estudios sociales de la ciencia también de los años 80.

La teoría del “Actante Rizoma” de Bruno Latour nos permite introducirnos en un novedoso enfoque para explicar el Desarrollo Tecnológico y la Innovación desde una nueva perspectiva. Por una parte la noción de actante para referirse a actores que no necesariamente son solo humanos, y por otro el concepto de Rizoma tomado directamente de la Botánica para identificar aquellas especies vegetales que, a diferencia del sistema arbóreo, crecen horizontalmente bajo la tierra generando diversos nodos o “rizomas” que a

² Que tiene como centro al hombre.

³ El dualismo es una doctrina filosófica que plantea que la existencia de las cosas obedece a dos principios irreductibles, independientes y explicativos de la existencia de lo real.

su vez permiten el crecimiento de diversas plantas conectadas a ese eje principal multinodal. Posteriormente transformado en concepto filosófico por Gilles Deleuze y Félix Guattari en su proyecto Capitalismo y Esquizofrenia (1972, 1980).

*El concepto de **Rizoma** es un concepto filosófico desarrollado por Gilles Deleuze y Félix Guattari en su proyecto Capitalismo y Esquizofrenia (1972, 1980). Es lo que Deleuze llama una "imagen de pensamiento", basada en el rizoma botánico, que aprehende las multiplicidades.*

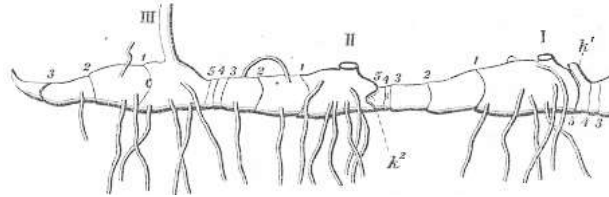


Figura 1. Rizoma botánico.

Fuente: <http://lexicoon.org/es/rizoma>. Recuperado el 18 Marzo 2016.

Para Gilles Deleuze y Félix Guattari, un **rizoma** es un modelo descriptivo o epistemológico o una imagen de pensamiento en el cual los elementos no siguen líneas de subordinación jerárquica para organizarse como ocurre con el árbol, sino que cualquier elemento puede afectar o incidir en cualquier otro (Deleuze & Guattari 1972:13).

En un modelo arbóreo o jerárquico tradicional de organización del conocimiento — como las taxonomías y clasificaciones de las ciencias generalmente empleadas- lo que se afirma de los elementos de mayor nivel es necesariamente verdadero de los elementos subordinados, pero no a la inversa. En un modelo rizomático, cualquier predicado afirmado de un elemento puede incidir en la concepción de otros elementos de la estructura, sin importar su posición recíproca. El rizoma carece, por lo tanto, de centro, un rasgo que lo ha hecho de particular interés en la filosofía de la ciencia y de la sociedad, la semiótica y la teoría de la comunicación contemporáneas....

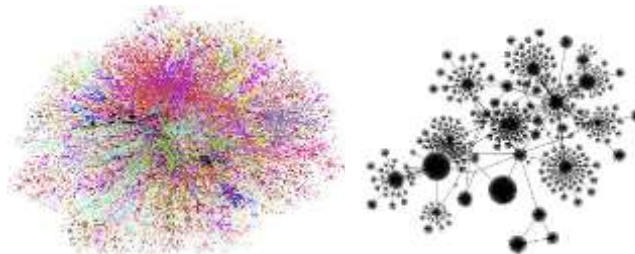


Figura 2. Representación gráfica del Rizoma Epistemológico.

(fuente: http://vitalidadzalvaje.blogspot.com/2012/12/sociedades-de-control-vs-rizoma_20.html). Recuperado el 18 Marzo 2016).

Además de la noción de “Actante Rizoma” esta teoría nos aporta otro aspecto de gran interés, el poder de actuar o incidir en otro “actante””. Callón (1998) otro de los autores de este novedoso enfoque expresa:

“Un actor no es un individuo (o una colectividad de ellos). El actor se define más bien por los efectos de sus acciones, de tal manera que un actor es cualquier elemento con el poder de “actuar” sobre otros, ya sea un científico, un ingeniero, un político o un líder de un movimiento social, pero también una vieira, un barco, una bacteria, una rata de laboratorio, la bisagra de una puerta o un badén colocado en la carretera para que los coches aminoren su velocidad”.

PRIMEROS TIPOS DE UNIONES DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS EN ACERO.

Casi todos los componentes que conocemos en la construcción hoy, se hicieron primero en piedra o madera y luego en hierro. La piedra y la madera son materiales de existencia más perceptible para el ser humano, que el hierro. La madera estaba allí, evidente, y sus atributos demostrados en la propia naturaleza, fundamentalmente en esa gran lección de ingeniería y arquitectura que es un árbol. La piedra común también, ostentando sus propiedades mecánicas de forma directa.

El hierro en cambio en su aspecto natural de óxido de hierro, se parece a cualquier piedra y debieron concurrir muchas circunstancias- aleatorias algunas- para que el hombre pudiera percibir su existencia, experimentar con él, des-velar⁴ sus propiedades y en consecuencia conocerlo.



Figura 3. Cerro Bolívar Edo. Bolívar Venezuela y piedra de óxido de hierro.
Foto del autor.

Las primeras formas de unión de piezas para la construcción de edificaciones fueron realizadas con tarugos o clavijas de madera. Una vez des-cubierto el hierro y sacado de su forma natural de óxido de hierro a base de someterlo al calentamiento con brasas de carbón vegetal⁵, pudo iniciarse el proceso de fabricación de piezas de hierro forjado y/o

⁴ Utilizamos aquí el término en su acepción filosófica de “quitar el velo”, des-cubrir, poner de manifiesto algo que estaba oculto, planteada por Heidegger. El afirma: “...si no hay desvelación no hay ser, volvemos entonces a la idea de que en la práctica no hay ser con existencia externa y por sí mismo, es dependiente del acontecimiento que lo desvela”.

⁵ El óxido de hierro calentado sobre brasas de carbón es la forma precursora del acero. Es en este sencillo acto de ablandar el hierro donde se sientan las bases conceptuales de la futura producción de aceros.

fundido, incluidas las piezas de construcción, y piezas de fijación y unión de componentes constructivos, como lo son los remaches, tornillos y más adelante los pernos.

El ser humano comenzó desde tiempos muy remotos a golpear con martillos el hierro caliente, al rojo vivo, para dar forma mediante la deformación plástica por impacto que permite la forja, a diversos tipos de utensilios, tanto decorativos como utilitarios. Es en la deformación plástica por compresión que se realiza con la forja, donde se ubica el origen de la moderna laminación continua en trenes, tanto en caliente como en frío, que permite la elaboración de complejísimos componentes para la construcción utilizados hoy día.



Figura 3. Escultura en la tumba de un herrero romano muestra al obrero trabajando en su yunque y su asistente utilizando un fuelle para calentar metales en un caldero, y herramientas del oficio. Fuente: <http://www.encyclopediahistoria.com/2014/04/las-artes-antiguas-500-ac-500-dc.html> Recuperado el 4 Marzo 2016

Las aplicaciones del hierro en la construcción fueron posteriores a las aplicaciones ornamentales o para la guerra, y más tardías aún las aplicaciones de carácter estructural debido a la baja calidad- tenacidad y templabilidad- y al alto costo del hierro que se producía entonces.

Finalmente comenzó a ser posible la fabricación de cuñas⁶ y clavijas de hierro forjado o de los primeros tipos de roblones o remaches, que fueron un factor detonante en la posibilidad de producir estructuras en hierro forjado o colado.



⁶ El Iron Bridge fue realizado con uniones de cuña “sin un solo tornillo o remache”. Fue la primera aplicación del hierro fundido estructural a esta escala (Derry y Williams, 1984). En él se aplicaron técnicas propias de la construcción en madera y nociones estructurales de los puentes de arco de piedra. “El Iron Bridge se alza no solo como monumento al pensamiento innovador que precedió a la revolución industrial, sino también como jalón del vertiginoso progreso tecnológico que ha experimentado la ingeniería desde entonces” (Dupré, 2000). Fue declarado por la UNESCO patrimonio de la humanidad y es considerado por algunos la primera obra de construcción high-tech del mundo, es hoy todavía un puente utilizado para el paso de peatones (Cilento, 2000).

Figura 4. El Iron Bridge (Coalbrookdale Inglaterra 1779) considerado el primer puente de acero del mundo.. Fuente: <http://www.ironbridge.org.uk/collections/our-collections/engineering/the-iron-bridge/blind-dovetail-joint-on-the-iron>. Recuperado el 7 de Marzo de 2016.

Remaches

Los roblones⁷ y posteriormente los remaches son elementos de fijación elaborados con hierro forjado en primera instancia, que se aplicaron mediante la aplicación de calor y presión para su fijación, en las primeras construcciones estructurales en acero: puentes y los primeros rascacielos (en cierta forma puentes que se erigieron o colocaron verticalmente). Al respecto la obra de Gustav Eiffel es emblemática en cuanto a puentes y la Torre Eiffel en su momento un importante referente de la construcción de rascacielos.⁸



Figura 4. Roblones de acero Fuente: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Detalle de la Torre Eiffel](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Detalle%20de%20la%20Torre%20Eiffel) en la que se aprecian los roblones en las uniones, un total de 2 500 000 unidades. Fuente: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Detalle de la Torre Eiffel](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Detalle%20de%20la%20Torre%20Eiffel) Fuente: <http://www.infojardin.com/> Recuperados el 04 de Marzo 2016.



Figura 5. Remaches en frío de alta resistencia
<http://www.thebellmeade.com/s/del-remache-buster/>
Recuperado el 04 de Marzo 2016.

⁷ Un roblón o remache es un elemento de fijación que se emplea para unir de forma permanente dos o más piezas. Consiste en un tubo cilíndrico (el vástago) con una cabeza. Las cabezas tienen un diámetro mayor que el resto del remache, para que así al introducirlo en un agujero pueda encajar. Se utiliza para unir dos piezas distintas, sean o no del mismo material.

⁸ Una importante cantidad de puentes construyó Gustav Eiffel-el Mago del Hierro-(Dupré, 2000), antes de atreverse a proyectar la torre Eiffel, su obra más reconocida. Al respecto (González, 2013) expresa:

“A la Torre Eiffel la precedieron numerosos puentes diseñados y construidos por Eiffel, que fueron la antesala a esta, su más destacada obra. Entre ellos, para quienes deseen profundizar en este tema: el Viaducto de María Pía en Portugal (1877), el Viaducto de Garabit en Francia, entre otros.”

El tornillo de Arquímedes y sus aplicaciones.

La idea del tornillo para elevar agua o cereales fue de Arquímedes inventor, físico, ingeniero y matemático nacido en Sicilia (Siracusa) hacia el 287 A.C. Básicamente se trata de un artefacto constituido por una superficie en espiral alrededor de un eje, que basado el principio matemático planteado por Arquímedes y que también lleva su nombre, actúa como ascensor permitiendo la elevación mediante el giro con una manivela, del agua o los cereales sobre la superficie en espiral.

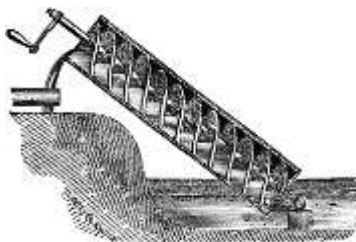


Figura 6. Tornillo de Arquímedes. Fuente: Chambers's Encyclopedia.
Recuperado el 15 de Febrero 2016.

Más adelante se aplicó el mismo principio para la invención del tornillo de fijación, solo realizando el giro del eje en el sentido contrario y colocando una punta penetrante en un extremo del tornillo, el cual es el principio de todos los tipos de tornillos de fijación existentes, de la cual posteriormente derivó la invención de los pernos de fijación con tuerca.

HIERRO Y ACERO. LA EVOLUCIÓN DE UN MATERIAL.

En la medida en que se fue conociendo mejor el hierro a partir de su utilización y fueron descubriéndose nuevos materiales metálicos y perfeccionándose sus propiedades, la aleación básica hierro + carbono fue cambiando y haciéndose más resistente, dúctil, maleable y de mayor templabilidad⁹. Surgió propiamente el acero como material referido específicamente a la aleación de hierro y carbono en una presencia de un máximo del 2 % lo cual le atribuye mejores propiedades físico-mecánicas por sobre todo temple o dureza en todo su estructura.

Estos aceros en una época fueron inalcanzables desde el punto de vista de su utilidad en la construcción de edificaciones debido a su alto costo y a su imperfección, a partir de la invención del proceso de refinado y reducción del hierro y del convertidor vertical de Bessemer¹⁰, el nombre de su creador- y luego de la innovación incremental del convertidor

⁹ Colasante (2006) explica que la templabilidad es la propiedad que determina la profundidad y distribución de la fuerza adquirida mediante el templado por el acero. Un acero aleado de alta templabilidad es aquel que endurece, no sólo en la superficie, sino también en su interior. Por tanto, la templabilidad es una medida de la profundidad a la cual una aleación específica puede endurecerse. Es en este momento evolutivo de hierro cuando se puede hablar propiamente de acero.

¹⁰ Henry Bessemer en la Inglaterra de 1855 en medio de la Revolución Industrial se dedicó a perfeccionar el proceso de refinado y reducción de hierro para producir acero en cantidades industriales y a bajo costo. El procedimiento consistió en

inclinado, se facilitó las tareas de la “colada”, el acero se hizo más accesible económicamente, de mejor calidad y pudo ser utilizado en aplicaciones masivas como las de la industria de la construcción.

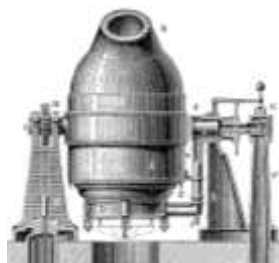


Figura 7 Convertidor de Henry Bessemer, Patente de 1855. Inglaterra.

Fuente: Meyers Konversations-Lexikon,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=310624>.

Recuperado el 04 Marzo 2016.

Los hierros precursores fueron colado y fundido, simples mezclas producto del calentamiento del óxido de hierro que no ofrecían mayores propiedades físico-mecánicas y por tanto una baja respuesta en su respuesta resistente.

Más adelante la incorporación progresiva de nuevos elementos químicos metálicos tales como: níquel, cobre, magnesio, etc, fueron permitiendo la producción de nuevos tipos de acero más maleable, tenaz, dúctil etc.

Hoy día la evolución de los elementos metálicos que pueden ser agregados al acero base para producir aceros inteligentes de alto rendimiento y desempeños específicos, como por ejemplo los aceros inoxidable o los aceros estructurales utilizados en la construcción de componentes constructivos de alto desempeño estructural, se pierde de vista.

PROPIEDADES DEL ACERO QUE PERMITEN FABRICAR TORNILLOS Y PERNOS.

El acero es tenaz, maleable y templable pero si no fuera dúctil no podrían fabricarse tornillos ni clavos con él, ni tampoco cabillas y otros componentes que exigen el alargamiento o elongación del material. La ductilidad es la propiedad del acero que permite alargarlo hasta alcanzar finos hilos que permiten la fabricación a su vez de productos largos semiterminados que luego se transformarán en: barras lisas o estriadas, alambres, mallas, clavos, pernos y tornillos.

La evolución de maquinarias, que a partir de juegos de mordazas y/o dados laminadores permiten el estiramiento de las barras hasta espesores de milímetros, y los equipos para

soplar aire a presión en el fondo de la cuchara donde se colaba el arrabio. La clave de este proceso fue la retirada de impurezas por oxidación del hierro fundido a altas temperaturas.

fabricar los vástagos de tornillos, cabezas y estrías en espiral para pernos han determinado la posibilidad de fabricar estas piezas con altísimo control de calidad.

TORNILLOS Y PERNOS. PRECISIONES DE SUS DIFERENCIAS.

No es lo mismo tornillo que perno, esa es una confusión que debemos aclarar porque aún en los medios ligados al diseño de edificaciones se observa el manejo de un término como sinónimo del otro.

Como lo expresamos al inicio de este artículo el tornillo es la aplicación del principio de Arquímedes de una banda helicoidal ubicada a lo largo de un eje, para realizar la fijación de dos o más piezas de acero u otro material a partir de su penetración en todos los elementos que se desea unir, aplicando la fuerza de torsión mediante una herramienta adecuada.

Los tornillos cumplen su función de fijación sin la necesidad de arandelas u otros elementos de cierre. Dado la forma cónica del vástago y la punta auto-penetrante, el tornillos horada y a la vez se fija en los espesores de las piezas a unir.

Los pernos son barras con cabezas hexagonales (para mejor distribución de las fuerzas) con vástagos con tramos lisos en los extremos y tramo estriado en el centro que además requieren de una tuerca de cierre o fijación.

Tanto en la categoría de tornillos como en la pernos se pueden encontrar diversos tipos de espesores, longitudes diámetros y tipos de espiral estriada que dependerán de los usos que vaya a dársele y de las dimensiones de las piezas a unir.

Las exactas conexiones precalificadas que hoy día existen en el mercado han surgido gracias a la posibilidad de contar con pernos de exactitud en sus dimensiones y propiedades que cumpliendo una rigurosa norma técnica han superado ensayos y experimentos de alta exigencia.

El primer rascacielos de acero.

El término rascacielos alude a un tipo de edificación habitable más alta que las promedio. No se refiere a una altura específica y así lo demuestra que el primer rascacielos reconocido en la historiografía de la Arquitectura apenas alcanzaba los 40 metros de altura y las diez plantas el Home Insurance Building. Hoy día un rascacielos¹¹ puede llegar a alcanzar los 900 metros de altura¹².

Aunque la mayoría piensa que los primeros rascacielos fueron construidos en Nueva York, el Home Insurance Building fue construido en Chicago en 1885, obra del Arquitecto William Le Baron Jenney y que fue derribado en 1931.

¹¹ El Consejo de Edificios Altos y Hábitat Urbano (CTBUH) con base en Pensilvania dice que un rascacielos “es un edificio en el que lo vertical tiene una consideración superlativa sobre cualquier otro de sus parámetros y el contexto en que se implanta”.

¹² El Burj Khalifa es un rascacielos ubicado en Dubái (Emiratos Árabes Unidos). Con 828 metros de altura, es la estructura más alta de la que se tiene registro en la historia.

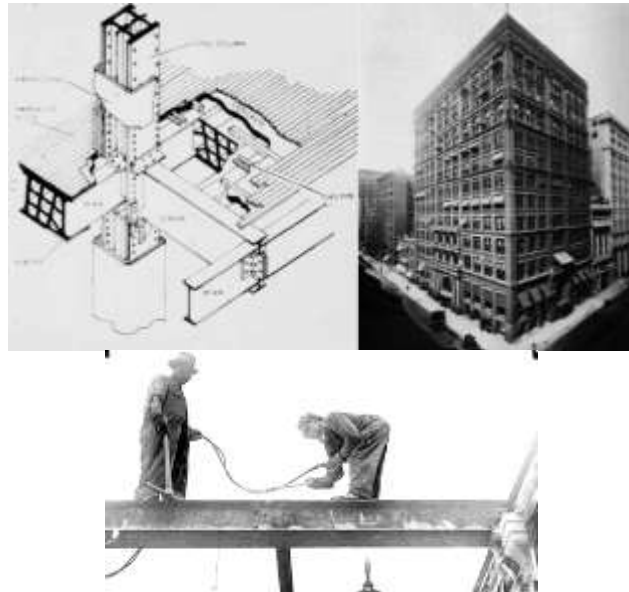


Figura 8. Detalles constructivos del Home Insurance Building de Chicago. Y escenas del montaje de la estructura de hierro. Tomado de www.chicagotribune.com recuperado el 15 de Marzo 2016

Si bien hoy día existen rascacielos de acero y también de concreto o de estructuras mixtas acero-concreto, el acero ha sido determinante en la posibilidad de crecer en altura, las propiedades físico-mecánicas de los aceros modernos y la flexibilidad del comportamiento de las estructuras metálicas frente a las de concreto, han ofrecido un escenario muy fértil para la evolución de los rascacielos.

En el Home Insurance se demostró la factibilidad de utilizar perfiles T, provenientes de la industria ferrocarrilera como concepto inicial, que permitieron subir en alturas impensables para la época sin invadir los espacios habitables con gruesas vigas o columnas.

Los actuales rascacielos. Evolución de los tipos de conexiones, rigidizaciones y fusibles.

El acero como material impulsó de manera significativa el crecimiento vertical de las edificaciones, fundamentalmente porque debido a sus propiedades se podían obtener similares o mayores rigideces y resistencia estructural, con miembros¹³ de dimensiones más pequeñas que las se podían obtener con las técnicas propias de los tiempos de los primeros rascacielos, mampostería o estructuras de cemento sin armar.

Así también el desarrollo de innovadores tipos de perfiles, abiertos o cerrados (tubulares) debido al perfeccionamiento de procesos de laminación en caliente y en frío, a la evolución de las formas de unión entre perfiles: soldadura, remachado y las modernas técnicas de

¹³ Cuando hablamos de miembros se refiere a columnas y/o vigas en el sistema de pórticos rígidos o articulados.

empernado han propiciado el diseño de detalles de conexiones cada vez más eficientes. Los modernos programas de modelado y simulación de comportamiento estructural de las edificaciones y los sofisticados ensayos de laboratorio han permitido tipificar y estandarizar los tipos de conexiones y precalificarlas de forma tal que su utilización garantiza la calidad final de la edificación a todo lo largo de su vida útil.

El desarrollo de normas de control de calidad tanto de fabricación de perfiles, tornillos y pernos como de las técnicas adecuadas de montaje y ensamblaje de estructuras en acero, ha sido factor fundamental para el progreso de la construcción de rascacielos y para su perfeccionamiento para alcanzar alturas que aún siguen incrementándose.

El diseño de conexiones cada vez más complejas y sofisticadas ha permitido la elaboración de uniones con mayor garantía de rigidez o con diseños que permiten per-establecer en qué lugares podría fallar la estructura para de tal forma manejar la evacuación total de la edificación en caso de falla parcial o total.

Reflexiones comprensivas.

El óxido de hierro es el estado natural en el que este ente, precursor del acero, se nos presenta. Más adelante el actante azarístico del calentamiento de la piedra de óxido de hierro, ante la mirada sorprendida del humano anónimo de la Era del Hierro, nos demuestra irrefutablemente la simetría de estos elementos y de su igualdad en términos de agentes “actantes” que generan nuevos cursos de acción y por tanto nuevas realidades. En este caso el hierro fundido, de mayor dureza y resistencia que su antecesor el óxido.

En los eventos explorados hemos podido observar como nociones geométricas y matemáticas como el tornillo de Arquímedes vinculadas a la necesidad de elevar materiales para la sobrevivencia humana o a la necesidad de unir dos o más piezas de madera o metal, han generado elementos tan semejantes como disímiles: la plataforma de elevación de aguas y cereales y el tornillo de fijación.

El mejoramiento progresivo (por pequeñas innovaciones incrementales) de una maquinaria o equipo como lo hemos visto en el Convertidor vertical de Bessemer y su heredero el convertidor inclinado, es sin duda ejemplo de las transformaciones, cambios o mejor aún en términos de la ontología actante, “traducciones” con las cuales se demuestra que la dualidad sujeto-objeto limita la comprensión de los eventos de desarrollo tecnológico e innovación en el campo de la construcción en acero.

Las sinergias de: la primitiva forja del hierro, la evolutiva composición de hierros primero y aceros más tarde y la capacidad industrial generada por la revolución industrial, han dado como resultado la innovadora laminación en caliente y más recientemente en frío. Sin esta red de asociaciones entre estos actantes, en cuya formación no siempre predominó el pensamiento consciente o mejor dicho en términos Kantianos “la mente” como elemento de la dualidad sujeto-objeto, no serían una realidad actual los perfiles abiertos o cerrados,

laminados en caliente o los perfiles de lámina delgada de acero galvanizado o los sofitos metálicos¹⁴ tan importantes en la construcción de edificaciones altas y rascacielos.

La agencialidad de estos entes humanos y no humanos se identifica con su capacidad de generar o abrir cursos de acción a partir de sus asociaciones o interacciones y es la que determina la ocurrencia de los hechos. Dicho en términos de Latour (1999):

“...la idea de que la acción no es algo generado por un agente identificable como tal (un sujeto, un ser humano) sino algo que se da dentro de una red de eventos y transformaciones cuya estructura se halla en constante cambio.”

Las transformaciones que han ocurrido en el mundo de la construcción en acero no pueden en todos los casos ser atribuidas a “sujetos” y/u “objetos” sino más bien se han presentado como productos de los eventos que ocurren en una red y del intercambio de asociaciones entre actantes. “La agencialidad se halla distribuida por la red; no es exclusiva de los “sujetos” (Loredo, 2009).

Así también el desarrollo de normas de calidad, la norma de acero o la evolución del desarrollo de conexiones pre-calificadas, han sido factores de agencialidad en el desarrollo de conexiones que hoy por hoy son utilizadas en el diseño y construcción de rascacielos.

Si bien muchos de los eventos estudiados acusan nombres que refieren a las personalidades (convertidor de Bessemer, proceso Siemens- Martin etc) que impulsaron su desarrollo, no fueron ellos los únicos participantes en tan intrincada red de relaciones y asociaciones, y por otra parte en muchos casos incluso se desconoce la autoría por tratarse acciones de colectivos anónimos o simples sinergias tecnológicas que en determinado momento convergen.

Lo que de alguna forma se pretende con este nuevo enfoque es mostrar que el proceso de comprensión del hecho tecnológico no puede ser solo adjudicable a la iniciativa o genialidad de sujetos con nombre y apellido ni tampoco solo a circunstancias sociales, históricas o naturales. Más bien a una red de actantes que se asocian de manera fluida, simétrica y espontánea abriendo un nuevo curso de acción y por tanto de posibilidades de realidad.

BIBLIOGRAFÍA

Blake, B. y De Haan, D. (2003). *Use of integrated survey techniques: measuring the iron bridge*. UK: Ironbridge Institute.

Ciento, A. (2000). *Puentes y Puentes colgantes*. Revista Tecnología y Construcción. Número 16-II. Caracas: IDEC-FAU-UCV.

¹⁴ Sofitos metálicos son laminas delgadas de acero o aluminio que permiten la

Colasante, L. (2006). *L'étude des superficies de l'acier inoxydable austénitique AISI 304 après une déformation plastique et un procédé d'abrasion*. Venezuela, Mérida: Universidad de Los Andes.

Derry, T. y Willians, T. (1984). *Historia de la Tecnología. Desde 1750 hasta 1900*. Volumen 2. México: Siglo XXI Editores.

Dupré, J. (2000). *Puentes*. Las historia de los puentes más famosos e importantes del mundo. Colonia: Konemann.

Frampton, K. (2002). *Historia Crítica de la Arquitectura Moderna*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.

González, A. (2013). *Tras la impronta trascendental del recuerdo. Actores y factores que intervienen en el desarrollo tecnológico y la innovación en la construcción en acero*. Tesis para optar al grado académico de Doctor en Arquitectura de la UCV. Caracas: Mimeografiado.

González, A. y Maggi, G, y Velandria, V. (2011). *Evaluación de la factibilidad, técnica, económica, ambiental y social de sistemas y tecnologías constructivas innovadoras*. Misión Ciencia.

Loredo, J. (2009). *¿Sujetos o “Actantes”? El constructivismo de Latour y la Psicología Constructivista*. AIBR Revista de Antropología Iberoamericana. Volumen 4, Número 1. Madrid: Antropólogos Iberoamericanos en Red.

Strike, J. (2004). *De la Construcción al Proyecto. La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico 1700-2000*. Barcelona: Editorial Reverté.

<http://www.encyclopediahistoria.com/2014/04/las-artes-antiguas-500-ac-500-dc.html>

Iron Bridge Acuarela. http://www.bbc.co.uk/history/british/victorians/iron_bridge_01.shtml

Iron Bridge. Detalles constructivos. <http://www.ironbridge.org.uk/collections/our-collections/engineering/the-iron-bridge/blind-dovetail-joint-on-the-iron>.

PROPUESTA DE UNA NORMA PARA EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA EN VENEZUELA

Dr. Ing. Angelo Marinilli¹, PhD. Ing. Oscar A. López²

¹ Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *angelo.marinilli@ucv.ve*

² Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *oalsf@yahoo.com*

RESUMEN

Aunque comúnmente se construyen edificaciones a base de muros de mampostería y que una importante cantidad de la población está ubicada en las zonas de mayor amenaza sísmica del país, no se dispone de una norma actualizada para edificaciones de mampostería en Venezuela, siendo la última la norma del Ministerio de Obras Públicas de 1955. El objeto de este trabajo es presentar los lineamientos seguidos para desarrollar una nueva norma estructural para edificaciones de mampostería en Venezuela. El Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la Facultad de Ingeniería UCV desarrolla desde hace varios años una línea de investigación para racionalizar el uso de la mampostería estructural en Venezuela. En este marco se elaboró una propuesta de norma estructural que trata sobre el análisis, diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones de mampostería estructuradas con muros de mampostería confinada o mampostería reforzada internamente. La norma también presenta los lineamientos para el análisis y adecuación de edificaciones existentes. Se presta especial atención a los detalles a ser considerados para lograr comportamientos adecuados bajo las acciones sísmicas, tales como el análisis y diseño para cargas actuando en el plano y fuera del plano de los muros, la conexión entre componentes estructurales y la interacción entre componentes estructurales y no estructurales de acuerdo con el estado del arte. La propuesta normativa se desarrolló con el soporte del Centro Nacional de Investigación y Certificación en Vivienda, Hábitat y Desarrollo Urbano (CENVIH) ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología.

Palabras clave: Mampostería estructural, sismorresistencia, norma, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La mampostería puede ser definida como aquella obra fabricada mediante la colocación a mano de unidades de mampostería, sean éstas naturales o artificiales, que son unidas entre sí horizontal y verticalmente con mortero. Del mismo modo se puede definir como mampostería estructural la obra de mampostería diseñada especialmente para resistir combinaciones de corte, momento y fuerza axial inducidas por las acciones gravitacionales y accidentales. Entre estas últimas se encuentran las sollicitaciones producidas por un sismo.

Las edificaciones a base de muros de mampostería con deficiencias en su configuración estructural, en el detallado del refuerzo de los muros o los elementos de confinamiento, o

fabricados con materiales de pobre calidad, han mostrado comportamientos inadecuados durante la ocurrencia de terremotos a lo largo del tiempo. Algunos ejemplos de esta situación corresponden a los daños y derrumbes ocurridos en algunas edificaciones de mampostería durante los terremotos de Táchira de 1981 y Cariaco de 1997 en Venezuela, o los terremotos de Pisco de 2007 (Perú), Sichuan de 2008 (China), Haití y Chile de 2010 o Champerico de 2012 (Guatemala) a nivel mundial. Sin embargo, durante esos terremotos también se observaron comportamientos sísmicos adecuados en aquellas edificaciones de mampostería en las que se emplearon configuraciones, detallados y materiales estructurales apropiados durante su construcción. Son precisamente estos últimos casos los que permiten validar, como un hecho cierto, que el uso racional de la mampostería estructural permite la construcción de edificaciones seguras durante los terremotos.

Las edificaciones a base de muros de mampostería son comúnmente construidas para vivienda y otros usos en áreas urbanas, suburbanas y rurales de Venezuela. La mampostería confinada es frecuentemente usada en la construcción formal, la mampostería no reforzada es usualmente empleada en la construcción popular y la mampostería reforzada internamente, aunque es empleada masivamente a nivel mundial, es raramente utilizada en el país. La Figura 1 permite observar algunos ejemplos del uso de la mampostería en la construcción popular y profesional de viviendas en Venezuela.

Aunque la mampostería es ampliamente usada y un número importante de la población venezolana está ubicada en las zonas de mayor amenaza sísmica del país, no se dispone de una norma actualizada para edificaciones a base de muros de mampostería estructural. La última norma nacional que trata sobre el tema es la norma del Ministerio de Obras Públicas de 1955 (MOP, 1959). El objeto de este trabajo es presentar los lineamientos seguidos para desarrollar una nueva norma estructural para edificaciones de mampostería en Venezuela.



Figura 1: Ejemplos de uso de la mampostería en la construcción popular (izquierda) y profesional (derecha) en Venezuela (Fotografías A. Marinilli y E. Castilla).

1. ANTECEDENTES

A continuación se presentan algunos antecedentes que sirvieron de soporte para el desarrollo de la propuesta de norma para mampostería estructural.

1.1 Actividades realizadas en el IMME

El Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), instituto adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, desarrolla desde hace varios años una línea de investigación que tiene como finalidad racionalizar el uso de la mampostería estructural en Venezuela (López et al., 1985). En este marco se han desarrollado diversas investigaciones experimentales para evaluar el comportamiento sismorresistente de muros de mampostería de diversas características. Entre estas investigaciones se pueden citar las siguientes: Castilla (1990) presenta un estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería confinada fabricados a escala natural con bloques huecos de arcilla, Carrillo y Molina (1997) presentan un estudio del comportamiento de muros de mampostería confinada fabricados a media escala con ladrillos macizos de arcilla, Castilla (1998) presenta un estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería confinada fabricados a escala natural con bloques huecos de concreto y Marinilli (2004) presenta un estudio del efecto de los elementos de confinamiento verticales en muros de mampostería sometidos a acciones sísmicas. Finalmente, es interesante mencionar a Acosta et al. (2005) quienes presentan el desarrollo de un sistema constructivo de muros de mampostería estructural confinada con perfiles de acero en el marco de un proyecto desarrollado conjuntamente entre el IDEC y el IMME. La Figura 2 permite observar muros de mampostería confinada con elementos de concreto reforzado y con perfiles de acero una vez ensayados ante carga lateral alternante.

Adicionalmente, con la finalidad de divulgar y poner al alcance de la comunidad los resultados y el aprendizaje derivado de la línea de investigación desarrollada en el IMME, se elaboraron las siguientes guías para la construcción popular: “Autoconstrucción sismorresistente” en la que se presentan recomendaciones para construir viviendas seguras y confiables en zonas de terremotos, con materiales de uso común tales como bloques, acero y concreto armado (Lafuente y Genatios, 2007) y “Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado” donde se señalan los aspectos que se deben cuidar en cada etapa de la construcción para garantizar un comportamiento seguro de viviendas de mampostería confinada de uno o dos pisos durante un terremoto (Marinilli, 2013).



Figura 2: Muros de mampostería confinada con elementos de concreto reforzado (izquierda) y con perfiles de acero (derecha) ensayados ante carga lateral (Fotografías A. Marinilli y E. Castilla).

1.2 Normas nacionales

Hasta la presente fecha solamente 3 normas han contemplado la mampostería como un sistema estructural en Venezuela. La primera de ellas corresponde a las “Normas para el Cálculo de Edificios MOP 1939” (MOP, 1939). Esta norma trata en el capítulo 6 las consideraciones para el diseño de muros y tabiques de ladrillo con una extensión de apenas 3 páginas. La segunda corresponde a las “Normas para el Cálculo de Edificios MOP 1947” (MOP, 1948). Esta trata en el capítulo 6 sobre muros y tabiques de ladrillo, muros de bloques huecos de alfarería o de concreto y muros de mampostería, con una extensión total de 9 páginas. La tercera corresponde a las “Normas para el Cálculo de Edificios MOP 1955” (MOP, 1959). Esta norma trata en el capítulo 1 de la parte III sobre muros de ladrillo, muros de bloques huecos de alfarería o de concreto y muros de mampostería, con una extensión total de 17 páginas. Esta es la última norma venezolana que trata sobre estructuras de mampostería y no ha sido derogada.

1.3 Normas internacionales

A nivel internacional las normas para edificaciones de mampostería se mantienen más o menos al día de acuerdo con el estado del arte. Por ejemplo, en Europa, el Eurocódigo 6 presenta las reglas comunes para estructuras de mampostería reforzada y no reforzada (EN 1996-1-1, 2002). Por otra parte, las normas latinoamericanas resultan particularmente interesantes para la elaboración de la norma para edificaciones de mampostería en Venezuela, debido a la afinidad en criterios y prácticas constructivas. En Chile las normas NCh2123-1997 (1997) y NCh1928.Of1993 (2009) tratan sobre el análisis, diseño y construcción de edificaciones de mampostería confinada y mampostería reforzada internamente, respectivamente. En México la norma NTCM-2004 (2004) trata sobre edificaciones de mampostería confinada, mampostería reforzada internamente y mampostería no confinada ni reforzada, con aplicación en el Distrito Federal (México D. F.). En el Perú la Norma E.070 (2006) trata sobre edificaciones de mampostería confinada y mampostería reforzada internamente. En Colombia la norma NSR-10 (2010) trata en el título D sobre edificaciones de mampostería confinada, mampostería reforzada (interna y externamente), mampostería parcialmente reforzada y mampostería no reforzada.

1.4 Manuales y guías de construcción

Los manuales y guías de construcción presentan información valiosa, puesto que recogen las prácticas constructivas recomendadas para asegurar que las edificaciones de mampostería, usualmente de construcción popular, desarrollen comportamientos seguros bajo la acción de cargas verticales y cargas laterales producidas por los terremotos. Además de los documentos elaborados en el país descritos previamente (Lafuente y Genatios, 2007 y Marinilli, 2013), se pueden mencionar los siguientes: “Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería” elaborado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS, 2001), “Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería para albañiles y maestros de obra” elaborado por la Politécnica Universidad Católica del Perú y SENCICO (Blondet, 2005) y la “Seismic Design Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings” elaborada por la Confined Masonry Network (Meli et al., 2011). Esta última es particularmente interesante puesto que

resulta del consenso de un grupo de trabajo compuesto por profesionales e investigadores de primer nivel, provenientes de varias partes del mundo.

2. PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA

A continuación se describe brevemente el proceso seguido para elaborar la propuesta de norma para edificaciones de mampostería estructural en Venezuela.

2.1 Elaboración de la ponencia

La ponencia de la norma fue elaborada por los Profesores Angelo Marinilli y Oscar A. López del IMME con el soporte del Centro Nacional de Investigación y Certificación en Vivienda, Hábitat y Desarrollo Urbano (CENVIH), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología.

2.2 Subcomité Técnico de Normalización de Mampostería

La revisión de la ponencia fue realizada en el marco del Subcomité Técnico de Normalización de Mampostería coordinado por el CENVIH y conformado por los ingenieros María Morillo del CENVIH (Secretaria), Oscar A. López (Presidente), Angelo Marinilli y Norberto Fernández del IMME, Manuel Pose del Instituto Universitario de Tecnología Región Capital, Luis Vargas y Franklin Rodríguez del Ministerio del Poder Popular para Vivienda y Hábitat.

2.3 Discusión pública

La discusión pública fue coordinada por el Fondo de Desarrollo para la Normalización, Calidad, Certificación y Metrología (FODENORCA) a través de la página web del Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER). Una vez recogidas las observaciones y comentarios producto de la discusión pública, el Subcomité Técnico de Normalización de Mampostería los analizó y discutió su incorporación al documento con el objeto de producir la versión final de la norma.

3. PROPUESTA DE NORMA PARA EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA

La propuesta de norma está compuesta por 11 capítulos del articulado y los comentarios. A continuación se presenta una breve descripción de su contenido.

3.1 Capítulo 1 - Objetivos y alcance

En esta propuesta de norma se establecen los requisitos mínimos para análisis, diseño y construcción de edificaciones nuevas de muros de mampostería confinada o de mampostería reforzada en todo el territorio nacional. Estos requisitos tienen como fin lograr comportamientos apropiados y seguros ante las cargas permanentes y variables establecidas en la Norma Venezolana Covenin 2002 (NVC 2002, 1988) y ante cargas accidentales, particularmente las producidas por movimientos sísmicos de acuerdo con la Norma Venezolana Covenin 1756 (NVC 1756, 2001). Una vez aprobada, la propuesta de norma

sustituirá a la parte III de las “Normas para el Cálculo de Edificios MOP 1955” titulada “Muros y Tabiques” (MOP, 1959).

3.2 Capítulo 2 - Definiciones, notación y unidades

En este capítulo se presenta el significado de 72 términos y 80 símbolos usados en la norma. Las unidades empleadas corresponden al sistema métrico decimal (MKS), cuyas unidades básicas son metro (m), kilogramo fuerza (kgf) y segundo (s). Se utiliza predominantemente el kilogramo fuerza (kgf) y el centímetro (cm), así como sus combinaciones.

3.3 Capítulo 3 - Requisitos generales

En este capítulo se establece que las edificaciones de mampostería estructural deben diseñarse por el método del estado límite de agotamiento resistente, utilizando las combinaciones de carga del capítulo 5. En el análisis de las edificaciones de mampostería estructural se deben utilizar modelos matemáticos que cumplan con los principios establecidos en la resistencia y la mecánica de materiales, de modo que describan adecuadamente las respuestas estructurales esperadas. Igualmente se establece que toda edificación debe poseer un sistema estructural para resistir sismos, con la estabilidad, resistencia, rigidez y ductilidad necesarias, capaces de transmitir las fuerzas sísmicas desde su punto de aplicación hasta las fundaciones, cumpliendo con los requerimientos de resistencia y deformabilidad del terreno.

3.4 Capítulo 4 - Materiales

En este capítulo se establecen los requisitos para los siguientes materiales: unidades de mampostería, cementantes, agregados, agua para el mezclado y aditivos. Igualmente se establecen los requisitos para el mortero, la mampostería, el concreto, el concreto líquido y el acero de refuerzo. Todos los requisitos se establecen de acuerdo con las Normas Venezolanas Covenin pertinentes.

3.5 Capítulo 5 - Especificaciones generales para análisis y diseño estructural

En este capítulo se establece que el diseño de las edificaciones de mampostería se debe realizar mediante el método del estado límite de agotamiento resistente. Las combinaciones de carga y el detallado del acero de refuerzo se corresponden a lo establecido en la Norma Venezolana Fondonorma 1753:2006 (NVF 1753, 2006). Adicionalmente las edificaciones de mampostería estructural deben ser diseñadas por durabilidad y deben ser verificadas para el estado límite de servicio. En este capítulo se indica además que la resistencia a compresión de los muros de mampostería es afectada por un factor de reducción de resistencia por excentricidad y esbeltez, y que la fuerza cortante que resiste la mampostería se basa en la resistencia a compresión diagonal de la mampostería. Finalmente se indica que todos los muros deben ser diseñados para resistir flexión fuera de su plano mediante elementos de confinamiento o refuerzo interno.

3.6 Capítulo 6 - Mampostería confinada

En este capítulo se establecen los requisitos para el diseño de edificaciones de mampostería confinada. Un muro de mampostería confinada es aquel que tiene elementos de

confinamiento adecuadamente unidos entre sí en todo su perímetro y que cumple con los requisitos de este capítulo. Los elementos de confinamiento verticales se denominan machones y los horizontales se denominan vigas de corona. Para lograr la unión de la pared de mampostería y los elementos de confinamiento, se vacía el concreto de los machones y vigas de corona una vez construida la pared. Adicionalmente, se garantiza una traba mecánica adicional entre la pared y los machones mediante el endentado de la mampostería o mediante el uso de conectores metálicos. La figura 3 permite observar los requisitos de confinamiento establecidos en la propuesta de norma.

3.7 Capítulo 7 - Mampostería reforzada internamente

En este capítulo se establecen los requisitos para el diseño de edificaciones de mampostería reforzada internamente. Un muro de mampostería reforzada internamente es aquel que posee como refuerzo barras o alambres de acero con resaltes, distribuidos horizontal y verticalmente, ubicados en las celdas de las unidades de mampostería o en las juntas horizontales de mortero y que cumple con los requisitos de esta norma. Todo refuerzo horizontal debe estar recubierto por mortero y todo refuerzo vertical debe estar recubierto por concreto líquido en las celdas. La figura 4 permite observar los requisitos de refuerzo interno establecidos en la propuesta de norma.

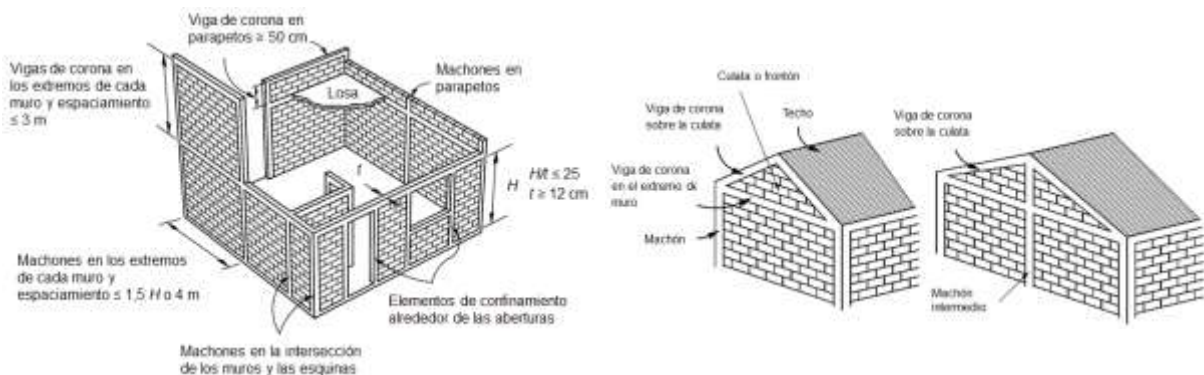


Figura 3: Requisitos de confinamiento
(Modificado de Meli et al., 2011).

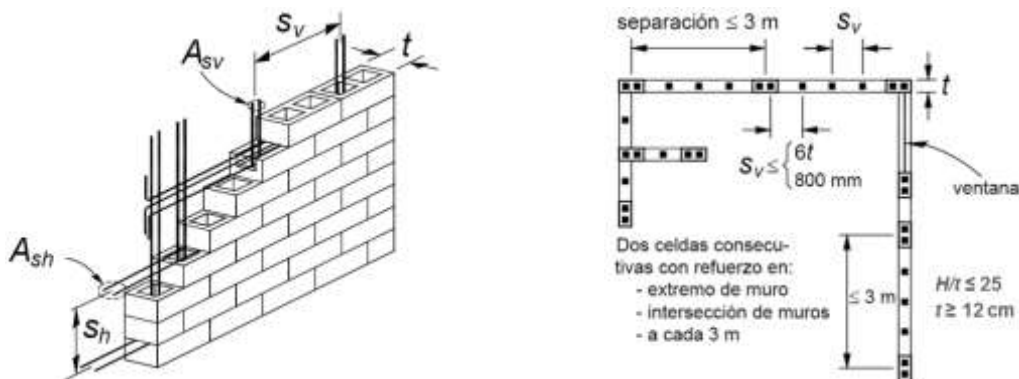


Figura 4: Requisitos de refuerzo interno (Modificado de NTCM-2004, 2004).

3.8 Capítulo 8 - Muros diafragma

En este capítulo se establecen los requisitos para el diseño de muros diafragma. Un muro diafragma es aquel que se encuentra rodeado por las vigas y las columnas de un pórtico resistente a momentos, de acero o de concreto reforzado, al cual se encuentra adosado y le proporciona rigidez adicional ante cargas laterales. Los muros diafragma pueden ser considerados como parte del sistema resistente a sismos solamente en edificaciones existentes. Para esto deben existir muros diafragma en forma continua desde la fundación hasta el techo de la edificación y no deben poseer aberturas ni juntas de ninguna especie. La figura 5 permite observar la interacción entre un muro diafragma y un pórtico.

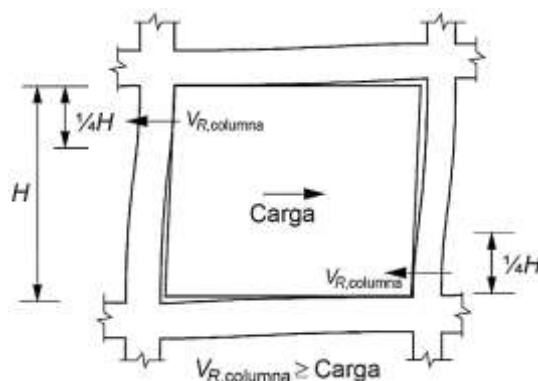


Figura 5: Interacción entre un muro diafragma y un pórtico
(Modificado de NTCM-2004, 2004).

3.9 Capítulo 9 - Construcción, inspección y control de obra

En este capítulo se establece que la construcción, inspección, supervisión técnica y el control de obra de las edificaciones de mampostería estructural debe cumplir con la legislación y normativa vigentes en el país. Además se establecen los requisitos específicos para las edificaciones de mampostería estructural con arreglo a la propuesta de norma.

3.10 Capítulo 10 - Estructuración

En este capítulo se establecen los lineamientos para la estructuración de edificaciones a base de muros de mampostería estructural, prestando especial atención a los criterios específicos para edificaciones sismorresistentes.

3.11 Capítulo 11 - Evaluación de estructuras existentes y rehabilitación

En este capítulo se establecen los lineamientos para realizar la evaluación y la rehabilitación de edificaciones existentes construidas a base de muros de mampostería estructural. Una edificación debe ser evaluada cuando se tengan indicios de ocurrencia de daño, comportamiento inadecuado en condiciones de servicio, problemas de durabilidad, vaya a sufrir modificaciones (estructurales, no estructurales o de uso) o cualquier otra condición que pueda comprometer su seguridad estructural y sismorresistente.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron los lineamientos seguidos para desarrollar una propuesta de norma estructural para edificaciones de mampostería en Venezuela. Una vez aprobada la propuesta sustituirá a las “Normas para el Cálculo de Edificios MOP 1955” (MOP, 1959) en lo que respecta al análisis, diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones a base de muros de mampostería reforzada internamente o mampostería confinada. Los requisitos establecidos en la propuesta de norma tienen como fin lograr comportamientos apropiados y seguros ante cargas permanentes y variables, al igual que ante cargas accidentales como las producidas por movimientos sísmicos.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Centro Nacional de Investigación y Certificación en Vivienda, Hábitat y Desarrollo Urbano (CENVIH) y al Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) por el apoyo brindado para el desarrollo de la propuesta de norma.

6. REFERENCIAS

Acosta, D., Vivas, C., Castilla, E. y Fernández, N. (2005). Sistema de muros de mampostería estructural confinada con perfiles de acero para la vivienda de bajo costo. *Tecnología y Construcción*, 21 (II), 55-81.

AIS (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería*. Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Blondet, M. (2005). *Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería para albañiles y maestros de obra*. Lima: Politécnica Universidad Católica del Perú y SENCICO.

Carrillo, V. y Molina, A. (1997). *Evaluación del comportamiento de muros confinados de bloques macizos de arcilla con diferentes relaciones de aspecto ante cargas laterales alternantes* (Trabajo Especial de Grado). Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Castilla, E. (1990). Experiencias recientes en mampostería confinada sismorresistente. *Boletín Técnico IMME*, 79, 12-34.

Castilla, E. (1998). *Evaluación de la respuesta de muros confinados de bloques de concreto contra ciclos severos de carga lateral* (Tesis Doctoral). Universidad Central de Venezuela. Caracas.

EN 1996-1-1 (2002). *Eurocode 6: Design of Masonry Structures. Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures*. Brussels: European Committee for Standardization.

Lafuente, M. y Genatios, C. (2007). *Autoconstrucción sismorresistente*. Caracas: Ediciones CITECI.

López, O. A., Castilla, E., Genatios, C. y Lafuente, M. (1985). Una proposición para el estudio de edificaciones de mampostería en Venezuela. *Memorias del Taller Normativa y Seguridad de Construcciones en Zonas Sísmicas - IMME* (pp. 129-147). Caracas.

Marinilli, A. (2004). *Evaluación del efecto de los elementos confinantes en muros de mampostería sometidos a acciones sísmicas* (Tesis Doctoral). Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Marinilli, A. (2013). *Vivienda de mampostería confinada con elementos de concreto armado*. Biblioteca popular de sismología venezolana. Vivienda segura ante amenazas naturales. Caracas: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas.

Meli, R., Brzev, S. et al. (2011). *Seismic Design Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings*. Confined Masonry Network.

MOP (1939). *Normas para el cálculo de edificios MOP 1939*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Edificios e Instalaciones Industriales.

MOP (1948). *Normas para el cálculo de edificios MOP 1947*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Edificios e Instalaciones Industriales.

MOP (1959). *Normas para el cálculo de edificios MOP 1955*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Edificios e Instalaciones Industriales.

NCh1928.Of1993 (2009). *Albañilería armada - Requisitos de diseño y cálculo*. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Normalización.

NCh2123-1997 (1997). *Albañilería confinada - Requisitos de diseño y cálculo*. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Normalización.

Norma E.070 (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Normas Técnicas de Edificación. Albañilería*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.

NSR-10 (2010). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Título D. Mampostería Estructural*. Bogotá: Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.

NTCM-2004 (2004). *Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería*. México, D. F.: Comité de Normas del Distrito Federal.

NVF 1753 (2006). *Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural*. Caracas: Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad.

NVC 1756 (2001). *Edificaciones Sismorresistentes*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

NVC 2002 (1988). *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*. Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales.

POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA CON EL USO DE PUZOLANA Y SUPERPLASTIFICANTE PARA VIVIENDAS EN VENEZUELA

MSc. Arq. L. Solangel Mejías¹, Dr. Ing. Idalberto Águila²

¹ Grupo Fort VG, C.A., email: *solangel.mejias@gmail.com*

² Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *idalbertoaguila@gmail.com*

RESUMEN

La actividad de la construcción es costosa y además genera un impacto considerable sobre el medio ambiente. En estructuras de concreto, su relativamente baja resistencia mecánica hace que se requieran cantidades de materiales muy grandes, comparado con edificaciones similares en acero. Por ello, se pretende elaborar un concreto de alta resistencia añadiéndole puzolana y superplastificante. La puzolana utilizada en esta investigación es microsílíce, ésta mejora algunas propiedades del concreto y el superplastificante, es un policarboxilato que reduce la relación agua/cemento; ambos componentes provocan un incremento notable de la resistencia a compresión. Para demostrar estas hipótesis, se realiza una serie de ensayos de laboratorio que establecen las proporciones en que se pueden combinar los materiales y los valores de resistencia a compresión que se pueden lograr. Se obtiene un concreto de alta resistencia con características sustentables, eficiente en costo, gracias a una mezcla con adición de 20% de microsílíce respecto al cemento, y 11,6 litros de policarboxilato por metro cúbico de concreto, logrando una resistencia a compresión, a los 28 días de 793 Kg/cm². Estos resultados permiten el diseño de componentes de secciones racionalizadas con menor consumo de concreto y así disminuir los costos y la demanda de recursos naturales. Está la posibilidad de ser utilizado masivamente de forma estructural, inclusive en ambientes agresivos, y ser producido industrialmente para vivienda de baja altura.

Palabras Clave: vivienda, concreto de alta resistencia, puzolana, microsílíce, superplastificante.

INTRODUCCIÓN

El concreto es un material durable y resistente que ha evolucionado con los años. Se produce a partir de tres componentes básicos; el cemento, el agua y los agregados. Eventualmente se incorporan aditivos y adiciones que modifican algunas de sus propiedades. Durante más de un siglo ha sido el material de construcción más importante para la edificación de industrias, viviendas e infraestructura. Sus excelentes cualidades conjuntamente con la gran aceptación cultural lo hacen un material insustituible y así debe mantenerse por los próximos años.

Desde las últimas décadas del siglo pasado se ha desarrollado una cultura medio ambiental que estimula el uso de materiales reciclados o desechos de otras producciones. En el caso del concreto se han incorporado con mucho éxito las adiciones puzolánicas como una

forma de reducir la cantidad de cemento en la mezcla sin perder o incluso mejorando su calidad. Algunos residuos agrícolas e industriales han sido utilizados como fuentes de material puzolánico. La cascarilla de arroz, el bagazo de caña y la hoja de maíz cuentan entre los desechos agrícolas más utilizados. Algunos residuos industriales como las cenizas volantes, las escorias de alto horno y la microsílíce también han resultado efectivos.

Buitelaar (2004), relata su experiencia con el concreto de ultra alta resistencia durante los últimos años, y afirma que la resistencia a la compresión aumentó de 60 MPa a más de 300 MPa. Esto se hace posible por medio de técnicas para la densificación de la microestructura de la pasta de cemento fresca con el uso de súperplastificantes y partículas reactivas ultra finas. Una pasta normal de cemento Portland endurecido, es un material etéreo y poroso; esta porosidad en cierta medida refleja los espacios originales entre las partículas de cemento dentro de la estructura química. Esto es porque las tensiones superficiales entre el cemento y las partículas tienden a evitar que estos se deslicen entre si durante el mezclado y su colocación. Esto ocasiona una alta demanda de agua durante el mezclado para conseguir cierta trabajabilidad del mortero o del concreto. En comparación con materiales como el acero o el aluminio sinterizado, una pasta de cemento Portland desarrolla una baja resistencia mecánica durante su endurecimiento, y eso es debido a la porosidad capilar y el exceso de agua necesaria para la viabilidad de la pasta fresca (Buitelaar, 2004).

Alrededor de 1964 un laboratorio de investigación en Dinamarca logró concretos con una resistencia a la compresión de aproximadamente 60 a 80 MPa con una relación a / c de 0.30. Para la misma época se habían desarrollado los súper plastificantes; se hizo posible dispersar mejor las partículas ultra finas y normales del cemento en soluciones acuosas; y se empieza a trabajar con el microsílíce, un sub producto industrial del silicio y ferrosilicio (Buitelaar, 2004).

Desde el año 1970 se ha empleado microsílíce en concretos, logrando obtener altas resistencias, baja permeabilidad, baja resistividad eléctrica, impedimento del paso de cloruros al acero de refuerzo, capas de cubiertas de losas, control de la reacción álcali-agregados. Los primeros puentes empleaban concretos de 1600 Kg/m^3 de peso, con una relación agua/material cementante menor a 0.33 y obtenían resistencias de 700 a 1000 Kg/cm^2 (Rivva, 2002).

En el caso de las estructuras masivas de puentes, con el uso del microsílíce en concretos de alta resistencia se ha incrementado la resistencia y la durabilidad con una disminución considerable de cemento Portland utilizado (Rivva, 2002). Con los años se han desarrollado procedimientos de puesta en obra para la colocación de concretos con microsílíce en puentes.

El microsílíce según el ACI (234R-06), lo definen como un monocristal producido en hornos de arco eléctrico como subproducto de la producción de silicio elemental o aleaciones que contengan silicio. Este material consiste en unas partículas esféricas suaves y frágiles con una superficie específica de $20.000 \text{ m}^2/\text{Kg}$ cuando es medido con el método de absorción de nitrógeno, el cual es el más usado. El microsílíce fue visto inicialmente

como un material de adición al cemento, pero en la actualidad se utiliza en la producción del concreto de alto desempeño para mejorar sus propiedades como la resistencia a la compresión, la durabilidad del material y la impermeabilidad. Los concretos que contienen microsílíce experimentan aumentos en la demanda de agua, por la gran superficie específica que posee. En la Figura 1, se puede apreciar un ejemplo de una sección de un mortero compacto con el uso de microsílíce.

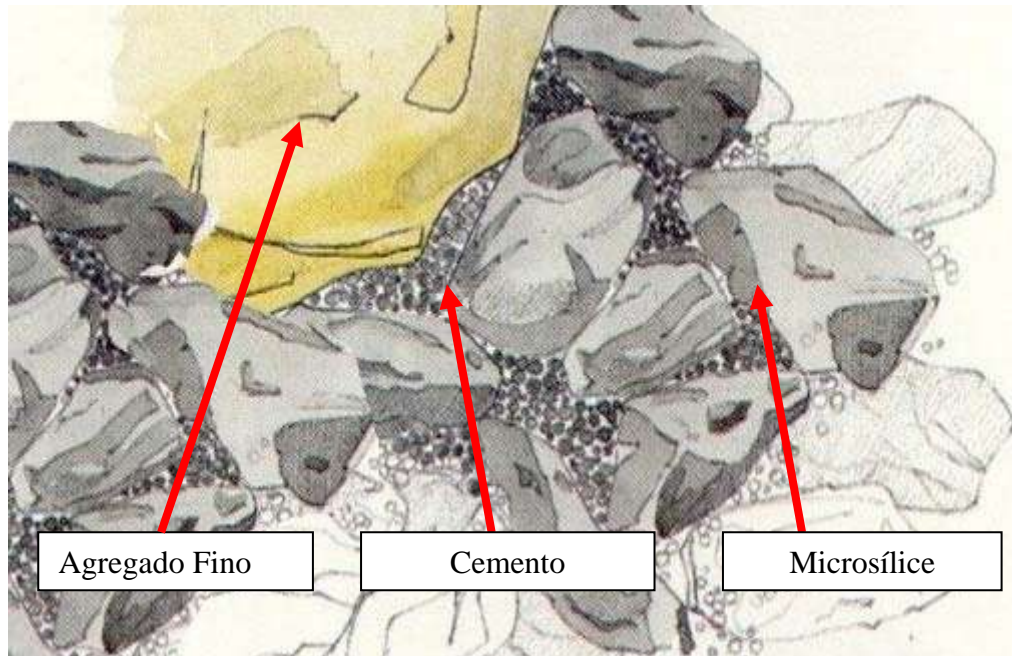


Figura 1. Sección de mortero compacto con uso de microsílíce. Fuente: Buitelaar, 2004.

Al agregar microsílíce en la mezcla de concreto, ésta reacciona con el hidróxido de calcio para formar como un subproducto en el proceso de hidratación del cemento, origina un incremento en la cantidad de silicato de calcio hidratado (un gel), que disminuye los poros capilares de la pasta, hace la masa más compacta, facilita la distribución de los elementos mayores, y aumenta la densidad del sistema. El microsílíce en la mezcla tiene un área superficial muy alta, por lo que se incrementa la demanda de agua y los superplastificantes son usualmente recomendados para disminuir la demanda de agua a nivel apropiado y permitir una adecuada dispersión y acomodo de las partículas de microsílíce.

Dentro de las características del concreto de alta resistencia el uso de microsílíce permite la resistencia a impactos; y en relación a la corrosión, el microsílíce mitiga la corrosión del acero embebido en concretos con microsílíce, ya que los niveles de penetración del cloruro son de solo 1/5 en relación al concreto convencional de la misma edad.

Según la norma española UNE 83-200-84, los aditivos se definen como: "Aquellas sustancias o productos que incorporados al hormigón, mortero o pasta antes o durante el amasado y/o durante un amasado suplementario, en una proporción no superior al 5 % del peso de cemento (salvo casos especiales), producen la modificación deseada en dicho

hormigón, mortero o pasta -en estado fresco y/o endurecido- de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento”.

El uso de un aditivo súper plastificante (policarboxilado) de alto desempeño, está diseñado para mejorar las propiedades del concreto, hacerlos más trabajable gracias a la baja relación agua/cemento, pudiendo lograr una reducción de agua hasta un 40%, sin cambiar las características del diseño de mezcla. Dependiendo de la dosis empleada en la prueba de cono de Abrams, el asentamiento puede ser incrementado de manera considerable.

Las aplicaciones del concreto de alta resistencia han sido en diversas áreas y con fines diversos como: puesta en servicio a una edad mucho menor, edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementado el espacio disponible, superestructuras de puentes de mucha luz y para mejorar la durabilidad de sus elementos, garajes de estacionamiento mejorando la densidad y minimizando la permeabilidad, losas para disminuir las cargas muertas y reducir el espesor que es requerido por la rigidez, vigas rectangulares y vigas T en las cuales se reduce el ancho y el espesor de las secciones y permite tramos más largos, reparaciones para bases de puentes. Estas amplias aplicaciones son gracias a las características mecánicas del material, que les permite soportar grandes cargas y ser durable incluso en ambientes agresivos. Además, la utilización de este concreto puede realizar aportes desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Aunque las principales aplicaciones a nivel mundial de este material son en grandes estructuras, esta investigación se enfoca hacia la construcción de edificaciones de viviendas de baja altura. Se trata de desarrollar un concreto de alta resistencia a partir de la incorporación, en la mezcla de concreto, de un aditivo superplastificante y una adición puzolánica, (policarboxilato y microsílíce respectivamente) para ser aplicado en la fabricación de componentes constructivos.

Con la aplicación de este nuevo material se espera mejorar el carácter sostenible de las edificaciones. Esto gracias a una potencial reducción en el consumo de materiales y en el peso de las estructuras debido a la posibilidad de diseñar secciones transversales de los elementos estructurales mucho más reducidas, así como a un esperado incremento de su durabilidad como consecuencia de lograr un concreto más denso, impermeable y estable químicamente.

En esta ponencia se presentan los primeros resultados de un proyecto para obtener un concreto de alta resistencia con vista a su utilización en edificaciones de vivienda de baja altura. Como adiciones se utilizan; una puzolana (microsílíce) y un superplastificante (policarboxilato) intentando lograr una relación agua/cemento cercana a 0,30.

1. DESARROLLO

1.1. El concreto de alta resistencia

En términos generales no hay diferencias en la forma de establecer las proporciones para lograr concretos de alta resistencia respecto a un concreto normal. Sin embargo, para lograr concretos de alta resistencia, se deben seleccionar las proporciones de sus componentes considerando las características del cemento y las adiciones, la calidad de los agregados, la proporción de la pasta, la interacción pasta-agregados, los tipos de mezclado y la dosificación. Por consiguiente se deben evaluar y caracterizar tanto el cemento como las adiciones, el superplastificante y los agregados antes de determinar la proporción adecuada. El agregado influye significativamente en la resistencia y propiedades estructurales del concreto, porque ocupa mayor volumen que cualquier otro componente. Deben estar constituidos por partículas redondeadas y texturas lisas para requerir menos cantidad de agua en una trabajabilidad utilizada. El tamaño recomendado para este tipo de concretos oscilan entre ½" (12.7mm) y ¼" (6.35 mm), por proporcionar una mayor superficie adherente y requerir menores dosis de cemento (ACI 211.4R-93).

Uno de los recursos para elaborar este tipo de concretos es utilizar altas dosis de cemento. Los altos contenidos de cemento, superiores a 400 Kg/m³, producen elevaciones significativas de la temperatura del concreto durante su hidratación por lo que se recomienda combinar el cemento con proporciones variables de puzolanas como: escoria, cenizas volantes o microsílíce, entre otras.

La microsílíce en el concreto es utilizada para mejorar algunas de sus propiedades como la resistencia mecánica y la permeabilidad. Para obtener estas propiedades son importantes las proporciones a utilizar. Usualmente la microsílíce es colocada por masa de cemento entre un 5 y 20%. Esto suele incrementar la demanda de agua, por lo que se recomienda el uso de aditivos reductores de agua de alto rango.

La ley de Abrams establece que la resistencia a compresión del concreto es inversamente proporcional a la relación agua/cemento (a/c). Si se utilizan otros materiales cementicios, como puzolanas, en la mezcla, estos deben ser considerados y la relación sería agua/cemento+puzolanas (a/(c+p)).

La relación a/(c+p) normalmente supera los 0,50. El uso de aditivos reductores de agua en muchas otras investigaciones ha permitido obtener rangos de relación a/(c+p) entre 0.20 y 0.50. Los aditivos reductores de alto rango, conocidos como superplastificantes, son los más efectivos para mezclas de concreto con alto contenido de cemento o de material cementicio. El aditivo ayuda a disipar las partículas del cemento, pudiendo reducir los requerimientos de agua en la mezcla hasta un 30%, y con esto aumentar la resistencia a la compresión del concreto.

Algunas de las aplicaciones más notables del concreto de alta resistencia las tenemos en:

a.- Torres Petronas: Construidas en 1998 en Kuala Lumpur, Malasia. La estructura se basa en un núcleo y columnas de concreto armado, con una resistencia a compresión de 800 kg/cm² y tiene una altura de 452 m. La estructura metálica fue desechada debido a la poca

disposición de los constructores malayos a trabajar con estructura de acero, así como a la necesidad de minimizar las vibraciones en las partes superiores de las torres.

b.- Torre (Burj) Khalifa: Construida en Dubai, Emiratos Árabes Unidos en 2010. Actualmente es el edificio más alto del mundo con una altura de 828 m. Las columnas son de concreto armado de 970 kg/cm^2 de resistencia a compresión.

Además se pueden mencionar los edificios Odakyu Southern Tower de Tokio, la corte suprema de Brasilia, la corporación Taisei en Japón. Algunos puentes también construidos con este material son: Puente Confederación en Canadá; Intercambiador Vial en Medellín, Colombia; Puente La Unidad, Monterrey, México; Puente Millau, Francia; Puente Baluarte, México, entre otros.

En esta investigación no se pretende lograr un concreto de alta resistencia para aplicarlo en la construcción de rascacielos. En este caso se trata de construir edificaciones de baja altura pero con elementos estructurales de secciones mucho más pequeñas y racionalizadas que las edificaciones convencionales.

1.2 Ventajas del uso de concretos de alta resistencia

Rivva (2002) explica que se ha empleado en el estado de Pensylvania, en Estados Unidos, concretos de alta resistencia con microsílíce para alcanzar resistencias de 105 Mpa en la construcción de un condominio, una estructura de 21 pisos. El uso de microsílíce en el concreto permitió un significativo ahorro del acero, concreto, mano de obra, peso y tiempo. El diseño inicial de las columnas era de 38" x 38" con 20 varillas de acero N° 11, se redujeron a 36" x 26" y sólo usaron 6 varillas. El área del garaje sólo requirió cuatro vigas doble T, y la alta densidad de la estructura impidió el ingreso de cloruros y la necesidad de acabados costosos. Otro ejemplo dado por Rivva (2002) es la de la compañía AT & T, que tiene proyectado un ahorro de un millón de dólares en un plazo de 20 años por el empleo de concreto de muy alta resistencia. Además Rivva (2002) agrega que los concretos con microsílíce han significado un concreto mucho más durable en el tiempo con un ahorro de \$26 a \$40 por m^3 .

Se ha utilizado concretos con microsílíce con resistencias variables, con el uso de los mismos encofrados en las columnas desde el primer piso hasta el último, con concretos de 83 Mpa para los primeros 14 pisos, luego 69 Mpa a 52 Mpa hasta el último piso. El ahorro calculado en relación a un concreto convencional es de 3 mil toneladas de concreto y 8 mil m^3 de concreto. Además, el ahorro en volumen de columnas fue equivalente al incremento del espacio dentro del edificio.

La resistencia en este tipo de concretos es importante en los fraguados, porque las resistencias iniciales altas son utilizadas en industrias de prefabricación, a fin de reutilizar los moldes rápidamente. Esto permite rápida construcción, una alta velocidad de retorno de los encofrados, y cortos períodos de paralización en proyectos que requieran suspensión de otras actividades durante la obra.

El uso del concreto de alta resistencia ha sido por muchos factores, entre ellos se destaca el comportamiento mecánico y químico como material, además, es rentable económicamente al construir columnas de edificios de gran altura, con reducción en la cantidad de acero de refuerzo y las dimensiones de las mismas, permitiendo aumentar la vida útil e incrementar el número de pisos sin afectar los pisos inferiores. El concreto de alta resistencia con el uso de microsilíce permite diseños de elementos estructurales, secciones menores, quedando mayor área disponible por piso. Se ahorra significativa cantidad de acero por columna, y ahorros importantes en el contenido de cemento con una alta relación agua-cemento.

La utilización del concreto de alta resistencia permite la industrialización de elementos o componentes constructivos, y da pie a la prefabricación. La prefabricación de estos componentes permite una eficiencia de procesos, además de flexibilizar, seriar, ensamblar, montar, fabricar, optimizar recursos y procesos, proponer nuevos retos y la necesidad de innovar, procesar, y planificar.

1.3 Primeras pruebas experimentales

Para evaluar las posibilidades de obtener un concreto de alta resistencia se realizaron varias muestras en el laboratorio que fueron ensayadas a compresión a los 7, 28 y 56 días. Las pruebas se realizaron en el Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI). Los materiales utilizados y sus características fueron los siguientes:

- Agua: agua potable de la red de la zona de experimentación.
- Arena normalizada gradada: la norma indica que las proporciones de los materiales secos del mortero normalizado, deberán ser una parte de cemento a 2,75 partes de arena gradada normalizada en peso; esta proporción es válida solamente para el caso de usar arena Ottawa u otra granulometría equivalente. En los ensayos realizados en esta investigación se utilizó arena Ottawa para cumplir lo especificado en la norma.
- Cemento Portland Tipo I: cemento CEMEX Venezuela SACA, en formato de saco de 42,5 Kg.
- Microsilíce: el proveedor de este material fue la empresa nacional TECNOCONCRET, y se despachó en sacos de 22,7 Kg bajo el nombre comercial SILICA FUME.
- Policarboxilato: se obtuvo por medio de la empresa Sika Venezuela bajo la denominación comercial Sika[®] Viscocrete[®] – 1078, reductor de agua de alto rango, superplastificante.

Los mejores resultados se obtuvieron con una muestra a la que se añadió un 20 % de microsilíce respecto a la cantidad de cemento y 11,6 litros de policarboxilato por m³ de concreto. Las cantidades de materiales de esta muestra y el patrón así como la resistencia a compresión obtenida a 7, 28 y 56 días aparecen en la Tabla 1

Tabla 1: Datos y resultados del ensayo

	Muestra patrón	Muestra con adiciones
Cemento (g.)	740	740
Microsílice (g.)	0	185
Arena (g.)	2.035	2.035
Agua (ml.)	359	323,8
Relación agua/cementente	0,485	0,35
Policarboxilato (litros/m3)	0	11,6
Resistencia 7 días (Kg./cm ²)	330	526
Resistencia 28 días (Kg./cm ²)	442	793
Resistencia 56 días (Kg./cm ²)	527	792

La Figura 2 muestra los resultados del ensayo de resistencia a compresión para la muestra con adición y para el patrón. Se puede apreciar el incremento notable en la Resistencia a compresión, sobre todo a los 28 días. Se logran valores de resistencia muy cercanos a los 800 Kg/cm².

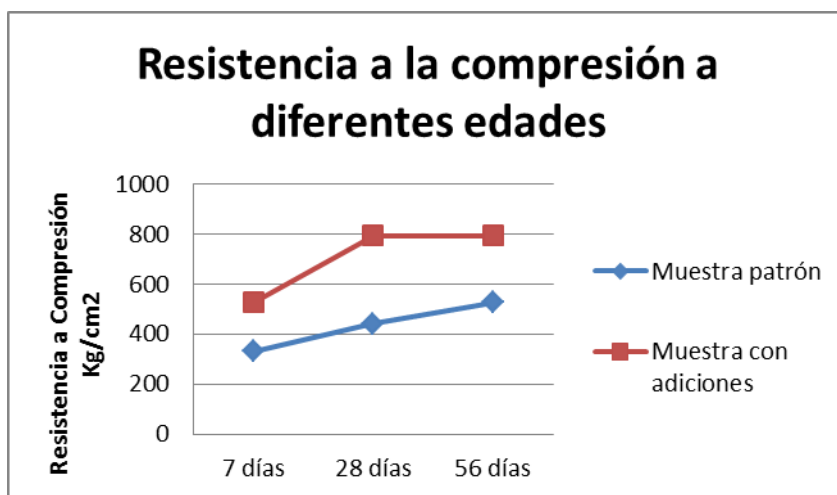


Figura 2: Resistencia compresión a diferentes edades

Estos resultados abren un abanico importante para futuros estudios y aplicaciones del material.

1.4. Posibilidades de utilización en edificaciones de baja altura para viviendas

En la Universidad de Liverpool en Inglaterra se desarrolló un estudio de concreto de alta resistencia en donde lograron comparar secciones de vigas con igual resistencia a la flexión y con secciones más esbeltas (Figura 3). Se aprecia a la izquierda la sección de concreto armado de alta resistencia con un peralte similar al perfil de acero. Destaca el aumento de sección necesario para las piezas de concreto ordinario armado.

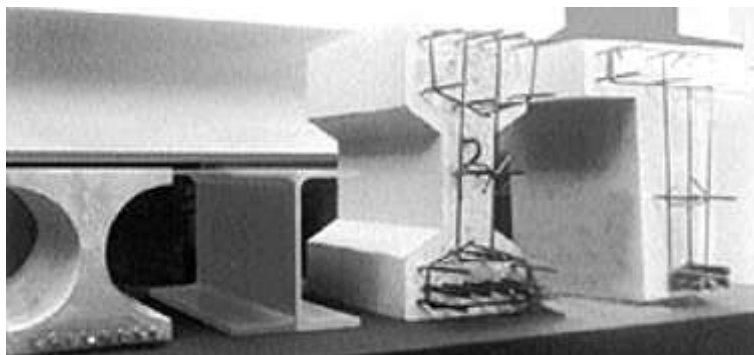


Figura 3. Secciones de vigas. Fuente: Soutsos Millard.

Se han construido edificaciones residenciales en el mundo para viviendas residenciales de baja y alta escala. Un ejemplo son las Residencias en la ciudad de Berlín, en Alemania, donde la construcción del complejo residencial Uferkrone, a orillas del río Spree, se suministró concretos especiales altamente resistentes al agua. El complejo de siete pisos y 10.000 metros cuadrados está programado para completarse en la primavera de 2016.

En base a la experiencia internacional y a los resultados parciales mostrados en esta ponencia se trabaja en estos momentos en el diseño de secciones de concreto reforzado racionalizadas con formas no rectangulares como I T, L, y U, para consumir menos material, pero manteniendo la alta inercia para no aumentar la esbeltez. Además se evalúan las opciones de barras y fibras de acero en el refuerzo del concreto.

2. CONCLUSIONES

El concreto de alta resistencia cobra cada vez más importancia a nivel mundial. Ya son muchas las obras en que su uso ha representado un mejor comportamiento estructural, permitiendo llevar el concreto a condiciones de trabajo más exigentes. Rascacielos y puentes destacan entre las aplicaciones más importantes. Su uso ha permitido reducir las secciones de elementos estructurales. Por esta razón ya se pueden construir grandes rascacielos que con la tecnología tradicional del concreto era imposible décadas atrás.

En esta investigación se obtiene a nivel de laboratorio, pero con materiales existentes en Venezuela, un concreto con una resistencia a compresión cercana a los 800 Kg/cm². Esto se logra gracias a la utilización de adiciones puzolánicas y aditivos superplastificantes en el concreto.

Partiendo de aquí se continúa la investigación con el diseño de componentes constructivos con secciones racionalizadas para ser utilizados en la edificación de viviendas de baja altura y alta densidad.

3. AGRADECIMIENTOS

Parte de esta investigación ha sido financiada por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) a través del Proyecto de Grupo N° 2011000776 “Desarrollo de materiales y tecnologías constructivas a base de concreto para viviendas sostenibles y de bajo costo, para ser transferidas a pequeñas empresas, cooperativas o comunidades organizadas”.

4. REFERENCIAS

Alcocer, Sergio. Aperador, William. Carrillo, Julián. (2013). *Propiedades mecánicas del concreto para vivienda de bajo costo. Ingeniería Investigación y Tecnología*. Volumen 6, número 2. Colombia.

ACI 211.4R-93 (1998). *Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash*. Farmington Hills, Michigan, USA.

ACI 363R-92 (1997). *State of the Art Report on High Strength Concrete*. Farmington Hills, Michigan, USA.

ACI 363.2R - 98 (1998). *Guide to Quality control and testing of High Strength Concrete*. Farmington Hills, Michigan, USA.

Büyüköztürk y Lau (2007). *High Performance Concrete: Fundamentals and Application*. Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139, USA.

COVENIN 484 – 93 (1993). *Cemento Portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8 mm de lado*. Fondonorma. Caracas, Venezuela.

COVENIN 277. (2002). *Concreto. Concreto. Agregados. Requisitos*. Fondonorma. Caracas, Venezuela.

Elken ASA materials (2002). *High strength and very high strength concrete 80 – 100 MPa*. Noruega.

Rivva, Enrique (2002). *Concretos de Alta Resistencia. Congreso Internacional de la Construcción 2002*. Instituto de la Construcción y Gerencia Fondo editorial ICG. Lima, Perú.

TECNOCONCRET (2013). *Manual de productos*. Caracas, Venezuela.

BCA ACADEMY (2008). *Design Guide of High Strength Concrete*. Singapur. Extraído el 30 de Abril de 2014 de www.bca.gov.sg/academy

Borralleras, P. (2012). *Criterios de selección del aditivo superplastificante en HAC*. Extraído el 27 de Enero de 2015 de http://www.autocompacto.net/wp-content/themes/splendio/pdf/ponencias/07_ID69_PBorralleras_def.pdf

Cemex. CEMEX Contribuye a Hermosas y Modernas Residencias en Berlín – Extraído el 10 de marzo de 2016 de <http://www.cemex.com/ES/SalaDePrensa/Historia/Historia20150917.aspx#sthash.MSCtCUQW.dpuf>

Kosmatka, SH y Wilson, ML (2011). *Design and control of Concrete Mixtures*. Washington D.C., USA. Bajado el 30/04/2014 de http://www.ce.memphis.edu/1101/notes/concrete/PCA_manual
http://sci.umich.edu/docs/Li_VC_04_High_Performance_Fiber+.pdf

Michael A. Caldarone (2008). *High Strength Concrete*. London, Inglaterra. Extraído el 30 de Abril de 2014 de <http://es.scribd.com/doc/73551250/High-Strength-Concrete>

Pierre – Claude Aïtcin (2004). *Modern Concrete Technology 5. High Performance Concrete*. New York, USA. Extraído el 30 de abril de 2014 de http://books.google.co.ve/books?id=d_yojcvXOf4C&pg=PA398&lpg=PA398&dq=Burg+and+Ost+1994&source=bl&ots=JjN3mk8Y5-&sig=IsTWLz-tjlulp9ati6vloea25uQ&hl=es-419&sa=X&ei=ySJhU866Lda2sATVioDABw&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=Burg%20and%20Ost%201994&f=false

Portugal, Pablo (2010). *Tecnología del Concreto de Alto Desempeño*. Perú. Extraído el 22 de Mayo de 2015 de <http://es.scribd.com/doc/42540958/Tecnologia-Del-Concreto-de-Alto-Desempeno#scribd>

Ravi Ranade (2011). Development of high strength high ductility concrete. *2nd international RILEM Conference on Strain Hardening Cementitious Composites*. Rio de Janeiro, Brasil. Extraído el 30 de Abril de 2014 de <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/94195/SHCC2-Ranade-HSHDC.pdf?sequence=1>

Soutsos, M. N., Millard, S. G., and Karaiskos, K. *Mix design, mechanical properties and impact resistance of: Reactive Powder Concrete (RPC)*. University of Liverpool. UK. Extraído el 30 de Abril de 2014 de <http://tchfc.engin.umich.edu/doc/Presentations/TGF/Soutsos-Mix.pdf>

RECOMENDACIONES LUEGO DE LA EVALUACIÓN DE CERRAMIENTOS POST INCENDIO INDUCIDO EN PROTOTIPOS DE PRUEBA

Ing. María Alice Olavarrieta ¹, Ing. Humberto Bolognini ², Ing. Naisabe Yáñez ³

¹ Ingeniería en Construcción, Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental
Lisandro Alvarado *ingmariaalice@gmail.com*

² Ingeniería en Construcción, Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental
Lisandro Alvarado *hbolognini@gmail.com*

RESUMEN

El estudio evaluó el comportamiento ante el calor de bloques de concreto aligerado y de poliestireno expandido de alta densidad usados en losas y cerramientos en prototipos, así como la combinación de otros tipos de revestimientos simulando un incendio sobre los cerramientos de uso más común en Venezuela. Se realizó la Caracterización físico-mecánica del revestimiento que se construyó a cada Prototipo o módulo a ensayar, para analizar sus propiedades físico-químicas y poder elaborar algunas recomendaciones de seguridad en caso de incendio. Para ello se recopiló información necesaria relacionada con el poliestireno expandido de alta densidad y los bloques aligerados con arcilla expandida mediante consultas de textos, manuales, normas, institutos, locales comerciales, publicaciones en internet, personal técnico capacitado con experiencia en el uso en obras de dichos materiales, entre otros. La empresa especializada realizó el estudio requerido según normas. Es decir se estableció inicialmente como condiciones comunes para los cuatro prototipos lo siguiente: 1. Lograr temperaturas mayores a los 600 grados centígrados y registrar sus variaciones en el tiempo, 2. Asegurar el esparcimiento del fuego dentro de cada módulo. 3. Garantizar la continuidad del fuego durante un periodo de tiempo de 2 horas. (Tiempo que la norma COVENIN 1093-78[1], exige para certificar una prueba de resistencia de materiales de construcción). 4. Registrar los gases emitidos durante el incendio de cada módulo. El análisis de resultados se realizó bajo la descripción cuantitativa y cualitativa. Entre los hallazgos relevantes se encontraron los altos valores de Compuestos Volátiles Orgánicos durante la combustión del poliestireno expandido y la propiedad de los bloques aligerados con arcilla expandida como aislantes térmicos.

Palabras clave: concreto aligerado, poliestireno expandido, gases tóxicos, cerramientos de mampostería, seguridad.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen muchos materiales de construcción entre los cuales se distinguen dos aligerantes y aislantes tanto térmicos como acústicos: el Poliestireno Expandido de Alta Densidad y los bloques de concreto aligerado construidos con Arcilla Expandida. Estos últimos están compuestos de un grano hecho de arcilla expandida usado como sustituto de la piedra o arena en las mezclas, asegurando la resistencia de éstas y disminuyendo el peso de los bloques.

En Venezuela es común construir estructuras con paredes, losas de entrecimso y losas de piso utilizando los materiales anteriormente mencionados, cumpliendo con la normativa establecida en su uso: para el Poliestireno Expandido de Alta Densidad se contempla que debe ser auto extingüible y que no debe generar gases nocivos que afecten al ser humano; mientras que para los bloques de concreto aligerados con arcilla expandida se debe realizar una correcta dosificación en la mezcla y garantizar su buen funcionamiento en el caso de los frisos. En el caso de los bloques el fabricante debe dar garantía de su adecuada composición y resistencia.

Esta investigación presenta la evaluación del comportamiento ante el calor y la toxicidad de elementos de mampostería contruidos con Poliestireno Expandido de Alta Densidad y bloques de concreto aligerados con arcilla expandida con base en las especificaciones de la norma técnica COVENIN y normas internacionales para los bloques de arcilla expandida, para lo cual se realizaron ensayos de incendio a escala, no tan complejos como un incendio real pero capaces de representar el comportamiento efectivo de los elementos en estudio. Ver referencias [2], [3], [4], [5], y [6].

También se incluye el comportamiento de los bloques de concreto y bloques de arcilla comúnmente usados en Venezuela, estos están compuestos por materiales que no son ligeros, como los aligerados pero sirven de patrón para los resultados en vista que son los materiales más comunes y tradicionales.

Esta investigación se realizo sobre la base de un trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Civil del Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado que fue elaborado por las hoy día ingenieras Diana Valero y Naisabe Yáñez, bajo la tutoría de los Profesores María Alice Olavarrieta Parisot y Humberto Bolognini Garrido. [7].

5. DESARROLLO

1.1 Prototipos o módulos a ensayar

Para el desarrollo de esta investigación fue necesaria la creación de prototipos de prueba que serán descritos a continuación.

Se construyeron cuatro estructuras (A, B, C y D) con las siguientes características generales y comunes para las cuatro:

- Losa de fundación: 3 m x 3 m x 0,15 m de espesor
- Área del prototipo: 2 m x 2 m
- Altura del prototipo: 2,95 m (A) y 3,20 m (B, C y D)
- Puerta: 2,10 m x 0,75 m
- Ventana: 050 m x 0,50 m
- Losa de techo nervada: 25 cm de espesor
- Mezcla del friso pre elaborada y comercialmente vendida en sacos para todos los módulos

En las figuras del 1 al 4 se aprecian los prototipos. El Modulo A se construyó con poliestireno expandido de alta densidad en las paredes y los bloques de la losa nervada.

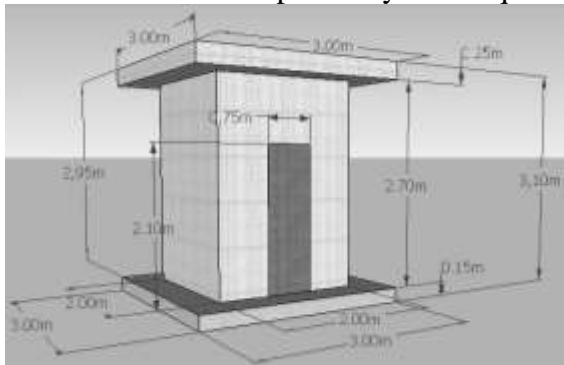


Figura 1. Prototipo de Poliestireno Expandido de Alta Densidad. Modulo A
Modulo B: Este módulo se construyó con paredes y losas de bloques de concreto aligerado con arcilla expandida.

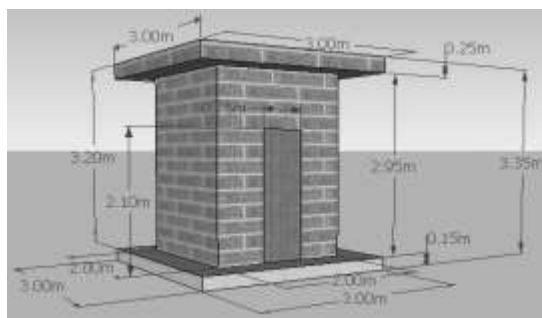


Figura 2. Prototipo de Bloques Aligerados con Arcilla Expandida. Modulo B
Modulo C: Este módulo, llamado “mixto”, se construyó con una pared de bloques de concreto aligerado con arcilla expandida, otra pared con bloques de concreto y las otras dos paredes de bloques de arcilla, para la losa nervada se utilizaron bloques de poliestireno expandido de alta densidad.

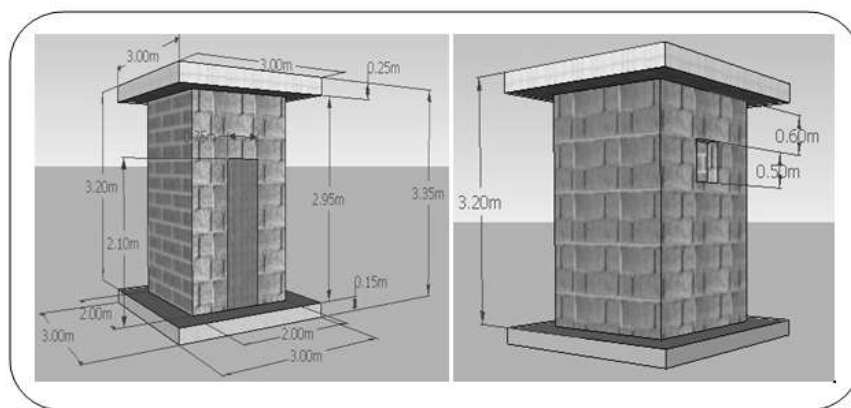


Figura 3. Prototipo “Mixto”, vista anterior y posterior

Modulo D: Este módulo se construyó con paredes y losa nervada de bloques de arcilla.

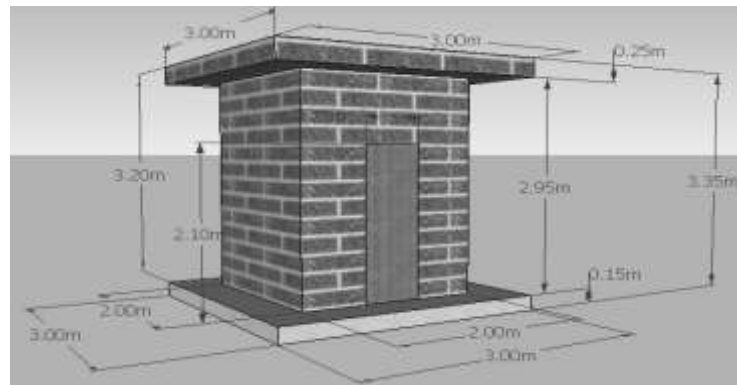


Figura 4. Prototipo de Bloques de Arcilla.

1.2. Descripción de la sistemática del ensayo

Para obtener las mediciones se cumplió con los siguientes requerimientos:

- Lograr temperaturas mayores a los 600 grados centígrados y registrar sus variaciones en el tiempo.
- Asegurar el esparcimiento del fuego dentro de cada modulo.
- Garantizar la continuidad del fuego durante un periodo de tiempo de 2 horas. (Tiempo que la norma COVENIN 1093-78 exige para certificar una prueba de resistencia de materiales de construcción).
- Registrar los gases emitidos durante el incendio de cada módulo.
- Garantizar la seguridad de las instalaciones, equipos y personal involucrado en el estudio.

Se colocaron 4 envases metálicos por la mitad en los diferentes módulos con aproximadamente 90 litros de gasoil en cada uno de ellos, a esto se le agregó Kerosene como catalizador, en la figura 5 se aprecia el proceso para el inicio y mantenimiento del fuego en los módulos. En cuanto a los equipos utilizados para el registro y mediciones de temperaturas y gases, estuvieron los el equipo AreaRae, que mide gases nocivos, inflamables y radiación, la termocupla que mide altas temperaturas, y que se instalaron en un tubo de acero resistente a dichas temperaturas (Tubing), dentro de una perforación del mismo diámetro, realizada en una pared y en el techo de cada módulo , el controlador de procesos Monitor digital Fluke 743B que mide la temperatura registrada en la termocupla y el termómetro embutido a través de la pared estos se aprecian en las figuras 6, 7,8 y 9 respectivamente.



Figura 5. Metodología para la generación del incendio



Figura 6 Equipo AreaRae



Figura 7 Termocuplas.



Figura 8 Controlador de proceso

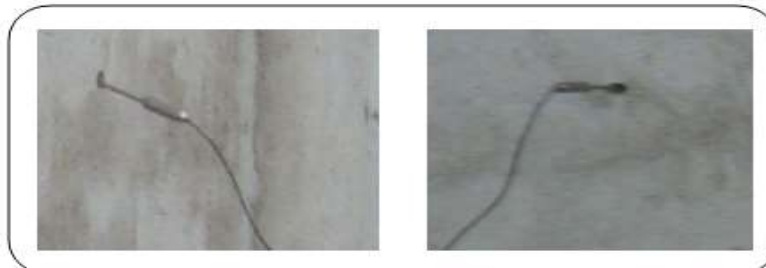


Figura 9 Termómetro

2. RESULTADOS

A continuación se presenta la tabla 1 con algunas características del modulo y resultados obtenidos durante la generación del incendio, así mismo en cuanto a la emisión de gases nocivos se obtuvieron valores de Monóxido de carbono CO, compuestos orgánicos volátiles VOC y límite inferior de explosividad LEL que fueron determinados por la empresa especializada IFSCA.

Tabla 1. Resultados de los ensayos sobre los 4 módulos elaborados.

Mod .	Espesor del friso	Duración del incendio	Max . T° en °C	Material usado	Perdida de friso	CO ppm	VO C ppm	LE L %	Observaciones
A	4 a 8 cm	2 horas	602	Anime en pared y techo	Si	45,4	35,4	0,6	No presento síntomas de fallas en dos horas de incendio
B	0,5 cm	1 hora	1112	Bloque aligerado en pared y techo	No	35,7	5	0,6	A los 38 minutos se alcanzo la temperatura de 1112
C	1,5 cm	1 hora	1228	Anime en pared y techo Bloque aligerado en pared Bloque de arcilla en pared	No	35	34,3	0,6	A los 58 minutos la estructura alcanzo los 1228
D	1,5 cm	1 hora	800	Bloque de Arcilla en pared y techo	No	A los 25 minutos del incendio la estructura empezo a mostrar sintomas de fallas.

Para el Módulo D el registro de datos para este ensayo fue de 25 minutos debido a razones de seguridad para proteger los equipos y al personal técnico, ya que en este tiempo comenzó a presentarse señales de colapso de la estructura. Es preciso realizar un análisis en un intervalo de duración común para los cuatro módulos en vista que las duraciones de los ensayos en cada módulo fueron diferentes, por lo que se estableció la menor duración significativa a los primeros 40 minutos. Los valores promedios de los cuatro módulos pueden observarse en la figura 10.

En función de esos resultados se considera importante recomendar el uso de un mayor espesor de friso (mínimo 1,5 cm) para las paredes de bloque aligerado con arcilla expandida garantizando menor daño y aminorando los costos para la reparación luego del incendio. Igualmente, se sugiere incorporar un termómetro que registre las temperaturas externas sobre la superficie de la loseta de techo a fin de obtener la transmisión de temperatura de un piso inferior a uno superior; así como también colocar equipos de medición de temperaturas en las paredes externas en el módulo “mixto” para comprobar el comportamiento registrado en los módulos construidos completamente de cada material.

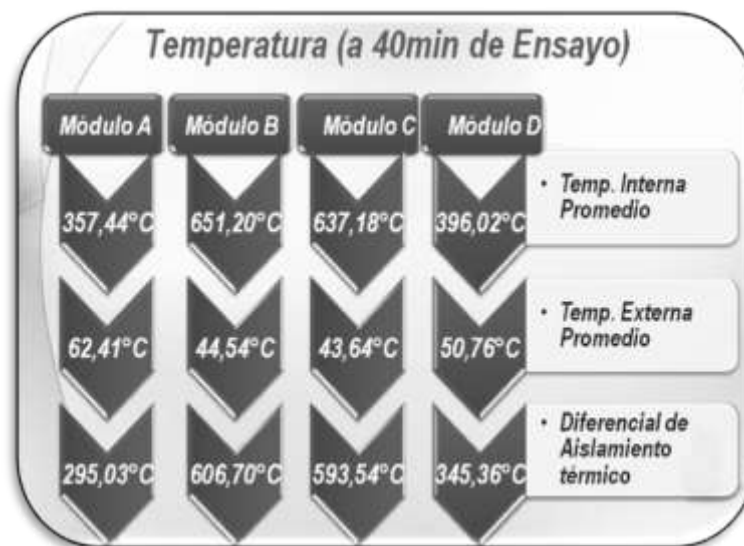


Figura 10. Diferencial de aislamiento térmico de los cuatro módulos a los 40 minutos de duración.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

En cuanto al friso comercial preparado y colocado sobre la superficie de los cuatro módulos, se puede decir que su comportamiento fue muy conveniente aun cuando el mismo fue de espesores variables; pudo soportar los cambios de temperatura de manera adecuada.

El efecto de la transmisión del calor fue menor tanto en los bloques aligerados como en los bloques de concreto, por tanto el uso de este último sigue siendo oportuno, aunque no presenta beneficios de reducción de cargas de servicio en el diseño estructura.

En cuanto a la toxicidad de los gases emanados durante el incendio, las cantidades de CO para el caso de paneles de poliestireno expandido fueron 27, 17% mayor que para el caso de bloques de concreto aligerado, aunque en ambos casos se superó el valor de alarma baja normativo. En el caso de V.O.C, la cantidad de gases generados por el incendio de paneles de poliestireno expandido de alta densidad resultó 7 veces mayor que para el caso de bloques de concreto aligerado; observándose que sólo en el módulo que contenían

elementos de poliestireno expandido (A y C), se superó el límite de alarma baja de V.O.C. En cuanto al LEL, para todos los materiales evaluados se obtuvo el mismo resultado (0,6%), muy por debajo del valor de riesgo establecido en la norma (10%). Con respecto a los límites de exposición a gases generados por incendio para el ser humano, transcurridos 20 minutos luego de la señal de alarma baja por V.O.C., se activó la alarma de exposición corta solamente en el caso de los módulos con elementos de poliestireno expandido (A y C).

3.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda a los entes gubernamentales responsables establecer un control sobre el uso del poliestireno expandido de alta densidad en edificaciones esenciales como: recintos educativos y hospitalarios entre otros, para garantizar la seguridad integral de los ciudadanos en caso de incendio.

Es recomendable que para atacar los incendios de estructuras con este tipo de material se utilice equipo de protección respiratoria (autocontenidos) y se practiquen exámenes a las personas que hayan estado expuestas a estos incendios sin la debida protección.

Sería pertinente profundizar en la investigación sobre la interacción del material ligero a base de poliestireno expandido ya que la Asociación Europea de manufactura del EPS en sus publicaciones no resulta tan concluyente en cuanto a la peligrosidad de la emanación de gases tóxicos ya que está en función del recubrimiento que tenga y no según la composición del material. [8].

4. AGRADECIMIENTOS

Empresa Privada PIOVESAN. Venezuela
 Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
 Venezuela.
 Ing. Naisabe Yáñez y Diana Valero

5. REFERENCIAS

- [1] Método de ensayo para determinar la resistencia al *fuego* de estructuras. (1978). Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas.
- [2] Norma Técnica FONDONORMA (2009). Aislantes térmicos para aplicaciones en la construcción. Productos de Poliestireno expandido “EPS”. Casetones y bovedillas para pisos, losas, placas, entrepisos y techos.
- [3] Norma Venezolana COVENIN 1753-03. Extractos referentes al uso de concreto liviano y a los sistemas entrepisos
- [4] Norma Venezolana COVENIN 3808:2003. Edificaciones: paneles aligerados y reforzados. Requisitos.

- [5] REACH (CE) No 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de diciembre de 2006. “Sustancias que emiten compuestos orgánicos volátiles”.
- [6] UNE-EN-689: “Guía para la Evaluación de la exposición a agentes químicos por comparación con valor límite”.
- [7] Olavarrieta M, Yanez N, Valero D, Bolognini H. (2014). Evaluación el comportamiento ante el calor de bloques de concreto aligerado y de poliestireno expandido de alta densidad usados en losas y cerramientos. Ingeniero. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). Barquisimeto.
- [8] <http://www.grupoisotex.com/wp-content/uploads/2015/04/COMPORTAMIENTO-CONTRA-EL-FUEGO2.pdf>

**EVALUACIÓN ELECTROQUÍMICA DEL CONCRETO SUSTITUYENDO
PARCIALMENTE EL CEMENTO POR POLVO DE SILICE EN AMBIENTE
AGRESIVO SIMULADO**

Ing. María Alice Olavarrieta¹, Ing. Alejandro Giménez², Ing. Humberto Bolognini³.

¹ Departamento de Ingeniería en Construcción, Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, e-mail: *ingmariaalice@gmail.com*

² Departamento de Ingeniería en Construcción, Decanato de Ingeniería Civil, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, e-mail: *agimenez@ucla.edu.ve*

RESUMEN

En esta investigación se evalúa la actividad electroquímica de concretos elaborados con sustitución parcial del peso del cemento por polvo de Sílice (amorfo) expuestos a un ambiente agresivo aplicando la técnica del rociado. Para ello se aplica lo establecido en el Manual de Inspección y Diagnostico de Estructuras de Concreto Armado del CYTED 1998 haciendo la evaluación electroquímica mediante la medición de potenciales, velocidad de corrosión y resistividad eléctrica. La muestra objeto de estudio estaba constituida por 24 especímenes (cuatro por cada tipo de mezcla) elaborados bajo una relación a/c de 0,45 y 0,65 con porcentajes de sustitución del 10% y 15% para cada relación a/c y siguiendo los lineamientos establecidos en El Proyecto Iberoamericano DURACON. El tiempo de exposición y rociado fue de 105 días realizando durante ese lapso de tiempo mediciones periódicas de potenciales de corrosión para los diferentes espesores de recubrimiento con la finalidad de determinar el estado del acero de refuerzo, de resistividad eléctrica y por ultimo de velocidad de corrosión. Una vez realizado el análisis de los resultados se determina que las mezclas elaboradas con 10% y 15% de sustitución para ambas relaciones a/c resultan de durabilidad inadecuada, recomendando realizar estudios posteriores a mezclas elaboradas con relaciones a/c inferiores a 0,45 bajo los mismos porcentajes de sustitución por ser esa relación la que mostró un mejor desempeño al ser expuesta a este tipo de ambiente.

Palabras clave: Polvo de Sílice, Durabilidad, Ambiente simulado agresivo

INTRODUCCIÓN

El proceso de producción de cemento y la industria cementera, ha sido ampliamente cuestionada a nivel mundial debido al impacto negativo que ésta genera al medio ambiente, siendo una de las más contaminantes debido a las grandes emisiones de dióxido de carbono (CO₂) el cual representa uno de los principales causantes del efecto invernadero. Para las empresas del sector construcción, la innovación es una herramienta muy adecuada, la cual hacer frente a los cambios imperativos que sufre el mercado internacional, en especial el venezolano. Algunos incluyen nuevos productos que sustituyen a los utilizados

tradicionalmente, mientras que otros lo hacen desarrollando procedimientos que les permiten mejorar el producto o incluso abaratarlo. La búsqueda de materiales novedosos ha sido siempre un área de gran interés científico y tecnológico desde el punto de vista de la investigación ingenieril, incluyendo su aplicabilidad (específicamente en la industria) cuyo papel representa una estrategia muy importante en el ámbito empresarial.

Ante la necesidad de innovar en un sentido ecológico y técnicamente responsable, desde hace algunos años el Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), específicamente el Departamento de Construcción, maneja líneas de investigación que están ampliamente relacionadas con la sustitución y adición de subproductos a las mezclas tradicionales de concreto, las cuales deben cumplir con todos los ensayos pertinentes para así comprobar su comportamiento satisfactorio ante las diversas condiciones ambientales a las cuales será expuesta y asegurar así a los usuarios las condiciones óptimas de uso.

Esta investigación toma como parte los aportes realizados en el trabajo especial de grado titulado Evaluación de la durabilidad del concreto con sustitución parcial del cemento por polvo de sílice en ambiente acelerado, que se defendió para optar al título de ingeniero civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado por los bachilleres Gustavo Forero y Nilda Meléndez, y que está enmarcado en el proyecto de investigación del CDCHT 004 IC 2015 titulado Evaluación de mezclas de concreto con sustitución parcial del cemento y del agregado fino. Tecnología alternativa durable y sustentable del cual son responsables los profesores María Alice Olavarrieta, Alejandro Giménez y Humberto Bolognini.

1. DESARROLLO

Una vez diseñadas las mezclas y elaboradas las probetas de estudio se procede a la exposición en el ambiente marino agresivo simulado y a realizar las mediciones electroquímicas.

1.1 Ambiente Marino Simulado

Las probetas fueron expuestas a la simulación de un ambiente agresivo acelerado en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara, específicamente en el techo del Decanato de Ingeniería Civil de la UCLA. La concentración de cloruro de sodio era de 3,5% aplicada con un rociador bajo la técnica del rociado, especificada en la Norma ISO 11474:1998. (Ver Figura 1). La exposición de las probetas se llevó a cabo durante un lapso de 90 días.



Figura 1. Método del rociado.

1.2 Evaluación electroquímica de las probetas.

1.2.1. Potencial eléctrico.

El objetivo del ensayo de potenciales fue el de conocer la probabilidad de la corrosión de las probetas DURACON. El tiempo de exposición fue de aproximadamente 4 meses y las mediciones del potencial eléctrico fueron realizadas de manera semanal. (Ver Figura 2).



Figura 2. Medición del potencial eléctrico.

1.2.2. Velocidad de Corrosión.

La velocidad de corrosión es una prueba que se realiza con el GECOR 6 y su función es determinar la intensidad (I_{corr}), o la velocidad con la que la armadura va perdiendo sección por efectos de la corrosión. (Ver Figura 3)



Figura 3. Medición de velocidad de corrosión con GECOR 6.

1.2.3. Resistividad Eléctrica.

La resistividad eléctrica se considera como un indicador de la calidad del concreto. Su medición se realiza a través de un instrumento digital (ver Figura 4), basándose en el Método de Wenner, mejor conocido como el Método de los Cuatro Pines.



Figura 4 Medición de la resistividad eléctrica.

2. RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados electroquímicos de cada ensayo obtenidos una vez culminado el periodo de exposición en el ambiente agresivo marino simulado.

2.1 Potencial eléctrico

Las medidas de se encuentran en la norma ASTM C-876- 87: "Standars Test Meted For Half- Cell Potential Of Uncoated Reinforcing Steel In Concrete" así como también en el Manual Durar.

A continuación se presentan una serie de graficas con los resultados de los promedios de potencial de electrico para ambas caras de la probeta y por cada relación agua-cemento, para así dar a conocer finalmente los comportamientos de las mezclas en función del potencial electroquímico.

Ante la situación planteada se tiene que en la Figura 5 se puede precisar el comportamiento del potencial eléctrico del acero embebido en probetas con tres espesores de recubrimiento, para una relación agua-cemento de 0,65 en un intervalo de 2496 horas. Se puede apreciar de manera inmediata que los tres espesores de recubrimiento presentan un comportamiento similar, sin embargo, al transcurrir el tiempo los potenciales iban disminuyendo gradualmente hasta alcanzar valores de -0,550 V hasta -0,600 indicando finalmente una probabilidad de corrosión del 90% encontrándose ahora la armadura en un estado activo.

Potenciales de Corrosión para una relación agua-cemento 0,65.



Figura 5. Comportamiento de los tres espesores de recubrimientos para probetas de concreto armado con $\alpha=0,65$.

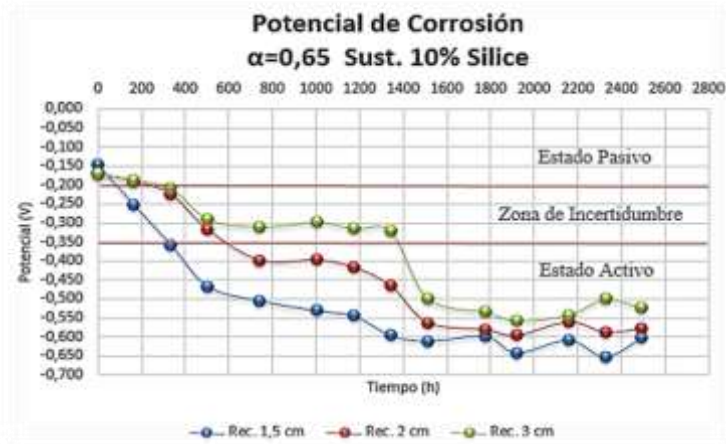


Figura 6. Comportamiento de los tres espesores de recubrimientos para probetas con sustitución de 10% de cemento por polvo de sílice y relación $\alpha=0,65$.

Seguidamente y con ayuda de la Figura 6 se observa en su comportamiento una evidencia notable en los espesores de recubrimiento indicando una mayor protección al acero de refuerzo.

En último lugar se detalla la Figura 7 en la que se observa que los recubrimientos de 1,5 cm y 2 cm disminuyeron rápidamente a un estado activo entre los (300-450 h) equivalente a 12-18 días de exposición, en cambio el recubrimiento de 3 cm, aunque se mantuvo en la zona de incertidumbre hasta las 1200 h siempre estuvo cercano a la zona activa por tanto el recubrimiento no aportó mucha resistencia.

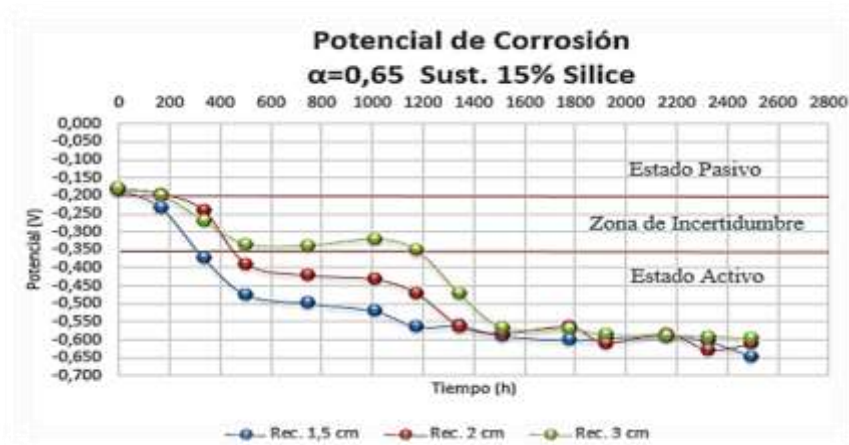


Figura 7. Comportamiento de los tres espesores de recubrimientos para probetas con sustitución de 15% de cemento por polvo de sílice y relación $\alpha=0,65$.

Potenciales de Corrosión para una relación agua-cemento 0,45.



Figura 8. Comportamiento de los tres espesores de recubrimientos para probetas de concreto con $\alpha=0,45$.

En la Figura 8 se detalla que los valores de potencial eléctrico para el recubrimiento de 2 y 3 cm se mantuvieron desde aproximadamente las 200 horas en la zona de incertidumbre durante todo el periodo de estudio, por otra parte, el recubrimiento de 1,5 cm, aunque no cayó de manera drástica tuvo su punto de estado activo a las 1170 horas.

En cuanto a los valores de potencial eléctrico registrados, se puntualiza que al iniciar las mediciones los tres espesores de recubrimiento arrojaron valores cercanos a los -0.200 V indicando una probabilidad de corrosión baja, a medida que transcurría la exposición del ambiente agresivo acelerado los valores de potencial se mantuvieron por encima de los -0.300 V para los espesores de recubrimiento de 2 cm y 3 cm, en cambio para el espesor de recubrimiento de 1,5 cm se llegó a un pico de -0.600 V al final del periodo de exposición indicando la probabilidad del 90 % de corrosión.

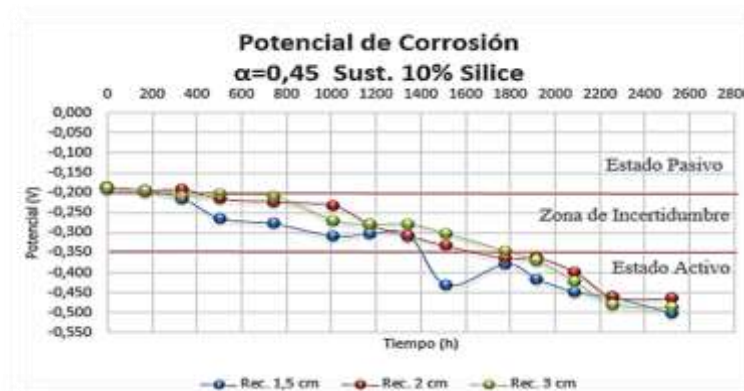


Figura 9. Comportamiento de los tres espesores de recubrimientos para probetas con sustitución de 10% de cemento por polvo de sílice y relación $\alpha=0,45$.

En la Figura 9 donde se puede apreciar una tendencia de disminución gradual muy similar para los tres recubrimientos. En cuanto a los valores de potencial, al inicio las mediciones oscilan entre los -0.150 V y -0.200 V para los tres espesores indicando para ese momento una probabilidad del 10% de corrosión, luego de ser sometidas al ambiente de simulación, pasan casi de manera inmediata del estado pasivo a la zona de incertidumbre durando un intervalo entre 1400-1800 equivalente a 59-75 días de exposición, para así finalmente entrar todos al estado activo.

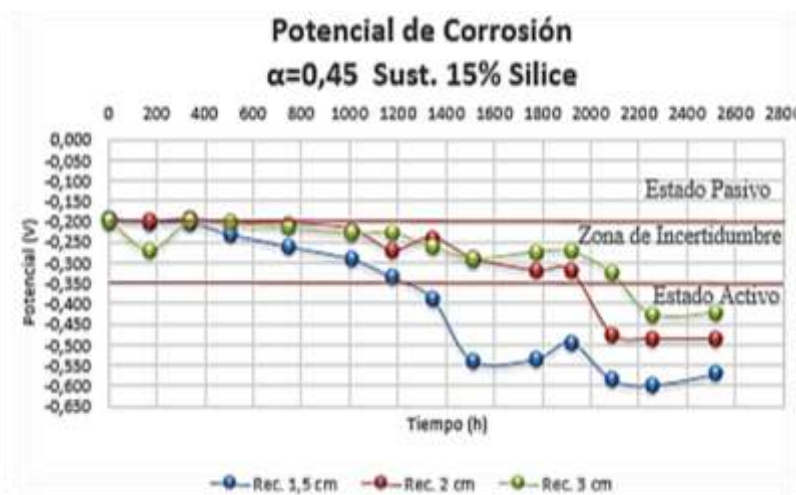


Figura 10. Comportamiento de los tres espesores de recubrimientos para probetas con sustitución de 15% de cemento por polvo de sílice y relación $\alpha=0,45$.

En la Figura 10 se observa que los recubrimientos de 2 y 3 cm se mantienen muy cercanos desde el estado pasivo a la zona de incertidumbre llegando al límite a las (1950-2100) horas donde finalmente pasan al estado activo, en cambio para el recubrimiento de 1,5 cm el cual va disminuyendo de forma más rápida consigue entrar con tan solo 1200 horas de exposición.

Para este diseño igual que para los 5 casos anteriores se inició con valores de potenciales que indicaban una probabilidad de corrosión baja, en pocas palabras por encima de -0,200 V seguidamente y con vista a los tres recubrimientos se observa que los valores generados al final rondan por debajo de -0,400 V y por encima de -0,600 V.

2.2. Resistividad Eléctrica.

El ensayo de resistividad expresa la calidad del concreto en función del tipo de cemento, adiciones, relación agua-cemento y porosidad en las estructuras y es uno de los parámetros que controlan la velocidad de corrosión en el acero embebido.

A continuación se presentan las evaluaciones de los resultados obtenidos de resistividad eléctrica para las seis (6) mezcla estudiadas.

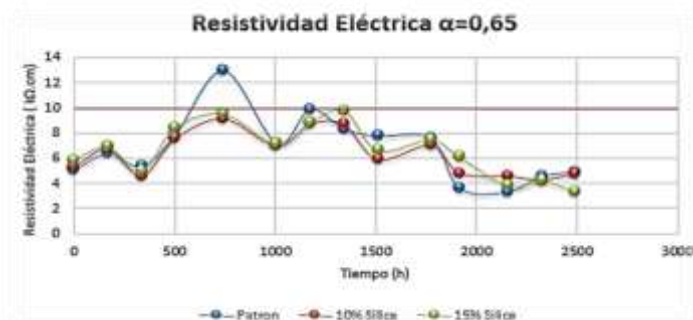


Figura 11. Comportamiento de probetas con relación agua-cemento de 0,65.

En la Figura 11 para las tres mezclas los valores estuvieron casi en su totalidad por debajo de 10 kΩ.cm y bajo una tendencia similar, esto lo ubica en una zona de alto riesgo a la corrosión. Sin embargo, a las 744 horas se observa un ligero aumento por parte de la mezcla patrón, pero instintivamente vuelve a bajar a la semana siguiente.

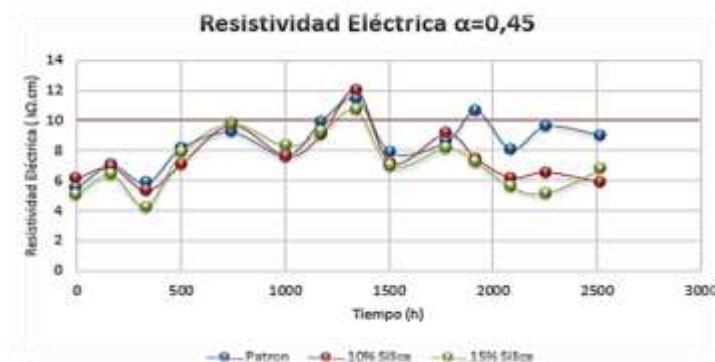


Figura 12. Comportamiento de probetas con relación agua-cemento de 0,45.

Seguidamente, se tiene la Figura 12 las tres mezclas con una tendencia similar, así como también un valor de resistividad por debajo de los 10 kΩ.cm, no obstante, para las 1344 horas se ve un repentino aumento por encima de los (10 kΩ.cm) pero posteriormente vuelve a decaer hasta la zona de alto riesgo de corrosión.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, la resistividad eléctrica arrojó resultados que indican la existencia de un alto riesgo a la corrosión para todas las mezclas, en consecuencia, no existió ninguna influencia por parte de la sílice en el concreto.

2.3. Velocidad de Corrosión.

La estimación de la velocidad de corrosión sigue los lineamientos establecidos por el Manual Durar. .

De las figuras 13, 14 y 15 se deduce, que por parte del espesor de recubrimiento no hubo ninguna diferencia tangible entre tener mayor recubrimiento de concreto. De la misma

forma en la parte de la sustitución los valores de intensidades de corrosión fueron altos y no estableció una factibilidad en contra la mezcla patrón lo que hace pensar que la relación agua-cemento de 0,65 no juega una ventaja en este tipo de ambiente.

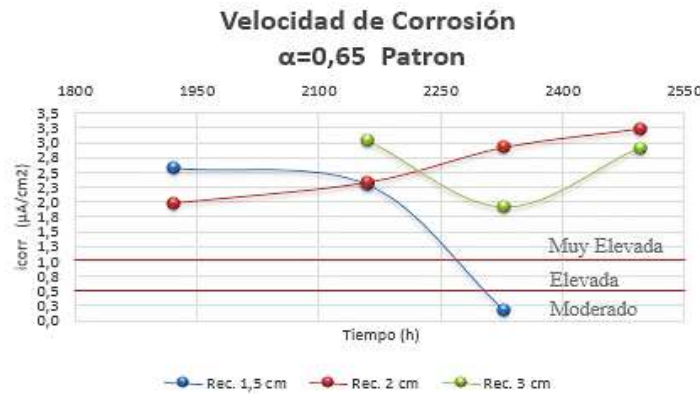


Figura 13 Velocidad de corrosión para los 3 espesores de recubrimientos en probetas con relación a/c= 0,65 sin sustitución.

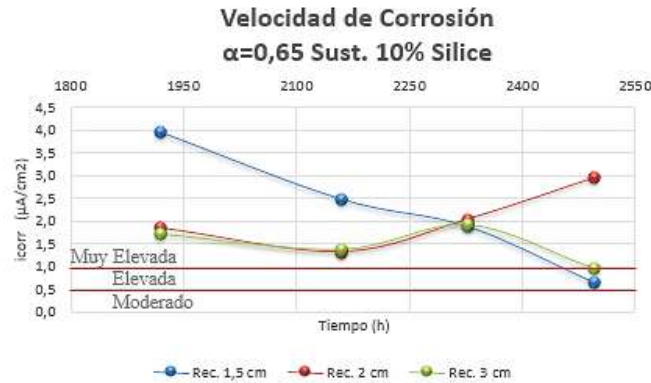


Figura 14. Velocidad de corrosión para los 3 espesores de recubrimientos para probetas con relación a/c= 0,65 y sustitución de cemento por polvo de sílice de 10%.

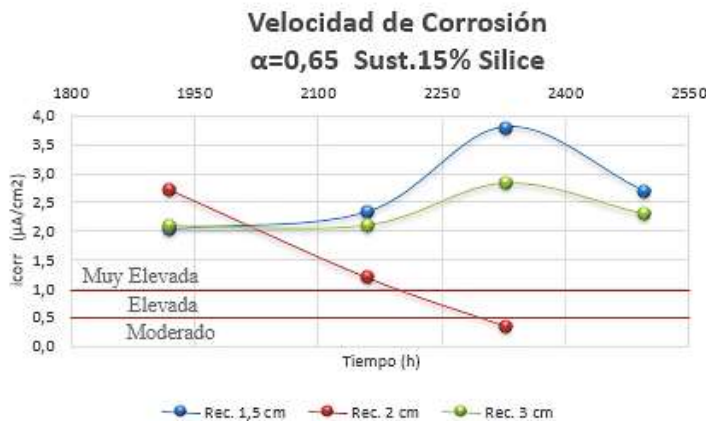


Figura 15 Velocidad de corrosión para los 3 espesores de recubrimientos para probetas con relación a/c= 0,65 y sustitución de cemento por polvo de sílice de 15%.

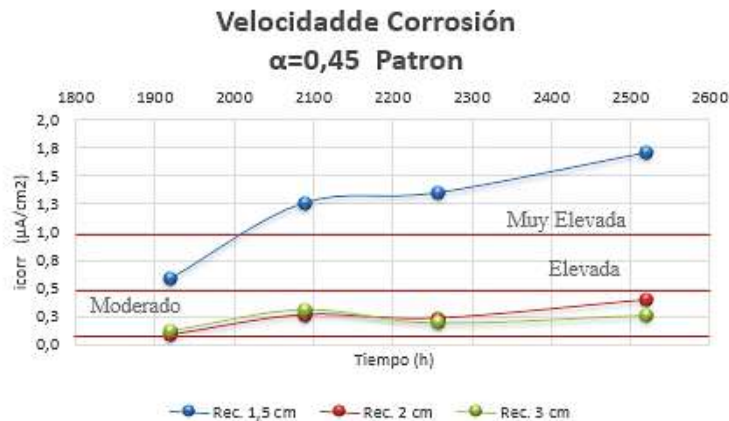


Figura 16. Velocidad de corrosión para los 3 espesores de recubrimientos para probetas con relación $a/c=0,45$ sin sustitución.

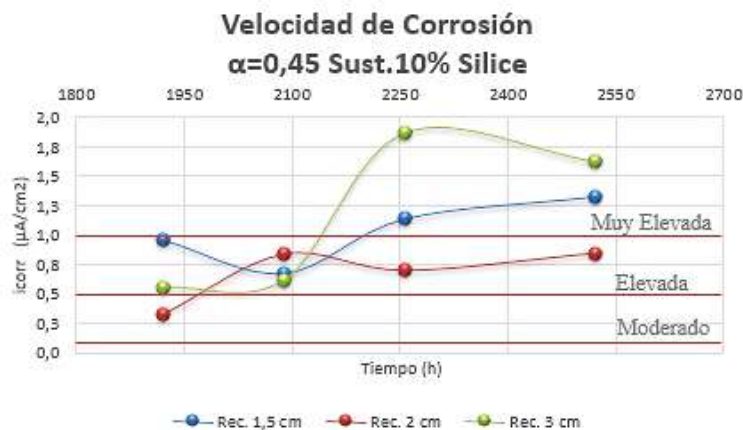


Figura 17. Velocidad de corrosión para los 3 espesores de recubrimientos para probetas con relación $a/c=0,45$ y sustitución de cemento por polvo de sílice de 10%.

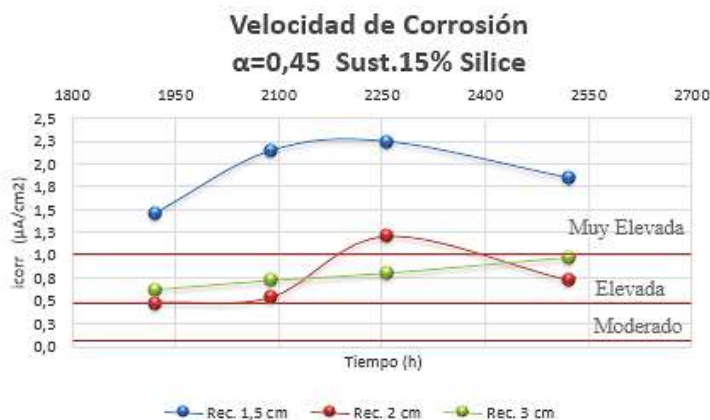


Figura 18. Velocidad de corrosión para los 3 espesores de recubrimientos para probetas con relación $a/c=0,45$ y sustitución de cemento por polvo de sílice de 15%.

De las graficas 16,17 y 18 se logra ver que el espesor de recubrimiento, tuvo una influencia marcada tanto para la mezcla patrón como para la sustitución de 15 %, donde se refleja el comportamiento esperado. Sin embargo, para la sustitución de 10% se percibe más que todo una mezcla entre ellas. De igual forma se tiene el efecto de la sustitución en donde se aprecian valores con niveles elevados de corrosión entre sus recubrimientos, en comparación con la mezcla patrón que se mantiene el de 2 y 3 cm por debajo de un nivel moderado. Lo cual hace ver una mejoría en cuanto a la relación agua-cemento de 0,45 para el ambiente implementado.

3. CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos en los ensayos electroquímicos, en donde la relación agua-cemento constituyó una variable importante para el ambiente simulado, se observó que en los resultados aportados por las mezclas de 0,65 las probetas llegaron a activarse en su totalidad, por lo tanto, la muestra que resultó ser la más factible dentro de este reglón fue la de 10% de sustitución de cemento por polvo de sílice, específicamente en el recubrimiento de 3 cm, revelando así que la sustitución intentó mejorar la mezcla, pero el ambiente agresivo conjuntamente con una relación a/c elevada generó como resultado una durabilidad inadecuada.

De manera semejante, entre las mezclas elaboradas con una relación agua-cemento de 0,45 la mezcla patrón consiguió mantener los recubrimientos de 2 y 3 cm dentro de un rango moderado, siendo las únicas de esta relación que no presentaron una activación por el ambiente simulado. No obstante, las sustituciones llegaron a activarse de una manera más lenta que las de 0,65 estableciendo a la de 15% de sustitución de cemento por polvo de sílice como la de mejor comportamiento para este reglón, demostrando que las relaciones a/c menores influyen de mejor manera en la protección de la armadura. De igual forma la durabilidad también resulto inadecuada.

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando y para ambas relaciones agua-cemento se deduce que las sustituciones con sílice expuesta a un ambiente agresivo acelerado no compatibilizan entre sí, generando una respuesta de durabilidad inadecuada.

A manera de esperar mejores resultados para la protección del acero de refuerzo, mejora de la durabilidad del material y la estabilidad química del mismo se recomienda la caracterización del polvo de sílice en cuanto a sus características de finura y grado de amorficidad para futuras investigaciones.

4. AGRADECIMIENTOS

Se extiende un agradecimiento a los bachilleres **Nilda Melendez y Gustavo Forero** autores de esta investigación evaluada para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

A la empresa de concreto premezclado **COCIPRE C.A.** por la realización de los ensayos de control de calidad del concreto en estado endurecido.

A la empresa **RIAS C.A** por la donación del polvo de sílice para esta investigación.

5. REFERENCIAS

Melendez N, Forero G (2016). Evaluación de la durabilidad del concreto con sustitución parcial del cemento por polvo de sílice en ambiente acelerado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto – Venezuela.

DURAR (CYTED) (1998) “Manual de inspección evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado”. Madrid – España.

Fondonorma, (2000) “Norma COVENIN 277-2000; Concreto. Agregados. Requisitos”. Caracas - Venezuela.

Fondonorma, (2003) “Norma COVENIN 28:2003; Cemento Portland requisitos (7ma Revisión) (Provisional)”. Caracas - Venezuela.

Fondonorma, (2004) “Norma COVENIN 3134-04; Cemento Portland con adicciones”. Caracas - Venezuela.

“Estudio de la Durabilidad de Concretos Adicionados con Escoria Siderúrgica, con diferentes formas de curado.”

http://www.ecoingenieria.org/docs/Estudio_Durabilidad_Concretos_Adicionados.pdf

“La sílice y su uso en la industria de la construcción.”

<http://www.quiminet.com/articulos/la-silice-y-su-uso-en-la-industria-de-la-construccion-3452105.htm>

“La Resistividad Eléctrica como parámetro de control del hormigón y su durabilidad.”

<http://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/36554-La-resistividad-electrica-como-parametro-de-control-del-hormigon-y-su-durabilidad.html>

“Determinación de la absorción capilar en hormigones de alto desempeño elaborados con materiales de la región NEA.”

<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/07-Tecnologicas/2006-T-067.pdf>
a la espera de su contribución a lo que promete ser un exitoso evento.

PROBLEMAS CONSERVATIVOS EN LA ARQUITECTURA RELIGIOSA NEOGÓTICA DE CARACAS

MSc. Arq. Francisco Pérez Gallego

Área de Historia y Crítica de la Arquitectura, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *franpergal@gmail.com*

RESUMEN

La arquitectura religiosa neogótica caraqueña abarca un importante número de edificaciones representadas por las iglesias Santa Capilla, Nuestra Señora de Lourdes en El Calvario, el Sagrado Corazón de Jesús, el Santuario Nacional Expiatorio y Nuestra Señora de Lourdes (Inmaculada Concepción) en Palo Grande, edificaciones cuya longevidad en la mayoría de los casos, supera los cien años de construcción, a pesar de los cambios posteriores. La caducidad de algunos de sus materiales, aunado a las afecciones producidas por procesos de causas físico ambientales, mecánicas, químicas, biológicas y humanas ha ido propiciando degradaciones tales como la presencia de humedades diversas, desprendimientos, agrietamientos, corrosión entre otras, problemas que a pesar de las diferencias derivadas de la naturaleza específica de cada inmueble, presentan coincidencias, vinculados con las características y técnicas constructivas dominantes, así como a los complejos rasgos morfológicos y ornamentales que identifican a esta arquitectura.

A partir de la observación directa de casos in situ, el registro macroscópico de deterioros y la investigación histórica documental para el conocimiento de sus materiales y técnicas constructivas empleadas, siguiendo la metodología aplicada en proyectos de conservación y restauración, se ha podido realizar una aproximación al problema en su conjunto, con el fin de identificar y caracterizar las alteraciones recurrentes y las causas que mayoritariamente las producen, resultados que nos permiten esbozar un pre-diagnóstico de la situación general de este importante conjunto del patrimonio edificado religioso historicista de la ciudad de Caracas, para su aplicación en la definición de estrategias de mantenimiento y conservación.

Palabras clave: Patología constructiva, arquitectura religiosa neogótica, registro macroscópico de deterioros, conservación, restauración.

INTRODUCCIÓN

A partir de diversas experiencias profesionales en el desarrollo de proyectos para la restauración de las iglesias Santa Capilla de Caracas, el Santuario Nacional Expiatorio y Nuestra Señora de Lourdes en El Calvario, contrastadas con investigaciones desarrolladas por otros profesionales en las iglesias Sagrado Corazón de Jesús (Nweihed, 2002) e Inmaculada Concepción (Gondelles, 1994), encontramos paralelismos en las causas que inciden en las alteraciones y degradaciones existentes. Esto nos condujo a desarrollar una caracterización de la panorámica conservativa presente y recurrente en este tipo de

edificaciones, con el objetivo de dibujar un pronóstico de su situación, la cual permita establecer estrategias conservativas para minimizar la recurrencia de los problemas en el tiempo.

La investigación se fundamenta en un estudio de tipo descriptivo-explicativo, derivado de la recopilación de datos in situ y su catalogación sistemática, contrastado con el reconocimiento de la naturaleza de los materiales y las técnicas constructivas presentes, en miras a determinar un pre-diagnóstico general de la realidad.

Tanto en los casos de investigación desarrollados por nuestra parte, como en los efectuados por otros profesionales se recurre a la técnica del registro macroscópico de deterioros el cual, a pesar de los matices o énfasis característicos de cada caso particular, consiste en la recopilación de datos por observación directa de los problemas conservativos y su clasificación en función de sus causas a través de fichas descriptivo-analíticas que pueden ir desde una escala general, a una detallada por cada ambiente de la edificación, acompañada de planos generales, a partir del uso del recurso escrito, gráfico y fotográfico de manera complementaria.

Este método que constituye la base sistemática para efectuar el prediagnóstico y posterior diagnóstico de la situación conservativa de los edificios, lo venimos empleando, desarrollando y adecuando a nuestros casos particulares. Se sustenta en textos como *Restauro dei monumenti. Guida agli elaborati grafici* (Carbonara, 1985), *La Documentación Arquitectónica. Un Método para la elaboración de la documentación preliminar de los Proyectos de Restauración Arquitectónica* (Dunn y Melero, 1995) y la *Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción*, entre otros (Broto, 2015).

6. PROBLEMAS CONSERVATIVOS DE LAS CUBIERTAS

La presencia de materiales de diferente naturaleza y técnicas constructivas (Pérez Gallego, 2015) arroja en este apartado diferentes escenarios. No obstante, a pesar de las especificidades y situaciones que éste aspecto compele, reúne el mayor número de problemas recurrentes que más afectación generan sobre las edificaciones religiosas neogóticas, debido a la complejidad morfológica y combinación de diversas técnicas constructivas presentes en ellas.

En orden cronológico, el primer caso lo representa la iglesia Santa Capilla (1883-1923) proyectada por el ingeniero Juan Hurtado Manrique en 1883, con un primer ensanche (1889-1892) diseñado también por Manrique y una segunda ampliación (1917-1923) concebida por el arquitecto Luis Beltrán Castillo (Pérez Gallego, 2011). La iglesia, cuyas cubiertas las forman losas horizontales de concreto armado, vaciado sobre láminas de metal desplegado tipo self centering, perforadas por tragaluces cubiertos mediante lucernarios de vidrio mallado a dos aguas en la nave central (1921) y losas de concreto sobre tabelones de arcilla (1968) en las naves laterales, exterioriza problemas crónicos de humedades descendentes. Éstos son generados de forma reiterativa por la degeneración de la impermeabilización y la aparición de agrietamientos de los revestimientos por dilataciones debidas a las oscilaciones térmicas entre el día y la noche, en los intersticios de las

superficies de contacto entre techos, brocales de los lucernarios y antepechos, aunado a la crónica obstrucción de canales y bajantes de aguas de lluvia, producto de la ausencia de mantenimiento sistemático de las cubiertas ante las dificultades que impone su accesibilidad (Figura 1.a).

Siguiendo el criterio cronológico, la segunda iglesia neogótica caraqueña conservada es la capilla Nuestra Señora de Lourdes (1885), en el Calvario, ya que la capilla El Calvario (1884) construida sobre la colina de Pagüita, fue reemplazada por la iglesia Nuestra Señora del Perpetuo Socorro de Paguita, en lenguaje art decó alrededor de 1948, por iniciativa de los Misioneros Redentoristas, “donde habían hecho de arquitectos y peones” (Congregación de Santísimo Redentor, 2015). Tanto la capilla del Calvario en la colina de Pagüita o Pittermayer, como la hermanada y posterior Lourdes en El Calvario, fueron proyectadas por el ingeniero Juan Hurtado Manrique.

La capilla de Lourdes ostenta una cubierta a dos aguas construida con armaduras de madera en tijera, de la cual pende un falso techo en forma de bóveda de arista ensamblada con listones de madera. Las cubiertas de esta iglesia fueron afectadas por la caída de una bomba en los sucesos del alzamiento militar de 1992, el cual desbastó una de las vertientes, a partir de la cual fueron reconstruidas entre los años 1996 y 2003. El revestimiento de las cubiertas lo constituye un aparejo de tejas planas de arcilla tipo marsellesa, que debido al faltante parcial fueron restituidos por piezas similares de factura nacional. Al igual que ocurre en la Santa Capilla, debido a las dificultades para acceder a los techos para un debido mantenimiento, a pesar de que en este caso la aguda pendiente de las vertientes colabora en el drenaje de las aguas de lluvia, con el tiempo se acumulan sedimentos y desechos sólidos en los canales perimetrales al parapeto que remata las fachadas y en los intersticios entre los pináculos y la torre, obstruyéndose el normal vaciado de las cubiertas (Figura 1.b).

En el caso del Santuario Nacional Expiatorio de las Siervas del Santísimo Sacramento presenta una panorámica homóloga a los casos anteriores, agravado por la complejidad morfológica y técnica de sus techos. Éstos combinan cubiertas horizontales sobre las naves laterales, con sectores abovedados en la nave central, ábside y capillas laterales (Figura 1.c). Dicha configuración fue producto de la dirección de su fábrica por varios profesionales entre 1909 y 1946. Fue iniciado en 1910 según proyecto de los arquitectos Pedro José Castillo y su hermano Luis Beltrán, el mismo profesional de la ampliación de la Santa Capilla, quienes al fallecer en 1915 y 1923, respectivamente serían sucedidos por Alejandro Chataing entre 1923 y 1928, Manuel Mujica Millán entre 1929 y 1939, Antonio Serrato entre 1940 y 1942 y finalmente Erasmo Calvani entre 1942 y 1948 (Pérez Gallego, 2013).

Como consecuencia, la iglesia además de su intrincada morfología volumétrica, ostenta una técnica mixta formada por losas de concreto sobre forros de láminas de metal desplegado tipo *self centering* en los planos horizontales y bóvedas de panelas de arcilla amalgamadas y revestidas hacia la superficie exterior con mortero de cemento impermeabilizado con lámina de fibra de vidrio y asfalto líquido. El problema subyace en los cambios de pendiente y en los encuentros entre unas cubiertas y otras, en los cuales se producen

retracciones por las variaciones térmicas, con el consecuente agrietamiento de los recursos impermeables, agravado por la obstrucción de las bocas de bajantes ante la acumulación de hojas, papel, excrementos de aves e insectos, entre otros ante la ausencia de un mantenimiento sistemático, aupado por las dificultades de accesibilidad a los altos del Santuario.

Respecto al Santuario del Sagrado Corazón de Jesús, (1916-1923), ubicado en la parroquia eclesiástica del Sagrado Corazón de Jesús, fue realizado según proyecto y dirección de obras del arquitecto Luis Muñoz Tébar continuadas por Alejandro Chataing (Nweihed, 2002:1-77) En este caso las cubiertas también responden a una solución híbrida; techo a dos aguas con estructura de seis armaduras de madera en tijera en la nave principal, sobre las cuales se apoya un entramado de correas (10 x 15 cm), pares (5,5 x 7 cm) y subcorreas (2,5 x 4 cm), que sirven de apoyo a un revestimiento exterior de tejas planas de formato cuadrado de cemento tipo panal de abejas sin soporte entablado (Nweihed, 2002, ficha 31) y losas horizontales de concreto armado vaciado sobre láminas de metal desplegado dispuesto sobre perfiles metálicos en las naves laterales. (Ibídem, ficha 30). En los estudios realizados en 2002 presentaba “serias lesiones causadas por la humedad de filtración, lo cual ha contribuido a la aparición de xilófagos y hongos” (Ibídem, 225). En cuanto a las naves laterales, de forma similar a lo descrito para la Santa Capilla y la iglesia de Las Siervas, suelen manifestarse filtraciones localizadas en los puntos donde la impermeabilización ha colapsado (Figura 1.d).

En el último caso, la iglesia de la Inmaculada Concepción (1922-1938) en Palo Grande, promovida por la congregación francesa Hijos de María Inmaculada fue proyectada por el clérigo Augusto Pavegeau, perteneciente a la orden, a partir del estudio del "*Dictionnaire Raisonné de L' Architecture Francaise du XIe. Au XVIe. Siécle*", de Eugene Viollet-le-Duc (De García, Socorro, 1983:89). El sacerdote, estudioso y profesor de artes de la congregación elaboró los bocetos preliminares de arquitectura, desarrollados hasta nivel de detalles para su construcción por el arquitecto ingeniero Alejandro Chataing, “*el cual se encargará, stricto sensu, de realizar el proyecto de la capilla*”, ocupándose de la dirección de las obras desde la colocación de la primera piedra el 28 de octubre de 1923 “ofrecida por el propio arquitecto Chataing” hasta su defunción en 1928. (Gondelles, 1994:5).

La cubierta en este caso responde a vertientes inclinadas, a dos aguas en la nave central y alas del crucero; a un agua en las naves laterales y capillas laterales del presbiterio. Constructivamente está formada por un tendido de tejas asfálticas colocadas sobre forro de planchas de asbesto-cemento, apoyadas en un sistema de armaduras de madera en tijera, similar al de la iglesia del Sagrado Corazón de Jesús, que descansa sobre la estructura portante de muros y columnas. Vinculadas con las armaduras, pendiendo de ellas se fijan falsas bóvedas de madera y escayola, que recrean la ambientación espacial gótica (Figura 1.e). En cuanto a los deterioros, también manifiesta humedades descendentes localizadas, visibles en forma de manchas en las bóvedas de yesería. (Gondelles, 1994).



Figuras 1.a, 1.b, 1.c, 1.d y 1.e: Problemas conservativos en techos.

2. PROBLEMAS CONSERVATIVOS DE MUROS Y COLUMNAS

En relación a la estructura portante las soluciones adoptadas son similares. Con excepción de la Santa Capilla que debido a su antigüedad presenta muros portantes de tapia, reforzados con mampuestos de piedra y ladrillo en las naves laterales, en el resto de los casos está formada por sistemas mixtos de mampostería de ladrillo. Reforzada mediante pilares de ladrillo en la capilla de El Calvario y columnas de concreto armado en los demás casos (Pérez Gallego, 2015), a diferencia de la arquitectura gótica y neogótica en otros contextos, en nuestro país la mampostería es revestida con diversos tipos de mortero para emular a los aparejos de sillería tanto en lo cromático, como en su textura: morteros de paños almohadillados de arena y polvo de mármol, estuco catalán, estuco veneciano, entre otros.

Los deterioros presentes en la estructura portante, incluyendo sus acabados están representados reiteradamente y en orden de gravedad, por desprendimientos de la capa pictórica y el lavado diferencial de la misma, desprendimiento del friso, desprendimiento de partes y en menor grado hasta de los componentes ornamentales de cornisas, molduras, pináculos y crestas, combinados con otras manifestaciones localizadas tales como erosión, eflorescencias, decohesión, exfoliación, pulverización y desgaste, mezcladas con agrietamientos que van desde simples craqueladuras superficiales hasta fisuras y roturas de mayor profundidad.

Todas estas degradaciones son fomentadas por la presencia de humedad en sus cuatro modalidades: por capilaridad, lluvia, infiltración y condensación. No obstante, la de mayor incidencia es la generada por las aguas pluviales y la infiltración derivada de ellas. A esto se suman de manera localizada la presencia de biodeterioro, tanto de origen zoomórfico como fitomórfico e invasión vegetal de especies medianas, en los intersticios de gabletes, cornisas, crestas, pináculos y demás componentes ornamentales (Figuras 2.a, 2.b, 2.c y 2.d).

Podemos agregar a la vez a este espectro de alteraciones, las generadas sucesivamente en los zócalos y basamentos de las iglesias hasta alturas promedio de unos dos metros, por la presencia de grafitis y reintegraciones de mastiques y pinturas superpuestos a través del tiempo para encubrirlas. Estas reparaciones en muchos casos se efectúan con materiales de naturaleza incompatible con los soportes, generando a la larga, nuevos desprendimientos, exfoliaciones y agrietamiento de los revestimientos (Figura 2.e).



Figuras 2.a, 2.b, 2.c, 2.d, 2.e: Problemas conservativos en muros y columnas

Dentro de este escenario, un problema potencial que subyace en los cinco casos es el riesgo estructural latente en las torres campanarios, pero en particular en las de las iglesias Santa Capilla, Santuario Nacional Expiatorio e Inmaculada Concepción, debido a que las tres se vieron afectadas de manera notable en el terremoto de 1967. En la primera, la aguja central “cedió ante la fuerza del temblor” fragmentándose hasta caer a las puertas del templo dispersos restos del material” (El Universal, 1967, 30 de Julio:1), obligando a su reconstrucción, a la par de los techos de las naves. La segunda sobrellevó fisuras, visibles hasta la actualidad en la base de la torre y en los arbotantes del ábside. La tercera “sufrió múltiples daños; entre ellos el más significativo fue el agrietamiento de una de las torres”, que condujo al igual que en la Santa Capilla a su reconstrucción (Escobar, K., Montero, M. y Pino, G. 2013:30). Aunque se aprecian estables, existe un riesgo latente de que estos volúmenes eminentes puedan colapsar ante un nuevo episodio telúrico, como recurrentemente ha sucedido en la torre de Santa Capilla en los sismos de 1900 y 1967 y en su precedente, San Mauricio en 1812.

3. PROBLEMAS CONSERVATIVOS DE PISOS Y PAVIMENTOS

En cuanto al concepto de los pisos y sus revestimientos, en la actualidad el conjunto de iglesias neogóticas presenta mayoritariamente acabados de losas de mármol en las áreas principales de la liturgia, combinados en algunos ambientes con mosaicos de cemento hidráulicos coloreados, que era el material habitual que originalmente lucieron sus espacios. Estos pisos marmóreos datan de reformas posteriores a las fábricas originales, consumadas para realzar la imagen interior a través de la inserción de acabados nobles y altares, generalmente producto de donaciones y colectas públicas.

En la Santa Capilla, los pisos originales de mosaicos hidráulicos de diferentes diseños, debido a su construcción por etapas, fue sustituido y homologado en 1958 por lajas rectangulares de mármol gris claro de 20 x 40 cm. dispuestas en pares alternos en las dos direcciones, intercalando a ritmos regulares cada tres cuadros, un par de losas de travertino. Los trabajos fueron realizados por la empresa “La Nueva Industria” de Francisco Pigna y Sucesores, quienes ya habían elaborado el altar mayor en 1926 (Pérez Gallego, 2011:1-326). Jerarquizando el pasillo que conduce al altar mayor presenta una banda conformada por rastras cuadradas de mármol vino tinto rotadas en 45° en dos formatos intercalados, delimitada de cada lado por listeles de mármol gris oscuro” (Ídem.). Del conjunto guzmancista primigenio solo se conserva el piso de mosaicos de la capilla de San Antonio, en la esquina noreste orientada hacia la avenida Urdaneta.

En términos generales estos suelos presentan un aceptable estado de conservación aun cuando exhiben de manera localizada deterioros menores, tales como agrietamientos,

fisuras, fracturas y roturas con desprendimiento de partes, la mayoría generadas por impactos y sobrecargas puntuales (Figura 3.a). En estos pavimentos se evidencia por el conjunto de patologías, la huella del tráfico y uso a que han estado sometidos, entre otros por las labores de mudanza de imágenes y demás bienes muebles. Adicional a estas alteraciones, que son las de mayor gravedad, se presenta desgaste por erosión mecánica bajo el giro de las hojas de las puertas batientes de acceso a los nártex de las tres naves, así como en las compuertas de las balaustradas de los comulgatorios, debido a su desnivelación.

En la capilla de Lourdes, el piso aglutina losas de mármol gris claro de 20 x 40 cm. con inserciones de travertino, añadidas en la intervención restaurativa efectuada entre 1981 y 1982. (Paolini Arquitectos, 2016). Hasta antes de la última intervención cuyas obras fueron supervisadas por el arquitecto Ramón Paolini entre 2008-2009 (Ídem.), el pavimento presentaba desgaste y la acumulación de una densa capa de depósito superficial de polvo, grasa y excrementos de aves e insectos debido al abandono al que había quedado sometida la capilla, desprovista de sus cerramientos y al acecho de acciones vandálicas (Figura 3.b).

Respecto a la iglesia de las Siervas del Santísimo ostenta un valioso piso de paños de losas de mármol blanco y rojo vino tinto, enmarcadas por “alfombras” de mármol de motivos geométricos en blanco, gris, ocre y vino tinto, en la caminería central y el presbiterio, cuya data se remonta a la construcción original que se extendió hasta 1946. Se presume que su elaboración, al igual que en la Santa Capilla también fue realizada por la empresa “La Nueva Industria” de Francisco Pigna y Sucesores. El piso de la iglesia de las Siervas manifiesta hasta el presente un óptimo estado de conservación exponiendo apenas deterioros menores por depósito superficial y acumulación de película debido al empleo de ceras, entre otros productos de limpieza en los bordes circundantes de los espacios y a restos de orina en las áreas de acceso, debido a la mendicidad del sector (Figura 3.c).

Por otro lado, la iglesia del Sagrado Corazón de Jesús presenta entre sus tres naves y el presbiterio un “acabado de piso elaborado con piezas de mármol de colores rojo almagre, negro, amarillo ocre blanco y negro veteado, combinadas formando composiciones geométricas que difieren en diversas zonas de la edificación” (Nweihed, 2002, 2-ficha 1), en el cual predominan piezas de formato 20 cm. x 20 cm. x 2 cm. En el sotocoro, reconstruido en 1963 se emplearon baldosas de 40 x 40 cm. de color gris claro y negro con vetas blancas dispuestas en forma de tablero de ajedrez, trabajo realizado por la firma Zabner & Gorecki C.A. (Íbidem., ficha 2). Estos pisos manifiestan alteraciones similares a los de los casos anteriores encarnados en el depósito superficial de polvo, grasas y ceras en los puntos de difícil acceso, aunados a procesos de desgaste de material por erosión mecánica y química generada por el tránsito de los usuarios y procedimientos inadecuados de limpieza respectivamente, llegando en ciertos puntos a degenerar en *pitting* (Figura 3.d).

Situación análoga respecto a las degradaciones presenta la iglesia de la Inmaculada Concepción en Palo Grande, a pesar de que los recursos materiales de los acabados son disímiles. En este caso la solución material exhibe un piso de paños de granito artificial vaciado in situ y pulido, negro en módulos de 1 m. x 1 m. con flejes de plástico en la nave

central, presbiterio y capillas laterales del presbiterio, además de paños de igual formato en blanco y negro, dispuestos en forma de damero ajedrezado en las naves laterales. Como gesto especial se diferencian las gradas del comulgatorio, en las cuales se combinan losas de travertino en las huellas y lajas de mármol verde en las contrahuellas. En este caso también se exteriorizan manchas por decoloración en los paños de granito negro, roturas y agrietamientos localizados; no obstante, el problema de mayores extensiones lo constituye la acumulación de película producto de la amalgama de polvo y detritus, con trazas de detergentes y ceras a través del tiempo en las orillas y bases de las columnas (Figura 3.e).



Figuras 3.a, 3.b, 3.c, 3.d, 3.e: Problemas conservativos en pavimentos.

4. PROBLEMAS CONSERVATIVOS DE LOS CERRAMIENTOS

En cuanto a la sección de los cerramientos de este conjunto de edificaciones, nos encontramos con una diversidad derivada de su naturaleza material. Podemos desglosarlos para su caracterización en cerramientos de carpintería, de herrería y de vidriería.

En relación a los cerramientos de madera están representados por los portones de acceso principales y secundarios a las respectivas iglesias, que en algunos casos superan el carácter de simple cerramiento constituyéndose en obras de arte. Son los casos de los portones de la Santa Capilla (Figura 4.a) y de la iglesia Sagrado Corazón de Jesús (Figura 4.d), cuyas puertas ostentan relieves tallados de figuras y escenas litúrgicas. En lo grueso de este contingente de elementos domina la técnica de las hojas empaneladas dobles y cuádruples de maderas duras como el cedro, la caoba y el nogal, en listones a la española o en paños rectangulares. Además del componente líneo suelen estar acompañados de herrajes tales como pivotes, goznes, pasadores y bisagras, que revelan su antigua data, irremplazables en la actualidad (Figura 4.c).

Entre los deterioros recurrentes se encuentra la presencia generalizada de película y depósito superficial de polvo y productos carbonatados de la alta contaminación del sector de la ciudad donde se localizan, el envejecimiento de la madera por foto-degradación así como de la capa pictórica (esmaltes y barnices), cuando la cutícula de madera está revestida (Figura 4.b), lo cual ha producido en algunos casos fisuras y agrietamientos de los empanelados. Adicional a estas alteraciones se presentan de manera localizada desprendimientos de partes y faltantes a nivel de los zócalos, molduras yuxtapuestas y relieves decorativos, producto de impactos accidentales y vandálicos. A esto se suma en algunos casos la presencia de biodeterioro de origen zoomórfico por deposición de excrementos de origen animal (aves, insectos, mamíferos, etc.) y humano, además de contaminación por xilófagos.

Respecto a los componentes de herrería, están constituidos en su gran mayoría por paños de rejas dispuestas en los vanos de puertas y ventanas para el control de las áreas exteriores, a partir del empleo de barras metálicas de sección cuadrada y cilíndrica, pletinas, tubulares y mallas metálicas. En su generalidad no son originales; se han ido agregando en el tiempo para el refuerzo de la seguridad, respondiendo con mayor o menor calidad de diseño y sensibilidad al reto de dialogar con la preexistencia (Figura 4.e). Pese a esta condición de añadido, que en sí mismo representa una alteración por la afectación a la imagen primigenia de los edificios, manifiestan de forma generalizada depósito superficial de polvo y detritus y de manera localizada corrosión química seca, corrosión electroquímica o por pila galvánica, acompañadas en menor grado de dobladuras y piezas faltantes, producto del desprendimiento y/o envejecimiento de la capa pictórica de las rejas y de la acción del vandalismo en los sectores donde se implantan, respectivamente.



Figuras 4.a, 4.b, 4.c, 4.d, 4.e: Problemas conservativos en cerramientos.

Cabe resaltar que en todos los casos con excepción de la capilla de Lourdes en El Calvario, este tipo de soluciones se presenta tanto en la protección de los vanos de puerta, como en los de ventana para el resguardo de los vitrales que conforman el cerramiento original. En muchos casos estos cerramientos los constituyen paneles tipo bastidor con marcos de ángulos metálicos y hojas de malla metálica, por lo que en sí mismos no representan mayores valores para la edificación que los de orden funcional y económico (Figura 4.e). En algunos casos su concepción meramente funcional entra en franca competencia con los cerramientos de los vitrales que protegen, afectando ampliamente la condición estética de las fachadas. De cualquier forma, es una situación que debe ser evaluada pormenorizadamente en cada caso, ya que no todos son improvisados y responden a soluciones de diseño deliberadas, en las que además de la necesidad funcional también se ha considerado el factor estético.

En cuanto a los cerramientos mediante vidrieras constituyen uno de los componentes más representativos de este tipo de arquitectura, por sus analogías medievales, consecuencia de la cultura imperante del Romanticismo. Al igual que ocurre con las puertas talladas, poseen una carga artística y simbólica trascendental para la ambientación y espacialidad neogótica, más allá de su función de cerramiento. La mayoría de los vitrales están elaborados con vidrio artesanal soplado de colores y juntas de plomo, bajo la técnica de la grisalla, con excepción de los cerramientos de la capilla de Lourdes en El Calvario que presenta cerramientos empanelados de madera y vidrio escarchado, de factura industrial de reciente data, que sustituyeron a los originales de romanillas de madera (Zawisza, 1988:3-227). Los

demás son de factura artesanal y procedencia extranjera, elaborados en los talleres de artistas vitralistas de mayor renombre entre finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX.

Los de la primera etapa de la Santa Capilla (1883) correspondiente a la nave norte, son adquiridos en Francia por el MOP a través de la firma M.A. Matos y Ca. (Pérez Gallego, 2011), procedentes presuntamente de los talleres *Gsell-Laurent et cie.* con sede en París, propiedad del artista suizo-francés Johann Gaspar Julius Gsell (Gobierno francés-Ministerio de la Cultura, 2008). Los de la ampliación de la nave central los encarga directamente la Iglesia al taller de *Franz Xavier Zettler* de Munich (Pérez Gallego, 2011). Los de la iglesia de las Siervas del Santísimo Sacramento los elabora también en Munich, (Elite, 1948, 7 de agosto) la firma competidora y luego socia de FX Zettler, *Mayer and Co.* (Elite, 1935, 14 de septiembre). La *Sociedad Maumejean Hermanos de Vidriería Artística S.A.*, (Nweihed, 2012) con sedes en París y San Sebastián confeccionan los de la iglesia del Sagrado Corazón de Jesús y los de la iglesia de la Inmaculada proceden de Toulouse, Francia (Gondelles, 1994) muy probablemente del atelier de *Louis-Victor Gesta*, el más reconocido de esa localidad, con excepción de los de la tribuna y la fachada que fueron de factura nacional.

A pesar de que en términos generales presentan un aceptable estado de conservación, todos manifiestan deterioros en los marcos de metal y de madera tallada en los que se empotran a los vanos de ventana. A nivel de los paños de vidrio presentan problemas generalizados de película y depósito superficial de polvo, telas de araña y detritus, acompañados de roturas localizadas de piezas, faltantes y aisladamente algunos, también deformaciones.

5. CAUSAS DE LOS DETERIOROS

La singular naturaleza constructiva de las iglesias neogóticas caraqueñas, fiel exponente de la transición de las técnicas tradicionales a los procesos industriales, reúne una panorámica análoga en cuanto a su estatus conservativo. Independientemente de las características particulares que cada edificación ostenta, los rasgos morfológicos, ornamentales y materiales comunes inciden en que las degradaciones manifiestas a través del tiempo sigan patrones similares de manera recurrente. Los trabajos de conservación y restauración que en un momento dado se emprenden, logran solventar las alteraciones presentes en un tiempo determinado; no obstante, la falta de atención sostenida sobre las causas que generan los problemas y de adecuado mantenimiento preventivo incide en la reaparición del grueso de los deterioros y cambios.

Las degradaciones registradas son causadas en su mayoría por procesos de orden físico-ambiental. A esto se suma el colapso de ciertos materiales por el envejecimiento natural o agotamiento de su vida útil, lo que aunado a debilidades en el mantenimiento sistemático a través del tiempo, forjan la panorámica de los deterioros actuales. Vinculado a ello podemos considerar también el factor humano, el cual ha incidido en todos los casos o bien por actos vandálicos, o bien como gestor de reformas, ampliaciones y soluciones paliativas por procedimientos inmediatistas para atender problemas utilitarios, pero sin detenerse a considerar la idea del conjunto y la imagen de las edificaciones.

Podemos esbozar las siguientes causales de deterioro:

a.- Causas físicas: La presencia de diferentes fuentes de humedad, por lluvia, infiltración y capilaridad procedentes de las carencias en la evacuación de las aguas de lluvia y el deterioro de las redes de servicios de los edificios propician la mayor parte de las alteraciones en techos, muros, paredes y pisos y en sus respectivos revestimientos. Son diferentes focos de humedad, unos por el vencimiento de la impermeabilización en los techos, otros por rotura y obstrucción de canales y bajantes de los conjuntos edificados.

b.- Causas mecánicas: El conjunto de iglesias también reúne alteraciones por agrietamientos, aparentemente estables; algunos obedecen a la acción del terremoto de 1967, que de acuerdo a los datos recabados afectó con mayor o menor ímpetu a la muestra de casos estudiados. Los problemas de asentamientos menores en los terrenos, la proximidad a las obras del Metro de Caracas, las retracciones y dilataciones por oscilaciones térmicas y juntas de dilatación no resueltas entre las iglesias y las dependencias de residencias y servicios a los que se vinculan, han contribuido de manera puntual en unos u otros casos, a potenciar los problemas de agrietamientos localizados en las estructuras revisadas. Esto tiene su origen igualmente en procesos de humectación del terreno por la infiltración de aguas potables, servidas y de lluvia a través del mismo.

c.- Causas Químicas: Estas se concentran en procesos de oxidación química y electroquímica de los materiales metálicos de las estructuras (envigados, correas), así como de los cerramientos de reja de puertas y ventanas, además de los bastidores de malla para la protección de vitrales. Al haber quedado expuestos en todos estos casos a las diversas fuentes de humedad, incluida la condensación, se han desencadenado signos de corrosión. Estos problemas son controlables, si se logran corregir las causas de las fuentes de humedad, siendo de mayor gravedad el que afecta a las armaduras de los techos, ya que los cerramientos metálicos constituyen en su mayoría agregados de factura reciente.

d.- Causas Biológicas: Tanto de origen fitomórfica como zoomórfica. Las primeras por la presencia de formaciones vegetales de herbáceas y parásitas, presentes reiteradamente en todas las edificaciones, en unas con mayor intensidad que en otras, dependiendo de los niveles de mantenimiento e incidencia de los focos de humedad a que han estado sometidas. Son evidentes principalmente en las crestas y parapetos de los muros perimetrales de las fachadas, así como en las superficies de techos y muros en contacto con canales y bajantes de drenaje. Las segundas por la acción de los insectos y aves, al afectar por acción mecánica y química el maderamen de las estructuras de techo y los cerramientos, además de los elementos decorativos de cornisas, molduras y pináculos, al posarse, deambular o depositar sus excretas sobre estos componentes.

e.- Causas humanas: Estas tienen un peso cuantitativamente significativo. Sobre todo porque debería ser el factor más fácil de controlar. Estos deterioros se manifiestan, tanto por los actos vandálicos esporádicos, como en las intervenciones de diversa naturaleza material, generalmente destinados a incorporar nuevos ambientes para albergar servicios

complementarios, -sacristías, depósitos, lavaderos por ejemplo-, aunado a la diseminación progresiva de instalaciones de diferente tipología las cuales van contaminando de numerosos agregados los ámbitos significativos de las edificaciones, distorsionando su imagen y espacialidad.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión podemos argumentar que este conjunto de edificaciones es muestra del proceso de transición de la construcción entre finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, pero son a su vez testimonios de la nobleza edilicia y buena praxis de la disciplina, en la preocupación por la resolución de detalles y el uso armónico y concertado entre materiales sencillos, disponibles en el país y aquellos de procedencia extranjera.

Su restauración implica procesos complejos altamente onerosos. Estos podrían minimizarse en el tiempo si recurrimos a su conservación preventiva a partir del conocimiento consciente de los problemas que reiterativamente manifiestan, producto de sus rasgos tipológicos, espaciales, morfológicos, ornamentales y constructivos, los cuales imprimen en parte las dificultades para su conservación, pero que también son a la larga los que definen la terna de sus valores históricos, arquitectónicos y simbólicos, que hace de este conjunto edilicio una importante muestra del patrimonio cultural construido del historicismo caraqueño.

REFERENCIAS

Broto, C. (2005). *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Barcelona, España: Links Internacional (Leadinginternationalkeyservices).

Carbonara, G. (1985). *Restauro dei monumenti. Guida agli elaborati grafici*. Roma: Università degli studi di Roma La Sapienza, Scuola di Specializzazione per lo studio ed il restauro dei monumento, 1985, pp. 116.

Congregación de Santísimo Redentor. Viceprovincia de Caracas. (2015). "Santuario Ntra. Sra. de Coromoto' de Caracas (El Paraíso)". *Misioneros Redentoristas de Venezuela*. Caracas: autor. Extraído el 15 de marzo de 2016 de http://www.redentoristasdevenezuela.org.ve/nuestras_casas.asp?OPC=SC

De García, S. (1983). *La Parroquia de San Juan Bautista y las Damas de la Inmaculada*. Caracas: Sociedad Damas de la Inmaculada de la Parroquia San Juan Bautista.

Dunn, C. y Melero, N. (1995). *La Documentación arquitectónica: un método para la elaboración de la documentación preliminar de los proyectos de restauración arquitectónica*. Cuenca, Ecuador: HABITierra, pp. 109.

El Universal. (1967, 30 de julio). "El Sismo de anoche. La aguja de Santa Capilla.". *El Universal*, Caracas, p. 1.

Escobar, K., Montero, M. y Pino, G. (2013). *Referentes de la Arquitectura Eclesiástica de los siglos XIX y XX en la Iglesia Nuestra Señora de Lourdes*. Caracas: FAU, UCV.

Gobierno francés. Ministerio de la Cultura. (2008). “Verrières réalisées par l'atelier Gaspard Gsell”. *Inventaire général du patrimoine culturel*. Orléans: Conseil régional du Centre - Service chargé de l'inventaire. Extraído el 15 de marzo de 2016 de http://www.culture.gouv.fr/public/mistral/palsri_fr?ACTION=CHERCHER&FIELD_1=REF&VALUE_1=IM18001363

Gondelles, A. C. (1994). *Iglesia Nuestra Señora de Lourdes. Memoria descriptiva*. Caracas: Alcaldía de Caracas.

Nweihed, S. (2002). *Iglesia del Sagrado Corazón de Jesús: Estudio y Proyecto de Restauración*. (Trabajo final de Maestría). Caracas: FAU, UCV, 2 vol.

Paolini Arquitectos. (2012). *Portafolio*. Caracas: autor. Extraído el 15 de marzo de 2016 de <http://www.paoliniarquitectos.com/>

Pérez Gallego, F. (2011). *Santuario Eucarístico Santa Capilla: Estudio y proyecto para su restauración y puesta en valor*. (Trabajo final de Maestría). Caracas: FAU, UCV, v.1.

Pérez Gallego, F. (2013). “Iglesia de las Siervas del Santísimo: un santuario neogótico en la Caracas gomecista”. En Banko, Catalina y María Alejandra Eggers (Compiladoras). *Las Ciencias Sociales: Perspectivas Actuales y Nuevos Paradigmas*. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales “Dr. Rodolfo Quintero”, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Central de Venezuela, pp. 97-130.

Pérez Gallego, F. (2015). “Técnicas constructivas en la arquitectura neogótica religiosa caraqueña”. *Memorias XXXIII Jornadas de Investigación IDEC*. Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV, Julio de 2015.

Zawisza, L. (1988). *Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela Siglo XIX. T. 3*. Caracas: Ediciones de la Presidencia de la República, 1988, T. 3.

AGUA RESIDUAL TRATADA EN MEZCLAS DE CONCRETO
Variabilidad de la calidad del efluente de una planta en la resistencia a compresión.

Ing. Hector Rodrigues¹, Ing. Henry Blanco², Ing. Cesar Peñuela³.

¹Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *hector_rdf@hotmail.com*

²Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *henryalbertob@gmail.com*

³ Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *cesarpenuela@gmail.com*

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar la resistencia a compresión en mezclas de concreto elaboradas con el efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales (PTARM). Investigaciones realizadas en varios países han demostrado que al usar agua residual en mezclas de concreto no se alteran sus propiedades básicas. La mayoría de estas investigaciones han tomado una muestra del efluente de una planta de tratamiento en condiciones óptimas de operación. En este trabajo se analizó las variaciones de la calidad del agua efluente de una PTARM, influyen en la resistencia a compresión del concreto cuando se usa como agua de mezclado. Para lograr el objetivo, se prepararon y ensayaron mezclas de concreto utilizando agua potable y distintas calidades de agua residual provenientes del efluente de una PTARM. La calidad del efluente utilizado como agua de mezclado cumplió con los límites establecidos en el Decreto 883 para las descargas a cuerpos de agua. Asimismo, con lo especificado en COVENIN 2385:2000 y FONDONORMA 2385, en términos de los requisitos químicos del agua de mezclado. La resistencia a compresión del concreto elaborado con esta agua residual tratada también cumplió los requisitos establecidos en esta normativa. Se concluye que el efluente de una PTARM puede ser utilizado como agua de mezclado sin alterar la resistencia a compresión del concreto, siempre y cuando el mismo cumpla con los requerimientos de descarga establecidos en el Decreto 883.

Palabras clave: reúso agua residual tratada, agua de mezclado, concreto, resistencia a compresión.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el ser humano ha buscado satisfacer sus necesidades de la construcción apoyándose en el uso de materiales provenientes de la naturaleza; construyó cuevas, chozas y palafitos con distintos materiales a lo largo de su evolución, pero es el concreto el elemento predominante en la construcción moderna.

Al referirse al concreto, debe mencionarse el agua como material imprescindible en su elaboración, para permitir la hidratación del cemento, lubricación del concreto y proporcionar fluidez; y con ello el uso de agua potable para este propósito.

Ante la problemática del agua a nivel mundial, a través de su escasez generalizada y su creciente contaminación, investigadores e instituciones se han visto en la necesidad de evaluar el uso de agua natural, residual o reciclada, como alternativa al agua potable en la producción del concreto. Las mezclas de concreto elaboradas con agua residual tratada constituyen objeto de estudio de reciente data.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, pueden ser consideradas como una fábrica de producción de agua residual tratada. La calidad (características físicas, químicas y bacteriológicas) del producto o efluente, si bien debe cumplir con los requisitos de calidad según su uso posterior, no necesariamente se mantiene invariable, debido a distintas causas o problemas habituales. Las variaciones en el sistema colector y de funcionamiento en la planta de tratamiento, conllevan a situaciones que pueden afectar el rendimiento del proceso y ocasionan cambios en las características del efluente. Aun cumpliendo con la normativa establecida, se tendrá un efluente de calidad variable. En Venezuela, la norma para la descarga de estas aguas residuales está contemplada en el Decreto 883: Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos.

En Venezuela, específicamente en la Universidad Central de Venezuela, Héctor Yepes en su trabajo: “*Comportamiento de mezclas de concreto elaboradas con agua residual tratada*” (2013) y Henry Hernández junto a Mónica Quinteros en su trabajo “*Resistencia a compresión del concreto elaborado con agua residual tratada para diferentes relaciones agua/cemento*” (2015), obtuvieron evidencias a favor del uso de agua residual doméstica tratada para la elaboración del concreto sin afectar su resistencia a compresión, cumpliendo con los requisitos físicos y químicos establecidos en la norma COVENIN 2385-2000 “*CONCRETO Y MORTERO. AGUA DE MEZCLADO. REQUISITOS*”.

Ante lo expuesto anteriormente, en este trabajo se decide verificar si se mantiene esa posibilidad de utilizar agua residual tratada para preparar concreto, a pesar de las variaciones de la calidad del agua efluente que podrían ocurrir en una PTARM, manteniéndose ese cumplimiento con la normativa nacional e internacional, en términos de una de las propiedades más relevantes como lo es la resistencia a compresión.

1. BASES TEÓRICAS

1.1 Reúso del agua residual

La reutilización del agua a través del ciclo hidrológico es un fenómeno que se produce en el planeta desde que los seres vivos existen sobre él. Junto a esta forma de reutilización del agua, denominada incidental o fortuita, ha surgido durante las últimas décadas un enorme interés por la reutilización planificada del agua; entendida como la utilización para un nuevo empleo de las aguas procedentes de un uso previo, sin mediar para ello el vertido en

un cauce natural. De este modo, un agua empleada es sometida a un tratamiento que le permita alcanzar cierta calidad antes de ser enviada a otra zona para ser aprovechada de nuevo en un uso adicional. (Kestler, 2004)

La United States Environmental Protection Agency (EPA) “*Guidelines for Water Reuse*” (2012) señala en su categoría de usos urbanos que se puede utilizar el agua reciclada (reclaimed water) para la industria de la construcción en actividades como la compactación de suelos, control de polvo y fabricación de hormigón o concreto.

En la industria de la construcción, el agua se utiliza fundamentalmente para la mezcla de concreto, lavado de agregado, curado del concreto y para el lavado de maquinarias, equipos y camiones. Tradicionalmente se usa agua del abastecimiento público en estas actividades, con una calidad potable, que no necesariamente es la que se requiere para estos usos.

Según la disposición de IS10262-2009 (Guidelines for concrete mix design proportioning) se requiere 186 litros de agua para 1m³ de concreto. La construcción de 100000 ft² (9291 m²) de una estructura de varios pisos puede requerir cerca de 10 millones de litros de agua para la producción, curado y actividades realizadas en el sitio.

Es por ello que, sin duda alguna, en los próximos años, la supervivencia de la especie humana en la tierra se verá muy influenciada por el uso racional de los recursos naturales, lo que demandará en la industria de la construcción un cambio de mentalidad y estrategias, especialmente en el uso del agua. (Vidaud, Castaño, & Vidaud, 2013)

No solo estudios han demostrado la factibilidad del uso de agua residual tratada para la elaboración de concreto, sino además en normas de vertidos y reúsos de agua también se considera.

1.2 Planta de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales se realiza a través de procesos físicos, químicos y biológicos con la finalidad de eliminar contaminantes inorgánicos, orgánicos y biológicos procedentes de diferentes procesos industriales o de comunidades. El agua tratada debe cumplir con una calidad, establecida en Leyes y Decretos, para poder ser descargada a cuerpos de aguas, o ser reutilizada para diferentes labores. (Caspian Ingeniería, 2014)

Las aguas residuales contienen sólidos disueltos y suspendidos, y aunque es relativamente baja su concentración en las aguas residuales domésticas, es la causante de una diversidad de problemas en los sitios de descarga y por ello deben ser removidos con tratamiento y disposición adecuada. (Ocampo & Pérez, 2013)

En el tratamiento del agua residual se presentan distintas etapas que cumplen diversos objetivos. Se encuentra el tratamiento preliminar que tiene como finalidad la remoción de materiales sólidos de tamaño apreciable y arenas. El tratamiento primario que busca la remoción de material suspendido, particularmente el sedimentable, y el secundario para

remover materia orgánica biodegradable. Se puede tener o no un tratamiento terciario para mejorar el efluente del tratamiento secundario. Adicionalmente se encuentra la desinfección para la eliminación de microorganismos patógenos y el tratamiento de lodos para producir un material apto para su disposición final. (Ramalho, 1996). La intensidad que condiciona las unidades de tratamiento no solo está asociada a la calidad del agua cruda, sino también al uso final que se destine al agua tratada, incluyendo su descarga al ambiente.

1.3 Normativas internacionales para uso del agua residual tratada en la elaboración del concreto

En distintos países del mundo el reuso del agua residual tratada está estipulada en normativas. Muchos países han desarrollado estas normas estudiando la posibilidad de usar este tipo de efluente en la industria del concreto, buscando su factibilidad al cumplir una serie de parámetros establecidos dentro de estas normas.

La mayoría de las normas consultadas en esta investigación toman como referencia la “Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete” (ASTM-1602-12) y la Norma Europea “Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete” (EN 1008:2002).

En cuanto a la clasificación del tipo de agua que se puede utilizar en las mezclas de concreto, cada país tiene su forma de particularizar cada efluente y permitir su uso o descartarlo. Muchos países definen en forma muy general el tipo de agua de mezclado y no particularizan el caso de las aguas residuales tratadas. En Venezuela, sin embargo, su FONDONORMA 2385 “*Concreto y mortero. Agua de mezcla*”, establece el Agua de Reciclaje como agua de mezcla permitida para ser utilizada en mezclas de concreto, siempre y cuando cumpla con los parámetros establecidos dentro de la norma. La define como “agua que ha sido recuperada en cualquier punto del proceso de producción, e incluye el agua proveniente de la escorrentía de lluvia”. Es importante destacar que se decide tomar en cuenta lo estipulado en la norma FONDONORMA 2385, en conjunto con la COVENIN 2385:2000, ya que, si bien es cierto que la COVENIN es la norma vigente, el Comité C27 ya aprobó la FONDONORMA 2385, siendo esta una actualización que considera la ASTM-1602-12 y EN 1008:2002.

Sin embargo, países como España, que utilizan la norma de la Comunidad Europea, señalan que el agua residual “no es apta para utilizarla en hormigón”, lo que hace suponer que se refieren al agua residual cruda. En Brasil, a pesar de tener una norma muy parecida a la Comunidad Europea, se indica que al momento de su publicación (2009), no se tuvo suficiente información para asegurar la viabilidad de uso del agua residual, y establecen que este tipo de agua está sujeto a aplicaciones específicas por acuerdo entre el proveedor de agua y el responsable de la preparación de hormigón, sin dejar de lado el cumplimiento de todos los requisitos de la norma.

En cuanto a los requerimientos y componentes del agua de mezclado presentados por cada país, no existe igualdad de criterios en lo referente al máximo permitido en sus constituyentes; pero si existe paridad en algunos países con parámetros tales como cloruros (1000 ppm), sólidos totales (50000 ppm) y sólidos en suspensión (2000 ppm). Es importante destacar que la norma europea EN:1008:2002, junto con la norma brasilera, son las que exige mayor cantidad de requisitos de calidad que debe cumplir el agua de mezclado, tomando en cuenta constituyentes como zinc, plomo, nitratos, fosfatos y azúcares.

2. MÉTODO

El método de esta investigación se dividió en tres (3) etapas, iniciando por la selección de la planta de tratamiento para su posterior análisis del efluente, y finalizando con la elaboración de mezclas de concreto para analizar algunas de sus propiedades físicas, específicamente la resistencia compresión, y lograr obtener el resultado final de la investigación.

Se trabajó con la planta de tratamiento de aguas residuales “El Chorrillo” en la modalidad de Lodos Activados. Esta planta está ubicada en el margen derecho del río San Pedro, en los Altos Mirandinos y tiene como finalidad tratar parte de las aguas residuales provenientes de Los Teques, Estado Miranda. El efluente proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales “El Chorrillo” fue caracterizado y utilizado en la elaboración de las mezclas de concreto para luego ser comparadas con las mezclas convencionales elaboradas con agua potable. Es importante destacar que se buscó tener la variabilidad en la operación de la planta, para detectar y captar las muestras de agua, en condiciones diferentes de calidad. Al momento de iniciar la investigación uno de los reactores se encontraba en mantenimiento, lo que permitió comparar y caracterizar el efluente en dos (2) condiciones de operación: cuando los dos (2) reactores están en funcionamiento y cuando uno de ellos está en mantenimiento. Adicionalmente se logró analizar el efluente de la PTARM “El Chorrillo” justo cuando inicia el funcionamiento de uno de los reactores luego de su mantenimiento. Con ello se exploraron las condiciones diferentes en la operación de este sistema.

Como consecuencia del análisis en la variación de operación de esta planta de tratamiento, se utilizaron tres (3) tipos de agua de mezclado durante la investigación. La primera fue un efluente donde los resultados de la calidad del agua estaban en los valores reportados en la data histórica y cuando la PTARM “El Chorrillo” funcionaba con un solo reactor. La segunda agua de mezclado representó la condición cuando uno de los dos (2) reactores que se encontraban en mantenimiento empezó su funcionamiento, ya que se consideró que era una condición de operación particular de la planta. Se esperaba que los valores de la calidad de agua obtenidos para este efluente fueran mayores por la alteración del sistema al iniciar el funcionamiento del segundo reactor.

Sin embargo, los resultados obtenidos fueron muy similares con respecto a la primera agua de mezclado, tal como se presentará en los resultados; razón por la cual, pararepresentar los

valores máximos que ha registrado la planta en sus parámetros de calidad de agua efluente, específicamente en términos de DQO (otra condición distinta de calidad del efluente), se utilizó una tercera agua de mezclado que se acercara a los valores máximos registrados, pero que siguiera cumpliendo con el Decreto 883. Por ello se simuló esa condición del efluente, mezclando agua de la entrada con la salida de la PTARM “El Chorríto”.

Adicionalmente se utilizó agua potable como agua de mezclado patrón para poder comparar los resultados y cumplir con los requisitos establecidos en la norma COVENIN 2385:2000.

Las mezclas de concreto, tanto de agua potable como de agua residual, fueron diseñadas con una relación agua/cemento de 0,42 y una resistencia esperada a los 28 días de 269 kgf/cm². Con el objetivo de comparar y explicar el comportamiento temporal de las mezclas de concreto elaboradas con agua residual tratada, en sustitución del agua potable, se tomó como punto de comparación la resistencia a compresión de cada una de las mezclas en las distintas edades: 3, 7, 28 y 90 días.

En todos los casos, y para concretar sobre la factibilidad del reúso de este efluente de la PTARM “El Chorríto” para la elaboración de concreto, la resistencia a compresión obtenida con el agua residual tratada utilizada como agua de mezcla se comparó con la obtenida con el agua potable, tal como aparece en la norma COVENIN 2385-2000 y FONDONORMA 2385, donde se establece que las resistencias a compresión entre el concreto con agua potable y del agua en estudio, en este caso el agua residual municipal tratada (considerada en FONDONORMA 2385 como agua reciclada), no debe diferir en 10%, o lo que es lo mismo un 90% de resistencia a compresión como valor mínimo de la mezcla control a los 7 días.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterización del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales.

En las Tabla 1 se puede observar un resumen del registro histórico de los parámetros que se analizan en el laboratorio de la PTAR “El Chorríto” (2011-2015), correspondientes a la salida de la planta y separados según la condición de operación, es decir, cuando los dos (2) reactores están en funcionamiento y cuando uno de ellos está en mantenimiento.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los parámetros medidos en sitio y en los laboratorios de la Planta Experimental de Tratamiento de Aguas de la Universidad Central de Venezuela-PETA-UCV, durante la semana del 04/03/2015 al 10/03/2015, donde solo operaba uno de los reactores.

Estos resultados sobre la caracterización del agua a la salida de la PTARM “El Chorríto”, permiten afirmar que las variaciones en la calidad del efluente de la planta en términos del contenido orgánico, ocurren cuando se opera con dos (2) reactores. La diferencia en la DQO probablemente sea debida a la ligera disminución en los tiempos de retención.

Debido a estos resultados y a la situación particular presentada al momento de ejecutar el trabajo, se decide realizar una nueva caracterización justo en la puesta en marcha del reactor que se encontraba en mantenimiento; esto bajo la suposición que podría ser un momento de desestabilización del sistema. Se tomaron muestras del 15/04/2015 al 17/04/2015 en horas de la mañana y la tarde. Esta situación permitió determinar la calidad del efluente en otras de las condiciones de operación de la planta, con la incorporación del segundo reactor en el tratamiento.

Tabla 1: Análisis de los parámetros a la salida de la PTARM "El Chorrillo" según la condición de operación de uno o los dos reactores biológicos del sistema de lodos activados.

		Parámetros analizados a la salida.							
		Caudal (l/s)	T (°C)	OD (mg/l)	pH	DBO (mg/l O₂)	DQO (mg/l O₂)	Fósforo (mg/l P)	
Art. 10 Decreto 883 (Límites Máximos)		-	-	-	6 a 9	60	350	10	
Condición de Operación	Durante mantenimiento de algún reactor	Promedio	230	22,6	4,1	7,4	14	31	4
		Máximo	385	24,3	7,3	8,9	30	45	4
		Mínimo	156	21,0	1,0	6,6	5	4	3
	Durante el funcionamiento de los dos reactores	Promedio	380	23,5	3,8	7,2	15	81	4
		Máximo	573	26,0	9,4	8,4	53	188	8
		Mínimo	133	21,0	1,0	3,3	3	15	0

Tabla 2: Evaluación de los parámetros en la salida de la PTARM "El Chorrillo del 04 al 10-03-15" (operando un reactor)

Parámetro Evaluado	Fecha - Salida de la PTAR "El Chorrillo"						Art. 10 Decreto 883 (Límites Máximos)
	Miércoles 04/03/2015	Jueves 05/03/2015	Viernes 06/03/2015	Lunes 09/03/2015	Martes 10/03/2015	Promedio	
Caudal (l/s)	266	163	163	244	202	208	-
pH	7,4	7,2	7,9	7,3	6,9	7,3	6 a 9
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5,5	-	-	5,5	-	5,5	-
Conductividad (µS/cm)	859	815	751	738	781	789	-
Temperatura (°C)	22,7	-	-	22,4	-	22,6	-
Turbiedad (UNT)	9,0	9,3	8,1	6,6	16	9,7	-
NO ₃ (mg/l)	15,8	13,4	12,6	35,2	16,4	18,7	-
NO ₃ -N (mg/l N)	3,6	3,0	2,8	7,9	3,7	4,2	10*
Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	188	200	180	156	184	182	-

Parámetro Evaluado	Fecha - Salida de la PTAR "El Chorrito"						Art. 10 Decreto 883 (Límites Máximos)
	Miércoles 04/03/2015	Jueves 05/03/2015	Viernes 06/03/2015	Lunes 09/03/2015	Martes 10/03/2015	Promedio	
DQO (mg/l O ₂)	28	28	29	26	27	28	350

*Nitritos más nitratos (mg/l – N)

Con base en el análisis de los datos históricos del efluente de la PTARM, así como los realizados en las semanas de caracterización, se pudo concluir que no hay variaciones importantes en la calidad del efluente en términos del contenido orgánico para las diversas condiciones de operación, así como tampoco en función del día de la semana. Esta situación sugiere un comportamiento bastante estable del sistema, aún bajo la condición de cambios en los tiempos de retención, probablemente porque la planta está operando con los valores en el límite inferior de los considerados en el diseño.

3.2 Definición, selección y caracterización de las aguas de mezcla.

Con base en los resultados obtenidos en la etapa anterior, el agua utilizada para la elaboración del concreto correspondió a las condiciones más desfavorables en las que opera la PTARM “El Chorrito”; es decir, cuando está en mantenimiento uno de los reactores y justo en el período de transición: cuando se incorpora el reactor fuera de servicio y la planta comienza a operar con los dos (2) reactores.

Debido a que la calidad del efluente en la planta, en términos de su contenido orgánico, no varió de manera importante para esas dos (2) condiciones seleccionadas, se decidió simular una tercera agua de mezclado que representó la condición más desfavorable en términos de contenido orgánico, DQO y DBO, atendiendo al histórico revisado de los datos de la PTARM y sin sobrepasar los límites establecidos en el Decreto 883. Todas las aguas del efluente de la PTARM “El Chorrito”, inclusive la simulada, cumplen con los requisitos físicos-químicos mínimos necesarios para la descarga a cuerpos de agua establecidos en el Decreto 883 y es representativa de su efluente.

En la Tabla 3 se presenta la calidad físico-química del agua potable y de las aguas residuales (AR1, AR2 y AR3) que fueron utilizadas como agua de mezclado para la elaboración del concreto. Esta calidad del agua se compara con lo establecido en la norma COVENIN 2385:2000 y FONDONORMA 2385, donde están los requisitos químicos (impurezas tolerables en el agua de mezclado) que, habiendo cumplido también con los requisitos físicos (resistencia y fraguado), pueda ser utilizada como agua de mezclado.

Se puede apreciar que todos los valores de calidad para cada agua de mezclado, aunque distintos, específicamente en su contenido orgánico, cumplen con lo especificado en la COVENIN 2385:2000 “CONCRETO Y MORTERO. AGUA DE MEZCLADO. REQUISITOS”, aparte 5.2 de los requisitos químicos, a excepción del valor del pH en AR1 y AR3. Cabe destacar que el valor de pH en la Norma Técnica de FONDONORMA, cambia a un valor mínimo de 5; con lo cual ese parámetro también se considera adecuado.

Tabla 3: Límites permitidos para la utilización de un agua no potable como agua de mezclado.

		Agua de mezclado			Normativa (límites máximos)	
		Agua Residual Tratada (AR1)	Agua Residual Tratada (AR2)	Agua Residual Simulada (AR3)	COVENIN 2385:2000	FONDONORMA 2385
Parámetros Físicos - Químicos	pH	7,8	7,3	7,7	5 - 7,5	mínimo 5
	DQO(mg/l O ₂)	25	35	109	250	-
	Cloruros (mg/l)	66	67	58	500	500 (*) 1000 (**)
	Sulfatos (mg/l)	79	71	67	-	3000
	Alcalis (mg Na ₂ O/l) Σ (Na+K)	139	135	144	-	1500
	Sólidos Totales (mg/l)	486	503	514	-	50000
	Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	454	479	474	5000	-

3.3 Comparación de las resistencias a compresión del concreto elaborado con el agua potable y residual tratada.

Antes de presentar los resultados de la resistencia a compresión de cada una de las mezclas, es importante destacar que cada una de ellas cumplió con los requisitos físicos exigidos en la norma COVENIN 2385:2000 y la FONDONORMA 2385, es decir, las resistencias de cada una de las tres (3) mezclas realizadas no deben diferir de su promedio en más del 7%. El otro requisito físico es el relacionado al valor de resistencia a compresión que debe tener la mezcla elaborada con el agua en estudio con respecto al agua patrón (agua potable), el cual no debe diferir en más del 10%; o lo que es lo mismo, no debe ser menor al 90%.

En la Figura 1 se puede apreciar el desarrollo de la resistencia a compresión de cada una de las mezclas de concreto, tanto las elaboradas con agua potable (AP1) como agua residual tratada (AR1 y AR2). Se puede observar que el desarrollo de la resistencia a compresión del concreto elaborado con el agua residual tratada es igual al del agua potable, con una diferencia máxima a los 28 días de 29 kgf/cm² (a favor del agua residual). Este comportamiento de resistencia en función de la edad, puede estar asociado al retraso en el tiempo del fraguado al utilizar agua residual, ocasionando que el proceso de hidratación se retrase e inicie más aceleradamente que el del agua potable, pero compensándose en el tiempo, donde se obtienen resistencias muy similares (ver resistencias a los 90 días en la figura 1).

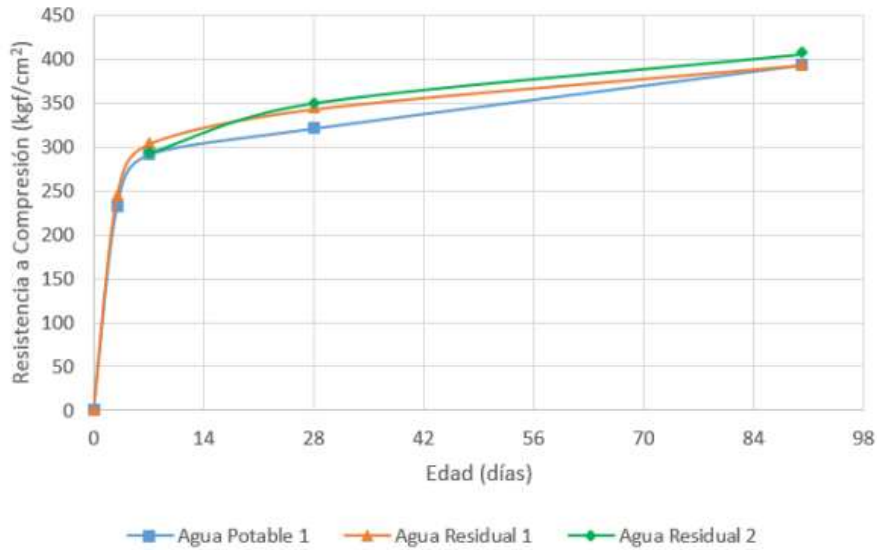


Figura 1. Desarrollo de resistencias a compresión de cilindros de concreto elaborados con agua residual tratada y agua potable.

3.4 Comparación de las resistencias a compresión del concreto elaborado con las aguas residuales efluentes de la PTARM “El Chorrito”.

En las Figuras 2 y 3, se relacionan las resistencias a compresión con los constituyentes del agua residual que presentaron mayores diferencias (sólidos suspendidos, nitratos y fosfatos). Analizando su comportamiento, se puede observar que no hay relación aparente entre los constituyentes seleccionados y la resistencia a compresión de las mezclas de concreto; así como que tampoco ocasionan diferencias importantes en esta propiedad del concreto.

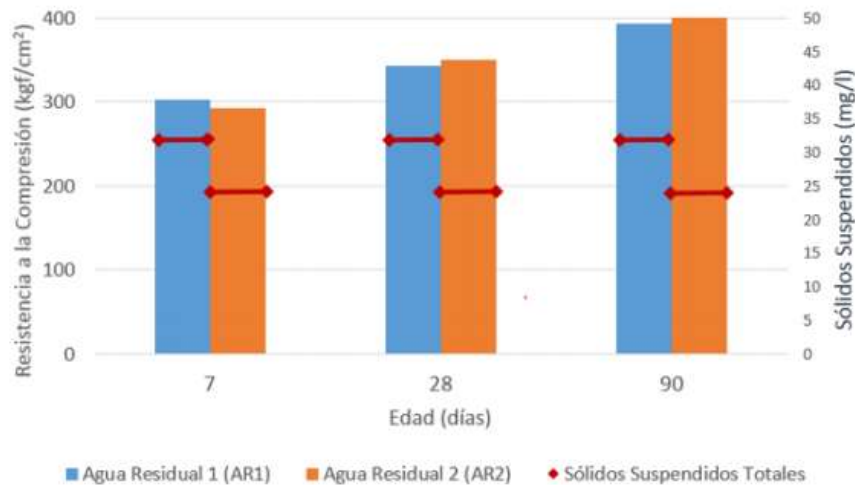


Figura 2. Influencia de los Sólidos Suspendidos Totales en la resistencia a compresión del concreto para las distintas aguas de mezclado (AR1 y AR2).

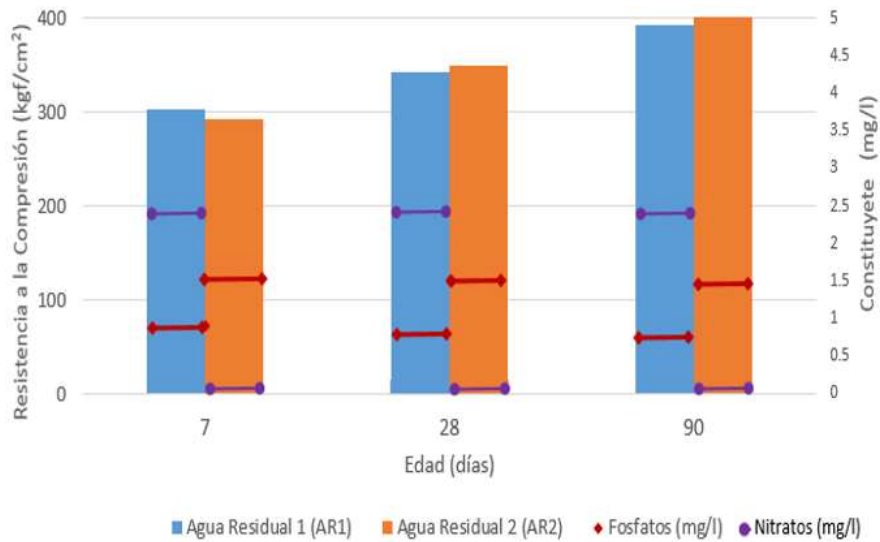


Figura 3. Influencia de los nitratos y fosfatos en la resistencia a compresión del concreto para las distintas aguas de mezclado (AR1 y AR2)

En la figura 4 se presenta la relación porcentual entre las resistencias a compresión de las tres (3) aguas residuales (AR1, AR2 y AR3) respecto al agua potable (AP1 y AP2) y su relación con el contenido orgánico presente en el agua de mezclado, excepto AR3 para 28 días, que no fue posible hacerla. En ella se puede observar que si bien el contenido de materia orgánica fue bastante superior en AR3 (DQO: 109 mg/l y DBO: 60 mg/l), esto no influyó en la resistencia a compresión del concreto, posiblemente porque el contenido orgánico sigue siendo inferior a la cantidad que se requiere para que afecte las propiedades del concreto; tal como lo describe Zongjin Li (2011), quien afirma que excesivas impurezas y materia orgánica son las que pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia a compresión del concreto.

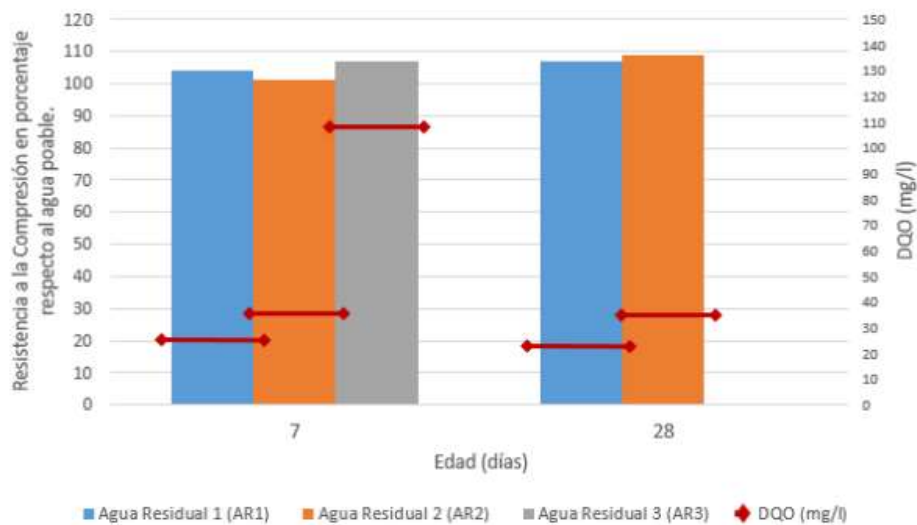


Figura 4. Influencia de la DQO en la resistencia a compresión del concreto para las distintas aguas de mezclado.

Una vez analizados los resultados de resistencia a compresión del concreto elaborado con las distintas aguas de mezclado (potable y residual), se puede observar que el agua residual doméstica tratada, aún con la presencia de materia orgánica, no afecta la resistencia a compresión del concreto; inclusive pareciera favorecerla, arrojando resultados ligeramente mayores que el concreto con agua potable.

Es importante destacar que la variación en la calidad del efluente utilizado como agua de mezclado no influyó negativamente en la resistencia a compresión del concreto al compararla con el agua potable. En ningún momento el concreto elaborado con agua residual presentó valores de resistencia por debajo de los del agua potable. Estos resultados permiten afirmar la posibilidad de que todo efluente de agua residual tratada que cumpla con el Decreto 883, puede ser utilizado como agua de mezclado, sin modificar una de sus principales propiedades básicas como lo es la resistencia a compresión.

4. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo y luego de su posterior análisis se puede concluir lo siguiente:

- El efluente de la PTARM “El Chorrillo” utilizado como agua de mezclado cumple con los requisitos químicos que exige la norma COVENIN 2385:2000 y FONDONORMA 2385 para agua de mezclado.
- El concreto elaborado con agua residual tratada, efluente de la PTARM “El Chorrillo”, cumple con la resistencia a compresión que establece la norma COVENIN 2385:2000 y FONDONORMA 2385.
- El desarrollo de la resistencia a compresión del concreto elaborado con agua residual municipal tratada es muy similar al del agua potable.
- La variación de la calidad del efluente utilizado como agua de mezclado no desfavorece la resistencia a compresión del concreto al compararla con el agua potable; siempre y cuando cumpla con el Decreto de descargas a cuerpos de agua.

En definitiva, se concluye que, en términos de resistencia a compresión, el efluente de la PTARM “El Chorrillo” se puede utilizar como agua de mezclado para preparar concreto, siempre y cuando cumpla con los límites permisibles para descargas a cuerpos de agua establecidos en el Decreto 883. Esta situación podría ser extrapolada a otros sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

5. REFERENCIAS

- Caspian Ingeniería, C. (20 de abril de 2014). Caspian Ingeniería, C.A. Recuperado el 20 de abril de 2014, de Caspian Ingeniería, C.A.: <http://www.caspianing.com/>

- ASTM. C1602/C1602M – 12 (2012). Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete. USA.
- Comisión Venezolana de normas Industriales. COVENIN-2385 (2000) “Concreto y mortero. Agua de mezclado. Requisitos” Venezuela.
- Decreto 883. (1995). Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos de efluentes líquidos.
- Hernández, H; Quintero, M. (2015). Resistencia a compresión del concreto elaborado con agua residual tratada para diferentes relaciones agua/cemento. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Kestler, P. (2004). USO, REUSO Y RECICLAJE DEL AGUA. Guatemala.
- Li, Z. (2011). Advanced concrete technology. Hoboken, New Jersey, EE.UU.: John Wiley & Sons, Inc.
- Norma Brasileira (NBR). (2009). 15900-1 “Mixing water for concrete. Part 1: Requirements.” Brasil.
- Norma Española. (2007). UNE-EN 1008. “Agua para amasado para hormigón.” España.
- Norma Técnica Fondonorma (NTF). (2014). 2385 “Concreto y mortero. Agua de mezclado. Requisitos.” Venezuela.
- Ocampo, A., & Pérez, M. (2013). Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el Proceso de Lodos Activados. Jalisco: CEA JALISCO.
- Rodrigues, H. (2015). Resistencia a compresión del concreto elaborado con efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Ramalho, R. (1996). Tratamiento de Aguas Residuales. Quebec: REVERTÉ.
- United States Environmental Protections Agency (EPA). Guidelines for water reuse (2012). U.S Agency for International Development. Washigton D.C
- Vidaud, I., Castaño, T., & Vidaud, E. (Julio de 2013). Concreto sustentable ¿Mito o Realidad? Obtenido de IMCYC: <http://www.imcyc.com>
- Yepes, H. (2013). Comportamiento de mezclas de concreto elaboradas con agua residual tratada. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas

**VITRALES, TÉCNICA Y SÍMBOLO.
DIAGNÓSTICO DEL CONJUNTO ESTE DE LA CAPILLA DEL COLEGIO
NUESTRA SEÑORA DE LA CONSOLACIÓN, CARACAS**

Arq. Rebeca Tineo Guillén¹

¹ Facultad de Arquitectura, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *rebecayo@gmail.com*

RESUMEN

Esta investigación surge en el marco académico de un proyecto de restauración para la Capilla del Colegio la Consolación, edificación escolar en la urbanización La Florida (Caracas) registrada como Bien de Interés Cultural representativo del patrimonio moderno. Los vitrales de este recinto son construcción de una atmósfera, una estética y una simbología que acompañan el culto católico y la vida diaria de la comunidad, el desconocimiento de estos valores y su interacción con el soporte material lleva a apreciaciones, mantenimientos y restauraciones inadecuados que, finalmente, degradan el conjunto arquitectónico. Por esa razón, el objetivo de esta investigación es caracterizar las patologías principales del Conjunto de Vitrales Este de la Capilla, como una muestra de las posibles alteraciones en vitrales modernos. Siendo un aporte en esta clase de estudios especializados ya que, con los objetivos de detectar el tiempo, la técnica, los materiales y el fabricante del conjunto de vitrales, como catalogar los símbolos y estética presente en éstos, reconoce la diferencia de comportamiento entre las vidrieras medievales y las modernas, identificando que la mayoría del deterioro en estas últimas es por causas antrópicas. Estos resultados permiten crear una base metodológica y teórica para futuras actuaciones restaurativas que consideren el vitral moderno como parte integral de la conservación de la imagen del espacio y del construido. Fue necesaria la observación documentada en fichas y planos y el arqueo de fuentes bibliográficas, hemerográficas y fotográficas junto con entrevistas no estructuradas a especialistas para lograr un entendimiento del fenómeno técnica-símbolo del vitral moderno.

Palabras clave: Patrimonio, Historia de la Arquitectura, Arquitectura Religiosa, Vitrales, Patologías de Obras de Arte

INTRODUCCIÓN

La siguiente ponencia surge en el marco de la materia de Tecnología II de la Maestría de Restauración y Conservación de Monumentos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Ella es parte del desarrollo de una propuesta de restauración, conservación y puesta en valor del edificio de la capilla del Colegio Nuestra Señora de la Consolación que se presentará como Proyecto de Grado para dicha Maestría. En este sentido, esta investigación es un aporte en el ámbito de la historia de la ciudad, la construcción y el patrimonio modernos, pudiendo ser difundida en distintas áreas de la sociedad para alcanzar una comprensión del patrimonio en su contexto arquitectónico, urbano e histórico y una consecuente conservación multidisciplinaria, con los lineamientos

adecuados que puedan preservar la vida de los edificios y sus comunidades, de la ciudad y sus habitantes.

El Colegio Nuestra Señora de la Consolación está registrado por el Instituto de Patrimonio Cultural (Municipio Libertador, 2007) como Bien de Interés Cultural, así como la urbanización La Florida donde está ubicado este inmueble. Vestigios de la construcción de una nueva forma de vida en la Caracas de la primera mitad del siglo XX, con nuevas necesidades, relaciones y tecnologías. Esto marca el proceso de experimentación del estilo, de la concepción del espacio y de la técnica constructiva del proyecto para este edificio desarrollado por los arquitectos Erasmo Calvani y Juan Capdevila, quienes colaborarían en otros proyectos de corte institucional-religioso como el Colegio San Ignacio de Loyola en Caracas y el Templo Votivo a Nuestra Señora de Coromoto en Guanare (Edo. Portuguesa).

Esta experimentación, es la razón por la cual se pueden encontrar en este edificio para colegio de niñas del año 1940, estructura de concreto armado con muros de ladrillo concertado, fachadas de texturas de granito lavado, tablilla y molduras en concreto con arcos ojivales y tímpanos. Creando amplios espacios que muestran, y a su vez, esconden esta nueva modernidad. En este aspecto, la Capilla es sin duda el recinto más representativo y el centro religioso del Colegio regentado por la Congregación Consolacionista, y por ello es escogido para su estudio y restauración; reúne obras de arte que completan su concepto espacial, entre ellos dos conjuntos de vitrales en las fachadas Este y Sur.

Estos vitrales no funcionan sólo como cerramiento u obra plástica, sino que son parte del espacio; el verdadero objeto de la restauración arquitectónica. Los vitrales del conjunto que se encuentra en la fachada Este son especialmente relevantes, ya que se presentan en la doble altura del coro de la Capilla y son ricos en simbología. Esto nos permite tomarlos como componente aislado para desarrollar el propósito de esta investigación: caracterizar sus patologías principales. Como una muestra de las posibles alteraciones en vitrales modernos que permita la creación de lineamientos para su intervención, sin olvidar su doble instancia de técnica y símbolo.

METODOLOGÍA

La presente investigación basa su metodología en la planteada por Marcano y del Castillo (s.f.) para proyectos de restauración y conservación de monumentos. Este camino a seguir posee tres etapas, la primera es el conocimiento del contexto histórico, características constructivas y valores patrimoniales de la edificación o componente mediante un arqueo de fuentes bibliográficas, hemerográficas, iconográficas, planigráficas y fotográficas (incluyendo digitales) junto con una serie de entrevistas no estructuradas al experto en vitrales, Leonel Durán. A lo que se le suma una síntesis gráfica del aspecto actual del edificado, levantamiento planimétrico verificado con mediciones y fotografías en campo.

La segunda etapa, objeto de nuestra ponencia, consiste en un análisis macroscópico expresado en fichas, planos y fotografías, de los procesos de deterioro del edificado y su análisis. Para la realización de un diagnóstico que plantee acciones inmediatas para detener dichos procesos. Estas acciones son base para la tercera etapa, el diseño de un proyecto de

restauración, la cual se obviará en esta ponencia, al igual que parte de la gran cantidad de material gráfico y detalles históricos que arroja la primera etapa. Ya que se propone que el Conjunto de Vitrales Este sea tomado como muestra de una población, un caso base para otras experiencias de diagnóstico y restauración de vitrales modernos.

EL VITRAL, HISTORIA Y TÉCNICA

Este encabezado abre la primera etapa metodológica, reconociendo el componente en su aspecto general para una comprensión de su significado histórico y técnico.

Desarrollo histórico

Se debe comenzar este recuento en la antigua Roma, en el tercer milenio antes de Cristo, cuando se conoce la preparación del vidrio colado, técnica aplicada sólo en la fabricación de recipientes y botellas. Mientras que los pocos cerramientos cristalinos se desarrollaron en edificios de importancia con selenita y el alabastro (sulfato de calcio hidratado), como se puede observar aún hoy en el Mausoleo de Galla Placidia (Ravenna, Italia). La técnica del vitral se establecería mucho después, en el siglo IX según hallazgos arqueológicos, cuando se había logrado la sustitución de estructuras de piedra o madera por unas más maleables de plomo y se colaban ya sutiles vidrios coloreados (más por el azar que por la razón), para crear composiciones figurativas reconocibles. Muy seguramente su especialización se debe a la propagación del cristianismo, que utilizaba al arte como forma de inculcar los dogmas de Fe a través de simbología en las masas aliteradas.

Esto llevaría a un clímax en los siglos XII y XIII, cuando la construcción en piedra permitió grandes vanos verticales y rosetones. Y a pesar que hoy en día es muy difícil observar un vitral gótico en sus características originales por el deterioro de agentes atmosféricos o intervenciones (Tolomelli, s.f.), en la catedral de Chartres (Francia) o en la de León (España) se puede observar esta nueva expresividad que baña narraciones bíblicas o hagiográficas y polícromos elementos florales y vegetales esculpidos también en piedra. Esto consigue la institucionalización en la Europa septentrional del siglo XV del vitral como gremio artesanal, lo que da pie a nuevos avances en la técnica (como los cortadores de diamante) y a un cambio simbólico en los siglos subsiguientes, cuando las vidrieras pasan de la cristiandad a la representatividad del feudalismo.

Blasones familiares, escena de caza y cortejo se convirtieron en temas usuales para los vitrales, a los que fue adaptándose la estética imperante. Este proceso de adaptación prosigue hasta el siglo XIX, cuando la vidriera patrocina lenguajes dispares y contradictorios, por ejemplo, un clasicismo arquitectónico para instituciones o un modernismo para residencias o áreas de ocio (Nieto Alcaide, 1998). Es un hecho igualmente que el vitral nunca abandonaría su experiencia religiosa, por ello existen muchos ejemplos notables en el siglo XIX, ya sea Morris o Mucha, civiles o religiosos, la casa Mauméjean o Mayer, diseñados o no por artistas plásticos, nostálgicos o modernos. El vitral de los siglos XIX y XX es un mundo tan complejo como el del gótico.

En este siglo se da la masificación de la fabricación y venta del vitral. Casas francesas, inglesas, alemanas o austríacas se fundan para resguardar la técnica artesanal y adaptar a los requerimientos del cliente o producir exclusivos diseños para cerramientos de todo tipo; cúpulas, plafones, marquesinas o portales son enviados en trasatlánticos a todo el mundo. El vitral se torna doméstico. En 1893 el estadounidense Louis Comfort Tiffany muestra al mundo nuevas técnicas para la preparación de vidrios y sustituye el plomo por cobre, creando nuevas posibilidades de forma y color. El siglo XX atrae el vitral al *art-nouveau*. Para quedarse, al igual que las famosísimas lámparas de Tiffany.

Desarrollo técnico

El vitral es el ensamblaje de sus elementos básicos: los vidrios de color con la cinta de plomo (o de cobre), a esto se suman la grisalla, las soldaduras de estaño, el mastique artesanal y la ventanería metálica que convertirá a este vitral en cerramiento, que en los espacios modernos suele ser de hierro (Fe). Nuestro caso de estudio no está fuera de esta norma. Por esta razón, se hace un acercamiento a la técnica para comprender sus procesos de deterioro, mediante una breve reconstrucción del proceso de preparación del vitral y los aspectos técnicos de los componentes, enfocados siempre en el Conjunto de Vitrales Este.

El primer paso es el tomar las medidas del vano en donde se colocará el vitral, observando ángulos y condiciones ambientales. A partir de estas medidas se conforma un bosquejo a color, generalmente en escala 1:10, de la composición del vitral indicando los límites del plomo y el marco. Este trabajo puede ser realizado por alguien diferente al vitralista, quien a partir de esa idea realiza un *carton* en escala 1:1 que indicará códigos para las texturas y colores del vidrio junto con el diseño de la grisalla (Centre Vitrail, s.f.). Este plano se corta con tijeras especiales que retiran de los bordes de las piezas de papel el grosor de la estructura de plomo, dejando los patrones exactos para cortar el vidrio (Durán, 2015).

Seguramente, la parte crucial de la calidad de un vitral es la escogencia del vidrio. Existe infinita variedad, de fabricación industrial o artesanal, con distintas texturas, grosores y colores. Por esa razón, para la ocasión de una restauración, es importante definir la naturaleza de los vidrios. El Conjunto de Vitrales Este está compuesto enteramente por vidrios de tipo Antiguo (*Antique* o *Echt-Antik*), nomenclatura que responde a la técnica artesanal del vidrio soplado en cilindros, que cortados con diamante o calor son calentados de nuevo para aplanarlos. Por este proceso son muy finos (≤ 2 mm), frágiles y presentan una textura “imperfecta” que reproduce la mesa u horno en donde fue aplanado.

El vidrio se considera un líquido “sobre enfriado” (Santangelo, s.f., traducción del autor) ya que es un elemento inorgánico que llega a punto de fusión a unos 2000 ò 1000 °C, y que al ser enfriado adquiere apariencia sólida pero sus moléculas siguen la organización dispersa de un líquido. Es en un 70% sílice (SiO₂) y un resto de Carbonato de Calcio (CaCO₃), Cal (CaO), Carbonato de Sodio (Na₂CO₃) y óxidos minerales. Estos agregados varían en cantidad y caracterizan el vidrio; le dan transparencia, dureza o un punto bajo de fusión, mientras que los óxidos son el ingrediente imprescindible para el color. Esto lo descubrieron los primeros maestros, al reconocer que vidrios hechos con arenas de distinto origen daban distintas tonalidades. Experimentando por siglos, se llegó a la especificidad

actual con una carta de colores que dependen del tipo y cantidad de óxido integrado a la mezcla, haciendo que cada vidrio de color sea una composición química única que reacciona de manera distinta a sus condiciones (Compound Interest, 2015).

A diferencia de esta variedad de colores, la grisalla (la pintura de vidrios) viene sólo en un gris oscuro distintivo que puede ser manejado por el maestro como trazo o sombreado, tal como manejar tinta china. Al corte del vidrio le sigue la aplicación sobre la superficie de esta sustancia, una mezcla de óxido de plata y vidrio triturado, según el diseño del patrón 1:1. Luego, la pieza de vidrio se lleva de nuevo a punto de fusión en el horno para que la grisalla se incorpore en la composición del vidrio, así como fue incorporado el color del vidrio en su fabricación. Desde ese momento la grisalla no puede sufrir cambios.

Se procede entonces al emplomado, la estructura. Una cinta de plomo (Pb) de sección en H, fundida y extruida al grosor necesitado en taller o industrialmente, va uniendo las piezas de dos en dos (por cada oquedad de la H). Las uniones son soldadas con una cinta de estaño (Sn) de 60/40 producida industrialmente. Luego de concluido este ensamblaje, el vitral tiene la imagen final pero aún no tiene la rigidez necesaria. Para ello le es aplicado mecánicamente una mezcla de mastique artesanal compuesto por blanco de España o polvo de mármol, linaza y trementina (Durán, 2015), mezcla que ayuda a fijar la estructura e impermeabilizarla. Luego, la superficie del vidrio es limpiada al seco.

Finalmente, el vitral está listo para ser instalado. Primero, se fija a la carpintería metálica, donde usualmente es acompañado por dos paños de vidrio transparente fijos que ayudan a su protección. Estos marcos se fijan en el vano correspondiente y se instalan las barretas, barras de hierro que unifican las cargas puntuales de la estructura de plomo y las reconducen simétricamente hacia la carpintería metálica (Durán, 2015). En los vitrales modernos, así como se ve en la ventanería de la misma época, es usual conseguir como sellador mastique industrial y no silicón, cuyo uso se popularizó a finales del siglo XX.

Se debe agregar un apunte histórico importante en el caso del Conjunto de Vitrales Este; éstos se diseñaron y se fabricaron en los talleres de la *Tiroler Glasmalerei* en Innsbruck (Austria). Y aunque no se han logrado datar, se sabe que esta empresa austríaca, entre 1948 y 1970, elaboró vitrales para alrededor de 30 iglesias, escuelas, hospitales y residencias privadas en Venezuela (Aular, 2014), entre ellos los de la Catedral de Paraguaná (Edo. Falcón). Esto apunta a que el vitral se transportó pieza por pieza para ser ensamblado en el país, condición común a la mayoría de los vitrales modernos del país, muchos de ellos desarrollados en talleres europeos aun habiendo sido diseñados por artistas venezolanos.

DOBLE INSTANCIA DE LA OBRA DE ARTE

Cuando la restauración se consolida en la Europa de las décadas del 30 al 50 del siglo XX se ve ligada a la materia del arte. Pero el ámbito de la Restauración (el conjunto de sus objetos) se amplía progresivamente; por otro, sus objetivos se adaptan a las nuevas necesidades culturales (Muñoz, 2003). Esto abre el campo disciplinar del restaurador, pero también le confiere responsabilidad ya que debe reconocer que los objetos y lugares no son el patrimonio cultural como tal, sino que son importantes por los significados y usos que las

personas les atribuyen y a los valores que representan (como se cita en Muñoz, 2003, p.139). El restaurador debe mostrarse en sintonía con el carácter transformador de la restauración y cómo afecta, tangible o intangiblemente, a la sociedad (Muñoz, 2003).

La restauración no es una mera acción sustitutiva o funcional, sino el juicio crítico que ve la materia como epifanía de la imagen (Brandi, 1995); su consistencia física, su historia y su valoración. Este proceso de toma de decisiones diferencia las intervenciones restaurativas de las que no lo son, ya que exige al equipo restaurador una base teórica. Por ejemplo, la valoración del Conjunto de Vitrales Este se vale de las siguientes categorías: el valor histórico, de antigüedad o rememoración (Riegl, 1987), el artístico, el arquitectónico y el simbólico (González, 1999). Muñoz (2003) amplía este concepto simbolizado en sectores alto culturales, identificación grupal, ideología o sentimientos personales. Este mismo autor plantea los valores historiográficos y de intercambio, también elementales.

Caracterización y valoración

El conjunto de Vitrales Este se encuentra en la fachada principal (Av. las Palmas) del Colegio que, interiormente, define el fondo de la Capilla; el coro y sotto-coro. Consiste en tres vanos verticales de 3,6 m² (no interrumpidos por la placa del coro) compuestos por seis módulos individuales de 0,84 x 0,56 m, que alternan uno con sistema abatible y otro fijo (Figura 1a, corte). Todos los módulos poseen un marco neo-clásico, estilo preponderante en la composición. Los módulos abatibles (9 en total) tienen una gran flor de narciso simbolizando a la Virgen María, esto se repite en los módulos fijos que corresponden con la losa del coro (1 por cada vano). En el segundo tramo (siempre desde abajo izquierda) rayos de luz surgen de un Sagrado Corazón de Jesús, del símbolo de la congregación Consolacionista y de un Corazón de María. Mientras que en el tramo más alto hay dos módulos con serafines de alas rojas que custodian a un San Miguel Arcángel portando una espada flamante y una balanza (Figura 1b).



Figuras 1 a-b: a) Levantamiento de líneas esenciales Conjunto Vitrales Este en planta, corte y alzado (sin escala). b) Referencia a la base fotográfica utilizada para su realización.

Todos los motivos que se acaban de describir del Conjunto Este tienen un nivel simbólico fuertemente atado a la ideología más íntima del catolicismo, pero ésta no es su única función. Ya que permiten una identificación grupal de la comunidad Consolacionista (alumnos, ex alumnos, religiosas, docentes y vecinos) con este espacio y con sus propias insignias del consuelo del ser humano a través de la figura de María, del trabajo social y la pedagogía. Mientras que su composición y estética neoclásica pueden ser valoradas por la alta cultura como conmemorativas de la moda de la primera mitad del siglo XX venezolano, con sus consecuentes relaciones en la arquitectura diseñada por Calvani-Capdevila, y su contexto económico y social. O también pueden ser un documento histórico e historiográfico de la estética, manufactura y exportación a América de los vitrales fabricados por la *Tiroler Glasmalerei* y tantas otras casas europeas contemporáneas a ella. Esta valoración, junto con el diagnóstico, guía la toma de decisiones de la restauración y puesta en valor del componente. Ya que estos valores no sólo deben ser identificados por profesionales, sino que deben evidenciarse y difundirse entre su comunidad para procurar su conocimiento, valoración y conservación. Por ello se propone, en primera instancia, la necesidad de un estudio individualizado de este componente que incluya su relevancia simbólica, historiográfica y artística, que pueda servir de insumo para la realización de una musealización en el espacio de la Capilla que difunda este contenido. Igualmente, debe realizarse una catalogación como bien de la Iglesia Católica para su completa preservación.

ESTUDIO DE DETERIOROS

Este encabezado abre la segunda etapa metodológica, que caracteriza el estado de grado del Conjunto de Vitrales Este como muestra de las vidrieras modernas. Este estado se define por la observación de cuatro casos de deterioro y dos casos de alteraciones en los distintos componentes del vitral, que puedan afectar su instancia simbólica, histórica o estética y la arquitectura en la que está insertado, necesitando acciones restaurativas o conservativas para detener dichos procesos. Por eso es importante no sólo una ubicación de los deterioros o alteraciones visibles (Figura 2) sino también una catalogación y estudio de éstos según la naturaleza de sus procesos (Leyenda Figura 2) o sus agentes (Figura 3). Definiéndolas en: físicas/mecánicas, que afectan la capacidad estructural; química, que actúan a nivel molecular; biológico, cuyos agentes tienen este origen y antrópico, causados por intervención o falta de previsión humana.

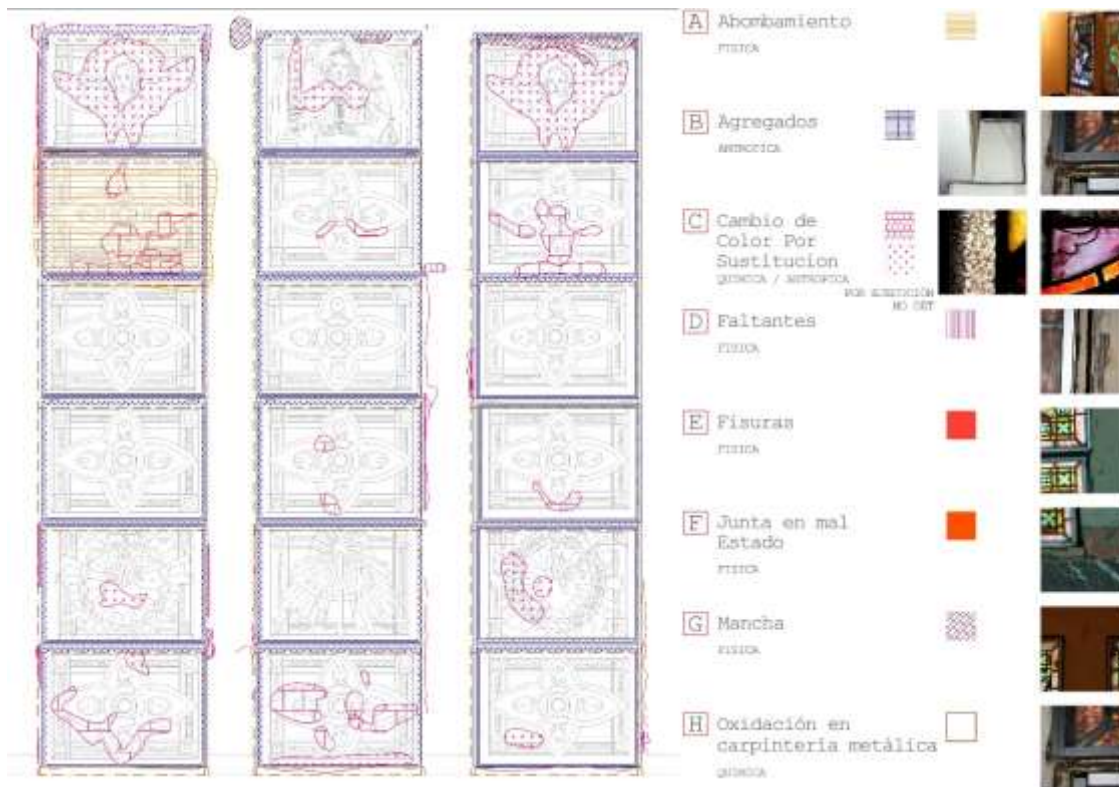


Figura 2: Ficha de deterioros del Conjunto de Vitrales Este.

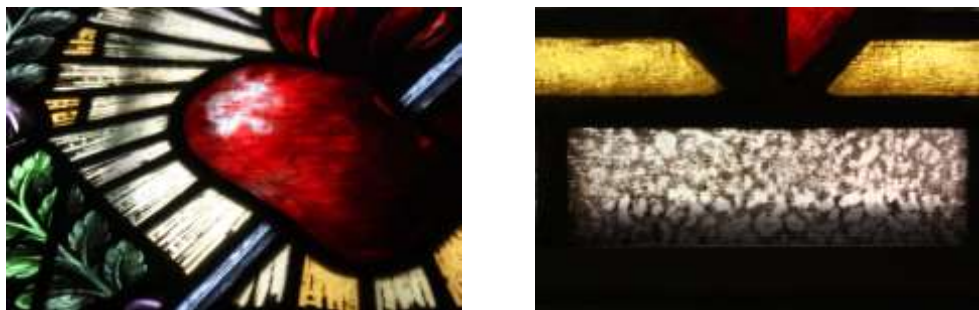


Figura 3: Agentes implicados en el deterioro del vitral. (Corzo; Nieves, 1997)

Causas, agentes y mecanismos

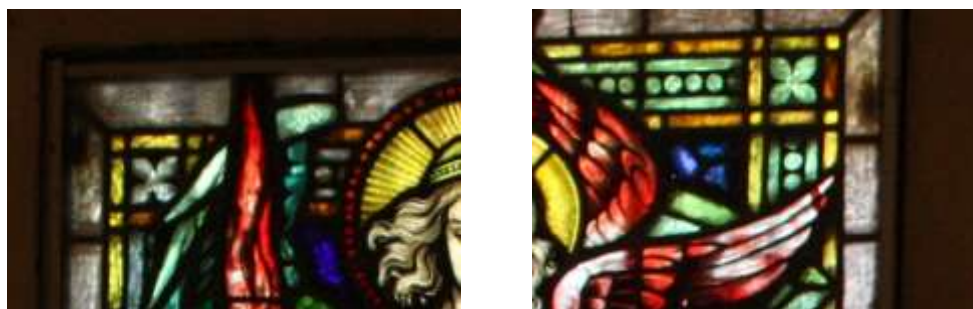
La fotodegradación (Figuras 4b) es una alteración observable en vidrios que han cambiado de color o el color parece haberse desvanecido y que, en este caso, se localiza en los vidrios

de color rojo: 1001u mittel rot auf weiß (Lamberts.de, 2016). Color que es especialmente vulnerable y se ha logrado estabilizar con oro (King, 2016), pero que por su costo suele ser preparado como un vidrio blanco que es laqueado y horneado para fijar el color, esto le da una particularidad frente al resto de los vidrios. También es usual que el maestro vitralista, al desear imprimirle volumen a la composición, use ácido fluorhídrico para desvanecer el color de esta capa (Durán, 2015). Estos vidrios tratados se ven afectados entonces por la continua exposición a los rayos solares UV, que progresivamente degradan la capa pictórica adherida al vidrio, alterando su apariencia.



Figuras 4 a-b: a) Fotodegradación en Vitrales Este. b) Alteración grisallas en Vitrales Este.

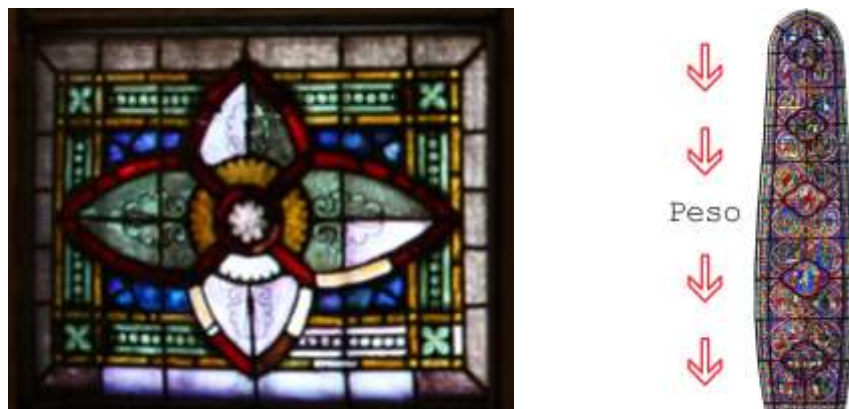
La otra alteración sucede en grisallas (Figura 4a), que parecen interrumpidas en pequeñas zonas o con manchas de suciedad. Esto no responde a un agente biológico, como los que suelen observarse en vidrieras medievales (Corzo; Nieves, 1997), sino a la naturaleza del vidrio. Éste presenta imperfecciones inherentes al tipo Antiguo donde se deposita la grisalla más que en otros puntos. Y estando lleno de burbujas de aire que pueden explotar en el horno, deja áreas perfectamente circulares sin color ni grisalla. La siguiente observación son las manchas que se encuentran en la parte exterior de los vitrales (afectados también los vidrios protectores) debido a la humedad de tipo descendente (Figuras 5 a-b). Esto sucede por una canalización no adecuada de aguas de lluvia en la fachada Este, que permean por el muro hasta gotear en las esquinas superiores de los vanos, este continuo goteo y la condensación crean progresivamente una mancha por humedad.



Figuras 5 a-b: Manchas por humedad en Conjunto Vitrales Este.

Hemos hablado que el vidrio es una estructura molecular amorfa de sílice (SiO_2) y, a pesar que las consecuencias de dicha condición no están muy documentadas, se considera que

ésta es la razón por el siguiente comportamiento. Los vidrios colocados verticalmente van progresivamente aumentando su grosor en la parte inferior (Durán, 2015), este cambio aunado al peso propio del ensamblaje y a la presión ejercida por el vano, desencadena el proceso mecánico de la carga vertical, especialmente si no hay barretas instaladas. Entonces, se observan vidrieras abombadas que pueden evolucionar hasta el desplome total.



Figuras 6 a-b: a) Abombamiento en módulo Conjunto Este. b) Esquema del mecanismo.

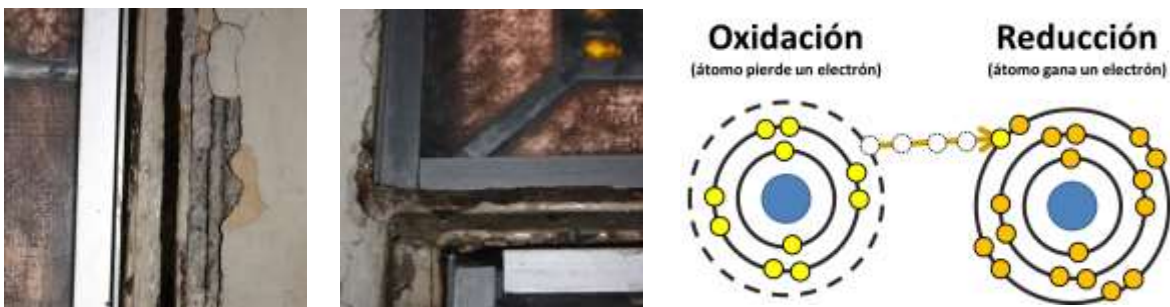
Los dos casos siguientes tienen relación directa con la mano del hombre. Restauraciones inadecuadas, ya que han afectado la integridad material y simbólica del vitral, al realizar operaciones de sustitución y adición de elementos para resolver deterioros que no sólo no se han resuelto, por no haber atacado su causa, sino que sumaron nuevos deterioros. El más vistoso es la integración de vidrios nuevos, que no corresponden ni en características ni en color a los vidrios originales. Algunos son transparentes (Figura 7c) y otros han sido laqueados con técnicas empíricas que con el tiempo ha afectado el color por fotodegradación, comprometiendo la lectura de la vidriera (Figuras 7a-b).



Figuras 7 a-c: Vidrios integrados del Conjunto Vitrales Este.

También se han agregado con tornillos a los marcos de hierro originales, ángulos de aluminio (Figuras 8 a-b), con la intención de solventar problemas de humedad debidos al envejecimiento del mastique industrial, que suele volverse pulverulento. Creando la tormenta perfecta para la corrosión y pérdida de friso debido al proceso químico de óxido-reducción (Figura 8c). La diferencia de la carga electroquímica entre el hierro (Fe) y el aluminio (Al) hace que los electrones libres del hierro (de carga negativa) migren para

unirse al material con mayor carga positiva (Al). Esto deja a los materiales en un continuo desequilibrio de cargas, haciendo que los iones del aluminio atraigan progresivamente los ánodos que quedan en el hierro, logrando que éste pierda su condición material y se transforme progresivamente en óxido ferroso. Este proceso agudiza el deterioro usual por oxidación del hierro, que al descomponerse afecta el friso del vano que lo protege.



Figuras 8 a-c: a-b) Deterioros en carpintería metálica Conjunto Vitrales Este. c) Esquema del mecanismo de óxido-reducción (Plataforma E-educativa Aragonesa, 2016).

CONCLUSIONES

Como se puede apreciar en la revisión de los deterioros y alteraciones, la mayoría son de tipo antrópico, una alerta a cómo debemos actuar ante el patrimonio moderno. Se espera entonces, que esta metodología propuesta pueda ser aplicada por profesionales que se encuentren frente a casos de vidrieras modernas, como un acercamiento a un proceso de restauración que no afecte de forma negativa la imagen, la materia y el símbolo. Igualmente, esta investigación pretende ser un incentivo para futuras indagaciones en distintas disciplinas. Que lleven a horizontes aún más lejanos este conocimiento para la construcción de un compendio práctico de la historia, la técnica y el símbolo del vitral moderno, como de este caso específico, aún con muchos valores por ahondar.

El Conjunto de Vitrales Este, es un ejemplo de una vidriera en buen estado, pero que al ser examinada macroscópicamente proyecta una serie de deterioros que podrían convertirse en fatales. Situación potencial si no existen planes de mantenimiento y musealización adaptados por profesionales a su contexto. La previsión es un punto clave, ya que las vidrieras modernas pueden tener otro desenlace, si se les protege adecuadamente de las condiciones ambientales que han causado el desarrollo de mecanismos biológicos y químicos en vidrieras antiguas, con consecuencias irreversibles. Los vitrales modernos tienen todavía el tiempo a favor y sus componentes y manufactura son de una naturaleza más homogénea, permitiendo la generalización en la toma de acciones.

Primero, se debe realizar la liberación de los vidrios no originales y sustitución por vidrios análogos a los originales (se aconseja realizar con proveedores una lista de tipos y colores). Seguida por la limpieza de vidrios, emplomadura y carpintería metálica; con una combinación de medios secos, detergentes de pH neutro o una solución de ácido acético (CH_3COOH) rebajado en vidrios y sólo medios mecánicos en metales. Es aconsejable la pulitura manual de los vidrios con óxido de Cerio (Ce) y un tratamiento posterior con cera

virgen de abeja (palmitato de miricilo). Estas acciones, junto con un muestreo por profesionales, permitirían comprender las alteraciones en la composición de los vidrios y si es necesaria la integración de vidrios protectores con cámaras de gas o filtros UV. Protección que se anularía por la humedad si los problemas de goteo no son evitados con la integración de nuevos sellamientos de calidad y goteros.

Mientras, la carpintería metálica debe ser sometida a calas cromáticas, consolidación y protección, luego de la desincorporación de los ángulos de aluminio. Estudiando las posibilidades y diseño para el cubrimiento de oquedades (con masilla de uso en la industria automotriz), el injerto de acero en faltantes y la integración de un sistema de barretas, ya que estos paneles cumplen apenas con las normativas del gremio vitralista que prevé paneles de 80 x 80 cm para evitar la carga vertical. Es importante la planificación, coordinación y diseño de estas acciones dentro del proyecto integral de restauración, especialmente las que implican modificar la arquitectura. Actividades como la limpieza de friso en vanos para garantizar el montaje adecuado de los vitrales y el diseño de un sistema de canalización de aguas de lluvia no son válidas si no son gerenciadas de manera eficiente por un grupo multidisciplinario de profesionales y expertos. Un grupo que pueda libremente someter a juicio estas acciones, que respete al monumento y comprenda su labor de atender a la par la doble instancia de técnica y símbolo del patrimonio.

AGRADECIMIENTOS

Se toma este espacio para reconocer a todas las personas e instituciones que permitieron llevar a cabo y difundir esta investigación. En especial al maestro Leonel Durán por abrirme las puertas de su taller y a los profesores Castañeda y Pérez Gallego.

REFERENCIAS

Aular Leal, L. (2014). *De Innsbruck a Paraguaná: Los vitrales austríacos de la catedral de Punto Fijo*. Consultado el 26 de abril de 2015 en: <http://luisaularleal.blogspot.com/2014/11/de-innsbruck-paraguana-los-vitrales.html>

Brandi, C. (1995). *Teoría de la Restauración*. Madrid: Alianza Forma.

Corzo, M. y Nieves, V. (ed.) (1997). *Conservación de vidrieras históricas: análisis y diagnóstico de su deterioro*. Los Ángeles: Getty Conservation Institute.

Durán, L. (2015). Entrevista semi-estructurada en comunicación personal.

King, H. (2016). *What Causes Color in Stained and Colored Glass?* Consultado el 26 de abril de 2015 en: <http://geology.com/articles/color-in-glass.shtml>

González Moreno-Navarro, A. (1999). *La Restauración objetiva: método SCCM de restauración monumental*. Barcelona: Diputación de Barcelona.

Centre Vitrail. (s.f.). *Le verre plat : fabrication et histoire des techniques*. Consultado el 21 de abril de 2015 en: <http://www.centre-vitrail.org/fr/le-verre-plat-fabrication-et-histoire-des-techniques,29.html>

Marcano, L. y del Castillo, N. (2015). *Esquema General. Taller de Conservación I, II y III*. (Material de clase) Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Municipio Libertador. (2007). *Distrito Capital: lo construido I* Caracas: Instituto del Patrimonio Cultural - Catálogo del Patrimonio Cultural.

Muñoz Viñas, S. (2003). *Teoría contemporánea de la Restauración*. Madrid: Síntesis.

Nieto Alcaide, V. (1998). *La vidriera española*. Madrid: Nerea.

Lamberts.de. (2016). *Produkte – Glashütte Lamberts*. Consultado el 26 de abril de 2015 en: <http://www.lamberts.de/produkte.html>

Plataforma E-ducativa Aragonesa. (2016). *Reacciones de oxidación-reducción*. Consultado el 08 de marzo de 2016 en: http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1169/html/21_reacciones_de_oxidacinreduccion.html

Riegl, A. (1987). *El culto moderno a los monumentos*. Madrid: Visor.

Santangelo, M. (s.f.). *Vetro*. Enciclopedia Treccani. Consultado el 26 de abril de 2015 en: http://www.treccani.it/enciclopedia/vetro_res-14aa4363-87e7-11dc-8e9d-0016357eee51_%28Enciclopedia-Italiana%29/

Compound Interest. (2015). *The chemistry of Colored Glass*. (s.f.) Consultado el 26 de abril de 2015 en: <http://www.compoundchem.com/2015/03/03/coloured-glass/>

Tolomelli, D. (s.f.). *La Storia della Vetrata Artistica*. Consultado el 21 de abril de 2015 en: <http://www.ikostudio.it/la-storia-della-ve-trata-artistica/>

PONENCIAS

Área Temática:
**Eficiencia energética y habitabilidad de las
edificaciones y su entorno**

HERRAMIENTAS DE PLANIFICACION SOLAR: METODOS DE ANÁLISIS Y EVALUACION DE RENDIMIENTO ENERGETICO Y AHORRO DE ENERGÍA EN ÁREAS URBANAS

Dra. Nersa Gómez de Perozo¹, Dra. Ester Higuera², Dra. Mercedes Ferrer y Arroyo³

¹ Instituto de Investigaciones; Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad del Zulia (IFAD-LUZ), e-mail: *nersag@yahoo.com*

² Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Escuela de Arquitectura ETSAM. Universidad Politécnica de Madrid-UPM, e-mail: *ester.higuera@upm.es*

³ Instituto de Investigaciones; Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad del Zulia (IFAD-LUZ), e-mail: *ferrer.mercedes@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo de la ponencia es presentar los resultados de una investigación sobre diversos métodos y herramientas aplicadas a nivel internacional (casos de estudio), procedimientos utilizados en las prácticas desarrolladas y su contribución en la evaluación del potencial solar, rendimiento energético y estrategias de optimización solar desarrolladas. El análisis comparativo de técnicas y procedimientos, directrices de referencia y/o herramientas (software) aplicadas, contribuyeron a la selección de la herramienta con mayor posibilidad de adaptación a los objetivos de investigación que indagan sobre la integración de los aspectos solares en los desarrollos multifamiliares urbanos (Bloque abierto) en Maracaibo (Venezuela). La estrategia metodológica comprende tres fases, Fase 1: búsqueda de literatura relevante sobre fundamentos teóricos relativos a la captación de energía y uso eficiente de los recursos, optimización solar, diseño y rendimiento energético, Fase 2: métodos y herramientas de planificación solar, descripción, descripción y análisis de los métodos y herramientas aplicadas y Fase 3: análisis comparativo y selección de la herramienta. Los resultados obtenidos destacan a ECOTECT como la plataforma más apropiada para la evaluación del potencial solar en los espacios exteriores en desarrollos residenciales multifamiliares a nivel local por su capacidad de adaptación a la condición microclimática local, sus instrumentos de análisis y manejo de geometría compleja.

Palabras clave: planificación y optimización solar, potencial solar, diseño y eficiencia energética, herramientas de evaluación.

INTRODUCCIÓN

Las ciudades y sus edificaciones tienen un impacto significativo en el uso de la energía y el medio ambiente, por tanto, el fomentar el aprovechamiento extensivo de la radiación solar en las ciudades se presenta como una estrategia viable para un desarrollo sustentable y puede constituir un aporte significativo en la reducción del consumo de las actuales fuentes energéticas fósiles, con la consiguiente disminución de las emisiones contaminantes (Gago et. al. 2013). Es por ello que la cuantificación de la radiación solar incidente sobre las edificaciones es importante para el diseño adecuado de instalaciones de aprovechamiento de la energía solar, de allí la conveniencia de disponer de valores de radiación solar en la

mayor cantidad de localidades, orientaciones e inclinaciones posibles (González, E, 2011). El interés se debe a que parte de esta energía se disipa en forma de calor intensificado por la radiación solar. Bajo ciertas condiciones este calor se acumula y es atrapado por las estructuras urbanas lo cual puede elevar las temperaturas en ciertas áreas producto de la forma en que se estructura la ciudad. Según POLIS Programa de Energía Inteligente Europa-IEE (2001), actualmente estamos cerca del final de la energía barata (fósil) por lo que debemos hacer de la reducción de la demanda de energía una prioridad ya que el abastecimiento futuro de energía no se realizará desde grandes plantas energéticas, sino desde multitud de plantas pequeñas y descentralizadas, alimentadas cada vez con más fuentes de energía renovable.

Además de trabajar intensamente en el ahorro de energía y eficiencia energética, nos enfrentamos al reto de asumir el potencial de las diversas fuentes de energía disponibles a nivel local e implementar políticas para su aprovechamiento. Según Caamaño et. al. (2011) dentro de las distintas tecnologías de energías renovables los sistemas solares tienen el potencial único de integrarse directamente con el entorno urbano, pudiendo transformar las ciudades en instalaciones centrales de producción masiva de energía verde (energía producida mediante fuentes primarias con respeto al medio ambiente).

La energía solar está estrechamente ligada a la forma, función y distribución de los edificios más que a ninguna otra fuente de energía renovable, por ello se requiere implementar detallados procedimientos de planificación solar que tomen en cuenta todos estos requisitos especiales. Sin embargo, los sistemas solares también pueden desempeñar un papel en los edificios ya existentes ya que pueden garantizar el potencial solar del entorno. Con este fin se han desarrollado nuevas técnicas e instrumentos de análisis con tecnología de escaneo láser integrada a sistemas de información geográfica GIS o en proyectos piloto en el contexto de la tipología urbana actual (POLIS, 2011). Por tanto, es conveniente utilizar las cifras ya disponibles para evaluar el potencial efectivo integrando las tecnologías solares en las áreas urbanas, poniendo en práctica las investigaciones, proyectos piloto y estrategias integradas al campo de la planificación urbana. Por ello es importante analizar las experiencias aplicadas con el fin de conocer los métodos y herramientas de planificación solar utilizados para la selección de la plataforma más adecuada para evaluar del potencial solar en la microescala urbana y a futuro determinar estrategias clave de optimización solar en los desarrollos residenciales, acorde a la condición energética local.

El objetivo de la ponencia es presentar los resultados de una investigación que indaga los diversos métodos y herramientas aplicados a nivel internacional (software) y su contribución a la evaluación del rendimiento energético y estrategias de optimización para el uso óptimo de los recursos solares. El propósito es realizar un análisis cualitativo de las herramientas seleccionadas, comparar los métodos y procedimientos utilizados a fin de seleccionar la más adecuada para el estudio energético y planificación solar en las áreas exteriores de los desarrollos multifamiliares (Bloque abierto) a nivel local. El trabajo comprende tres fases, Fase 1: búsqueda de literatura relevante relativa a captación de energía y uso eficiente de los recursos, optimización solar; diseño y rendimiento energético

Fase 2: métodos y herramientas de planificación solar, descripción, descripción y análisis de los métodos y herramientas aplicadas, y Fase 3: análisis comparativo y selección de la herramienta para el estudio del potencial solar. Los resultados obtenidos destacan a ECOTECT como la plataforma más apropiada para la evaluación del potencial solar en los desarrollos residenciales a nivel local debido a su capacidad de adaptación a la condición microclimática, sus instrumentos de análisis y el manejo de geometría compleja.

6. REVISION DE LITERATURA

A fin de garantizar el acceso y aprovechamiento solar algunos países de la Unión Europea han empezado a pensar en la planificación solar analizando los aspectos teóricos asociados a la temática energética y la adopción de herramientas a fin de regular e integrar dispositivos de captación solar y la optimización y rendimiento energético en el diseño urbano como respuesta a la crisis energética, reducción de contaminación y ajuste de costos. En este sentido se desarrollan algunos conceptos clave vinculados a la temática relativos a captación de energía solar, optimización solar y rendimiento energético, métodos y herramientas de planificación solar.

6.1 Captación de energía y uso eficiente de recursos en el medio urbano

Tal como lo reflejan los estudios, algunos investigadores han abordado el problema de acceso solar en los entornos construidos densamente urbanizados las que han arrojado directrices que buscan garantizar o controlar la entrada solar en los espacios exteriores urbanos. Los estudios destacan que la consideración de los derechos solares en el diseño urbano es esencial, permite el rendimiento solar activo y pasivo de las edificaciones y mejora las condiciones de los habitantes en las calles, aceras y los espacios abiertos. Un diseño que no considere los derechos solares puede generar condiciones no favorables en los edificios y su contexto. El diseño urbano es vital para cualquier noción de sostenibilidad ya que permite hacer uso de fuentes de energía para aumentar la comodidad en espacios exteriores. Esta noción ayuda a conocer cómo afecta la estructura del entorno construido la condición microclimática derivada de la interacción entre el clima y componentes del microespacio (Gómez, N, 2012).

De acuerdo a Gago et al. (2013), desde las primeras fases y decisiones del diseño es necesario considerar la implantación del edificio y los parámetros sobre relación parcela verde, factor de vista de cielo, densidad de construcción, área de superficie de pared, zona de pavimento, albedo, entre otros. Estos factores condicionan la adaptación microclimática, determinan el grado de respuesta a los requerimientos de habitabilidad de los usuarios y perfilan el consumo energético durante el ciclo de vida. Según Sosa, M. (2011), la integración del aprovechamiento de energía solar a nivel urbano pasa por estudiar la adaptabilidad que presentan las superficies para recibir y aprovechar la energía. Las fachadas, terrazas y cubiertas, así como los elementos arquitectónicos deben concebirse acorde a la sostenibilidad y autonomía energética. Plantea que en los próximos años se incrementará la introducción de tecnología solar en los entornos urbanos a fin de cubrir las necesidades de consumo adaptadas a los consumos reales, mediante el aprovechamiento de superficies no utilizadas (cubiertas, fachadas), ahorro en materiales de revestimiento (tejas,

vidrios, cubiertas), ahorro en pérdidas o ganancias por conducción. Igualmente la consideración de las condicionantes arquitectónicas de orientación, sombreado entre edificios, ventilación y complejidad de las instalaciones.

En la actualidad las morfologías urbanas favorecen las geometrías verticales las cuales configuran un complejo escenario donde se distribuye la radiación solar de manera irregular producto de los efectos dinámicos generados por las sombras sobre las edificaciones, su ocurrencia puede mitigar eventuales ampliaciones o reducciones de disponibilidad de radiación solar (Freitas et. al. 2014). Asimismo la distribución de los edificios y la estructura urbana afectan las condiciones energéticas, actúa en el ahorro energético y condiciona los aspectos de absorción de energía solar, flujos de radiación solar y aire entre los edificios y formación de corrientes de viento que favorecen la dispersión y absorción de energía. Los estudios de Liu et. al. (2012) tratan los aspectos de diseño urbano asociados al concepto de eco-eficiencia, señalan que la atención de los aspectos de energía en el diseño de ciudades más compactas podrían aumentar la eco-eficiencia. Esta posición sugiere que un aumento de densidad reduce el consumo de energía.

En cuanto a la densidad construida, las investigaciones de Cheng et. al. (2006) analizan las diversas influencias de esta variable en el acceso de luz urbana y potencial solar. Los resultados revelan que los factores luz del día, factor de vista al cielo y potencial solar dependen de la relación con la parcela, mientras el potencial solar de las fachadas se relaciona con la cobertura del sitio y al grado de obstrucción horizontal.

En relación a la acumulación solar, Compagnon (2004) analiza los efectos de la geometría, el diseño y la orientación vinculados al potencial de fachadas y techos para fines energéticos. El resultado refleja que más del 30% de la superficie de fachadas y techos son adecuadas para uso de las técnicas solares pasivas y el 50% para técnicas solares activas.

1.2 Optimización solar y rendimiento energético

La optimización solar es una oportunidad para mejorar el rendimiento energético solar pasivo y recurso solar activo (fotovoltaico y térmico) utilizando los edificios como apoyo de tecnología de producción energética solar activa y de control de áreas sombreadas (POLIS, 2011). El análisis de optimización solar provee una oportunidad para evaluar los desarrollos urbanos existentes y los nuevos desarrollos en términos de puntos fuertes y débiles de rendimiento solar.

Uno de los parámetros a considerar en optimización solar es el flujo del aire y su relación con el diseño urbano, en la combinación de edificios altos y calles estrechas se atrapa el aire caliente, se reduce el flujo de viento y disminuye su velocidad lo que afecta la captación de energía y favorece el efecto de calor urbano (Gago et. al. 2013). Diversos métodos estiman la rugosidad aerodinámica urbana y la vinculación del flujo del aire, corredor urbano y absorción de energía, y comprueban que los edificios altos generan múltiples reflexiones de radiación horizontal lo cual aumenta la probabilidad que la energía permanezca en la superficie del suelo.

Otros elementos como techos, pavimentos y espacios verdes, pueden favorecer el enfriamiento de las superficies y reducción del consumo de energía. El verde urbano se destaca como moderador de temperaturas y de los procesos de evapotranspiración y sombreado de superficies (Bowler, et. al. 2010). Al igual que la refrigeración por evaporación y sombreado de los árboles genera enfriamiento de la atmósfera por interceptación de la radiación solar que previene el calentamiento de la superficie del suelo y del aire.

Conforme a Wong et. al. (2011), existen tres elementos que afectan la temperatura urbana a escala local, los edificios, espacios verdes y pavimentos. Afirman que el 100% de cobertura de vegetación en sistemas de verdor vertical resulta eficaz en la reducción de la temperatura media radiante en fachadas de cristal. Existe correlación lineal entre el coeficiente de sombra y el índice de área foliar, un índice de sombreado inferior conduce a mayor aislamiento térmico.

En cuanto al factor albedo, Taha (1997) sostiene que la distribución de temperatura en las zonas urbanas es afectada por el balance de la radiación urbana. La radiación solar incidente sobre las superficies urbanas se absorbe y se transforma en calor sensible, los techos y superficies forman una masa donde se acumula el calor que es emitido al medio ambiente. La intensidad de la onda depende de las superficies visibles al cielo y características de los materiales. El uso de materiales de alto albedo reduce la radiación solar absorbida por las envolventes y estructuras urbanas.

En los análisis sobre los pavimentos y materiales comúnmente utilizados en los espacios urbanos al aire libre, los estudios de Doulos et. al. (2004) destacan las variaciones de temperatura media diaria producto de las diferencias del factor albedo de cada material. Los autores plantean que las superficies ásperas y colores oscuros (materiales calientes) tienden a absorber más radiación solar que las superficies planas lisas y de colores claros (materiales fríos). Sugieren el uso de materiales fríos preferiblemente en entornos urbanos de clima cálido y utilización de materiales calientes en climas fríos.

MÉTODOS Y HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN SOLAR.

El objetivo principal del proceso de planificación solar es facilitar en las áreas urbanas la integración del aspecto solar en cada fase del proyecto para tratar de garantizar niveles mínimos en la demanda de energía y el uso óptimo de los recursos solares mediante el uso de técnicas pasivas y activas. Sin embargo, uno de los principales problemas para el estudio solar en un espacio urbano es la determinación de la escala a estudiar, ya que existen grandes diferencias entre los procesos que se generan en las diversas escalas que impiden definir un único sistema multiescalar aplicable a todos los casos. Se opta por la utilización de diferentes herramientas, por tanto es necesario indagar los diversos sistemas de aplicación y sus limitantes, algunos requieren mediciones especiales in situ; otros son aplicables a lugares concretos. La opción de aplicar diferentes sistemas o mezcla de datos simulados con datos reales aumenta la incertidumbre por la suma de errores intrínsecos.

De ahí que el uso de determinados instrumentos permite alcanzar optimización solar mediante directrices de referencia y/o herramientas de software adaptados a las condiciones urbanas y objetivos de la evaluación. El cálculo computacional ha permitido el desarrollo de metodologías de simulación cada vez más elaboradas, capaces de considerar un número mayor de variables y de mejorar el conocimiento y la previsión de procesos que se generan en el entorno urbano. Diferentes programas informáticos han ido perfeccionando sus herramientas de evaluación solar y cuantificación de fachadas con radiación solar directa. Un método muy utilizado para la optimización solar y el rendimiento energético es la técnica de simulación que permite evaluar las situaciones de la realidad y comparar diferentes situaciones con el plan original o con soluciones óptimas simuladas. El uso de las simulaciones en 3D ayuda a predecir condiciones como horas de sol directo en las fachadas y zonas sombreadas, al igual que los cambios de un edificio o conjunto de edificios que pudiesen intervenir en la captación del potencial solar mediante la manipulación de las edificaciones, cambios en las dimensiones, volumen y densidad, variación de la orientación, altura y de la vegetación circundante.

6.2 Descripción de herramientas de estudio del potencial solar urbano.

En este estudio se presenta la descripción y análisis de algunos herramientas aplicados en diferentes contextos y experiencias de evaluación y planificación solar en función de los objetivos planteados para el análisis y comprensión de la condición energética a diversas escalas del espacio urbano mediante diversos métodos de modelación energética. Con este propósito se seleccionaron las herramientas SUNtool, Solene, RayMan, Autodesk Ecotect Analysis 2010, ENVI-met, dadas sus características es posible la evaluación del potencial solar en las áreas exteriores y determinar las técnicas adecuadas para captación y aprovechamiento solar en los espacios urbanos, objeto del estudio.

Herramienta SUNtool

Consiste en un enfoque multiescalar propuesto por Robinson (2011) desarrollado con doble función, para la definición de pautas de diseño bioclimático y con fines educativos. Facilita el análisis y comprensión de los procesos producidos en el espacio construido y considera la integración de dos sistemas: la mesoescala que simula las condiciones a nivel de ciudad y a escala más detallada los barrios en estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Herramienta SUNtool

OBJETIVO	Realizar una modelación energética a partir de la estimación de las obstrucciones solares calculadas en el espacio urbano.
METODO	Es una interface donde el usuario puede seleccionar la localización y datos inteligentes incluyendo valores climáticos y características de los edificios (ocupación, tipología, sistemas de acondicionamiento, etc.). En la interfaz se define la geometría 3D de edificios, características de la simulación y los datos de salida.
	El primer componente, interfaz gráfica, es compatible con los principales software de diseño: CAD, ArchiCAD, Sketchup, Rhino, y

SOFTWARE	con herramientas de modelación ambiental como LT, Ecotect y Tas. El segundo componente el motor de simulación ‘Solver’, constituido por diferentes módulos que pueden calcular separadamente el comportamiento microclimático, térmico, estocástico y de vegetación
MODELO DE CALCULO	<p>Integra un modelo de cálculo dinámico del espacio urbano y el edificio basado en las teorías de fluido dinámico e intercambio radioactivo compuesto por diferentes módulos de simulación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Microclimático: basado en aplicación de principios de hidrodinámica, intercambio de radiación solar de onda larga y corta, calor antropogénico y evapotranspiración. -Consumo energético: evalúa la demanda energética de los edificios según características, ocupación, influencia del microclima y sombras. -Modelo estocástico: Referido a modificación del flujo de aire y temperatura y/o ocupación del espacio, generación de residuos, energía y biogás y uso de iluminación natural asociada a la ocupación. -Plantas: dimensionamiento plantas de distribución de energía y agua.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Robinson 2007

Herramienta SOLENE

La herramienta aplicada por Miguet (2008) se basa en el diseño de un modelo 3D para evaluar la concepción climática de los proyectos de arquitectura. El sistema se aproxima al comportamiento real del espacio urbano pero la calidad de resultados depende de la calidad y precisión de los datos de entrada, lo que limita el modelo. El objetivo es apoyar el diseño de nuevos espacios urbanos y generar pautas para disposición y morfología de edificaciones, calles, distancias entre bloques y permitir el aprovechamiento solar e iluminación natural (Tabla 2).

Tabla 2. Herramienta SOLENE

OBJETIVO	Soportar el diseño bioclimático de los edificios en el espacio urbano y formular conocimientos teóricos que constituyan una base referencial en el diseño arquitectónico.
METODO	El modelo 3D integra diferentes módulos de cálculo que incorporan la radiación solar, iluminación y efectos térmicos, condiciones exteriores y confort de los usuarios. El modelo está compuesto por una malla que define el espacio urbano y cielo hemisférico simula la radiación difusa
	<p>Calculo de radiación solar:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Radiación solar e iluminación: cantidad de radiación solar (W/m²) y de iluminación (lux) recibida por las superficies urbanas, directa, indirecta y reflejada. -Mapas de repartición: distribución de la radiación, zonas sombreadas. -Iso-shadow: representación en un mapa de isolíneas del ratio de la radiación solar incidente en edificios y zonas no obstruidas. -Rosa de orientación: exposición solar de fachadas por orientación.

<p>MODELO DE CALCULO</p>	<p>-SVF: expresado en un mapa con valores de 0 a 1. Cálculo de simulación energética: -Temperatura superficial y flujo de energía de las fachadas y entre las superficies horizontales y la atmosfera; cálculo de emisiones de superficies, flujo de calor entre aire y superficie y transferencia de calor por conducción. Datos de entrada: indicación temporal, datos meteorológicos in situ (temperatura del aire, velocidad y dirección del viento, nebulosidad o cobertura de nubes) y descripción detallada de materiales y propiedades físicas.</p>
--------------------------	---

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Miguet 2008

Herramienta RayMan

El instrumento propuesto por Matzarakis et. al. (2007) es sencillo y capaz de proporcionar una buena resolución del balance del flujo radioactivo y la evaluación termo fisiológica de las personas. Suministra el valor de Temperatura Media Radiante (TMR) utilizada para determinar índices de confort térmico, PMV38, el PET39 y SET40.

El software es empleado para conocer el grado de confort proporcionado por los árboles en parques urbanos, la ventaja es que permite el cálculo computacional en muchos escenarios y con baja inversión de tiempo pero de uso limitado por la exigencia de datos climáticos medidos in situ. La herramienta representa una alternativa complementaria ya que no permite determinar valores climáticos predictivos (Tabla 3).

Tabla 3. Herramienta RayMan

<p>OBJETIVO</p>	<p>Proporcionar el balance del flujo radioactivo y la evaluación termo fisiológica de las personas.</p>
<p>METODO</p>	<p>Los datos de cálculo requeridos son; temperatura del aire, humedad y velocidad de viento, y definición de la geometría del espacio. Es una interfaz gráfica sencilla que permite definir la geometría del espacio.</p>
<p>MODELO DE CALCULO</p>	<p>La herramienta incorpora el cálculo del SVF y su visualización en una imagen de ojo de pez. El software también puede emplearse para la determinación de sombras, radiación solar media y máxima diaria y las horas de sol.</p>

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Matzarakis 2007

Herramienta Autodesk Ecotect Analysis 2010

El software de simulación y análisis energético Autodesk Ecotect Analysis 2010 (Tabla 4) orienta a los proyectistas en las primeras fases de diseño de edificios y en las fases sucesivas en la evaluación de demandas y consumos energéticos. Integra un módulo de estudio urbano enfocado a obtener la mejor orientación con fines de aprovechamiento solar.

Ecotect se utiliza en el estudio energético de los edificios, sin embargo, el sistema realiza una buena aproximación al análisis de radiación solar, componente de cielo y estudio de sombras, elementos importantes en el diseño bioclimático de los espacios urbanos (Marsh, 2010). El método ha sido empleado como sistema complementario para estudiar la componente radioactiva y del SVF en la fase de análisis del estado actual. Sin embargo, el uso del software es limitado en rehabilitación urbana pues no prevé modificación sustancial de los volúmenes de los edificios.

Tabla 4. Herramienta Ecotect

OBJETIVO	Estudiar los diferentes comportamientos energéticos de los edificios, incluye módulos de análisis de la radiación solar, iluminación natural, consumo de agua y propagación del ruido. Asimismo, analizar los componentes del exterior para el diseño bioclimático de los espacios urbanos.
METODO	Incorpora valores climáticos específicos a través de la herramienta Weather Tool, también datos de temperatura, radiación solar, intensidad y dirección de los vientos. Estos datos pueden consultarse con diferentes sistemas de visualización y permite superposiciones con otros diagramas de aprovechamiento solar.
MODELO DE CALCULO	Realiza cálculos avanzado de la componente solar analizando dos parámetros, factor vista al cielo y radiación solar incidente y reflejada en el espacio urbano. Los modelos geométricos 3D de los casos de estudio pueden realizarse directamente a través del módulo de diseño o desde otros programas como Autocad, Revit o Sketchup.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Marsh 2010

Herramienta ENVI-met

Se emplea en numerosas investigaciones de simulación microclimática del espacio urbano y ha sido diseñada para simular las condiciones en la micro-escala (Tabla 5). De acuerdo a Wong et. al. (2010), el instrumento permite evaluar el efecto de la vegetación en el espacio urbano y el efecto de absorción y reflexión de radiación solar y evapotranspiración en diversos escenarios de rehabilitación para mitiga el microclima.

Tabla 5. Herramienta ENVI-met

OBJETIVO	El propósito es modelar la interacción entre superficies-plantas-aire en un entorno urbano, basado fundamentalmente en modelos de fluidodinámicos y termodinámica (Bruse, 2012).
METODO	Modelización 3D del espacio para obtener un amplio abanico de resultados sobre parámetros meteorológicos, calidad del aire y confort. Los datos de entrada sobre geometría y datos climáticos de partida pueden recopilarse fácilmente de estaciones meteorológicas cercanas.

MODELO DE CALCULO	Cálculo avanzado de la componente solar en áreas específicas analizando dos parámetros: el factor de vista al cielo y la radiación solar incidente y reflejada en el exterior. Los modelos 3D a simular pueden realizarse directamente en el programa a través del módulo de diseño o desde otros programas como Autocad, Revit o Sketchup.
-------------------	---

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Wong 2010

3. ANÁLISIS COMPARATIVO Y SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA

El cuadro 6 presenta la comparativa entre propiedades y características destacadas en los sistemas analizados. Se observa que la mayoría de herramientas presentan ciertas coincidencias en el cálculo, variables y datos requeridos en la evaluación solar urbana.

Tabla 6. Comparativa de herramientas

Herramienta	Objetivo	Método	Modelo de calculo
SunTool	Estima intercambio de calor entre superficies y el aire, obstrucciones solares espacio urbano.	Define geometría 3D de edificios, la simulación y los datos de salida	Se basa en teorías de fluido dinámico. Apoya sistemas 3D, CAD, Ecotec ArchiCad, Sketchup.
SOLENE	Simula claridad del cielo y dirección de radiación onda directa y reflejada en diseño bioclimático de edificios espacio urbano	Modelo 3D y visualización en 2D. Incluye cálculo de radiación solar, iluminación, efectos térmicos y confort.	Calculo de radiación solar e iluminación. Cálculo de temperatura y flujo de energía. Cálculo de emisiones, flujo y transfer. de calor.
Rayman	Estima transmisión de onda e intercambio radioactivo, efectos de las nubes y obstáculos sólidos	Modelo en 3D y visualización en 2D. Datos: temperatura, humedad, vel. viento, flujos de radiación.	Incorpora Factor vista al cielo (SVF). Determina sombras, radiación solar media y máxima diaria y las horas de sol.
Ecotec	Evalúa comportamiento energético de edificios y componentes exteriores del diseño bioclimático espacio urbano. Permite exportar datos a otros modelos	Modelos 3D, exporta datos de módulo de diseño o desde AutoCad, Revit o Sketchup. Datos: temperatura, radiación intensidad y vientos.	Incluye módulos de análisis de radiación solar, iluminación. Analiza el factor vista al cielo y la radiación solar incidente y reflejada en el espacio urbano.
ENVImet	Simula la radiación directa, reflejada y emitida por el entorno urbano. Incluye mecánica de fluidos y termodinámica.	Modelo transmisión de calor. Datos: velocidad de viento, temperatura, humedad flujos radiactivos, dispersión de contaminantes.	Modelado de cuatro interfaces: mapas digitales, editor base de datos, área de modelado y datos de salida con posibilidad de edición a otros programas.

Fuente: elaboración propia

En la revisión de los métodos y herramientas se evidencia que la mayoría de instrumentos utilizan cálculos numéricos que contribuyen a la predicción de horas de sol en fachadas, zonas sombreadas y cambios edificatorios intervinientes en la captación solar. Asimismo, coinciden en el uso de algunas variables y de modelos 3D que son los que más se adaptan a la evaluación de escenarios de la realidad local (casos de estudio). El estudio comprueba que las herramientas son de un alto nivel de complejidad, la realización de un modelo es laboriosa y compleja por la cantidad de factores intervinientes. Sin embargo, el cálculo computacional ayuda al avance hacia modelos más complejos cercanos a nuestra realidad.

3.1 Selección de la herramienta

Una vez analizados los sistemas se propone el programa ECOTEC como alternativa que satisface el compromiso entre la dificultad de realización del modelo y la consecución de resultados considerando los recursos técnicos disponibles. Por la fuerza de los instrumentos de análisis y su capacidad en el manejo de geometría compleja, ECOTECT es la plataforma elegida para analizar el potencial solar y consumo energético adaptado al clima tropical local. El programa facilita la transferencia de geometría y aumenta la velocidad de cálculo de ganancia solar por la simplicidad de entrada y capacidad de importar geometría, gráficos, y exportar resultados en herramientas más avanzadas. Ecotect aplica la simulación del patrón de intensidad y distribución de la radiación solar en las superficies, combina una interfaz gráfica con herramientas de análisis disponibles en el software para el análisis de las cargas térmicas, flujo del aire, iluminación, sombras y reflexión, protecciones solares, radiación solar y acústica.

4. CONCLUSIONES

El tema analizado sobre aplicación de métodos y herramientas en experiencias prácticas de evaluación aplicadas a nivel internacional y latinoamericano (casos de estudio), conllevó a conocer y evaluar los procedimientos utilizados y orientó la selección de la herramienta adecuada para evaluar el potencial solar a nivel local. La indagación muestra la aplicabilidad de los instrumentos en el análisis del comportamiento térmico-energético (casos de estudio) y la contribución del cálculo computacional en la obtención de datos relativos a consumo energético, condiciones climáticas y ganancia solar en las áreas exteriores urbanas. El proceso destacó a ECOTEC como la plataforma más apropiada por sus ventajas técnicas para análisis, retroalimentación de la información y predicción de la condición energética exterior. El sistema proporciona beneficios cuando se conocen sus alcances y limitaciones. El uso de equipos sencillos y de acceso gratuito al programa también influyen en la selección como herramienta de cálculo solar prevista para el estudio.

5. REFERENCIAS

Bowler, D.; Buyung, A.; Knight, T.; Pullin, A. (2010). Urban greening to cool towns and cities: a systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 97, pp. 55-147.

Bruse, M.; Wania, A.; Blond, N.; Weber, C. (2012). Analyzing the influence of different street vegetation on traffic-induced particle dispersion using microscale simulations. *Journal of Environmental Management*, Vol. 94, pp. 91-101.

Caamaño, M.; Higuera, E.; Neila, J. (2011). *Hacia un Urbanismo solar. Proyecto europeo POLIS Energías renovables 2010-2020*. Instituto de Energía Solar-Universidad Politécnica de Madrid. Extraído en agosto 2015. Disponible en: <http://www.polis-solar.eu>

Compagnon, R. (2004). Solar and daylight availability in the urban fabric. *Energy and Buildings*. Vol.36, pp. 321-338.

Cheng, V.; Steemers, K.; Montavon, M.; Compagnon, R. (2006). Urban form, density and solar potential. *PLEA 2006*, pp. 6-18, Geneva, Switzerland.

Doulos, L.; Santamouris, M.; (2004) Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials. *Solar and Energy*. Vol. 77, pp.49-:231.

Freitas, C.; Catita, C.; Redweik, P.; Brito, M. (2014). *Modelling solar potential in the urban environment*: Reed Elsevier, Pennsylvania.

Gago, E.; Roldan, J.; Pacheco, R.; Torres, J.; Ordóñez, I. (2013). The city and urban heat islands: Are view of strategies to mitigate adverse effects. Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal*. España. Disponible en: <http://www.elsevier.com/locate/rser>

González, E. (2011). *Estimación de la irradiancia solar global en las envolventes de un edificio estándar en la ciudad de Santiago, región metropolitana, mediante un modelo de simulación*. Doctorado en Ciencias meteorológicas. Universidad de Chile, Santiago.

Gómez, N. (2012). *Control ambiental del espacio urbano. Estrategias para el control microclimático del espacio entre edificaciones en clima cálido-húmedo*. Doctorado en Ciencias Ambientales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid-UPM, Madrid.

Liu, Y.; Song, Y.; Arp, H. (2012). Examination of the relationship between urban form and urban eco-efficiency in China. *Hábitat International*. Vol. 36, pp.7-17.

Marsh, A. (2010). *Thermal Modelling: The AUTODESK - ECOTEC (Version 5.6)*. Extraído en enero 2016. Disponible en: <http://www.squ1.com>

Matzarakis, A.; Rutz, F.; Mayer, H. (2007). Modeling Radiation Fluxes in Simple and Complex environments-application of the RayMan Model. *International Journal of Biometeorology*. Vol. 51, pp. 323-334.

Miguet, F. (2008). A further step in environment and bioclimatic analysis: the software toll Solene. *Journal of Civil Engineering and Architecture*. Vol. 2, pp. 58-67.

POLIS Programa de Energía Inteligente Europa (IEE) (2001). *Identificación y movilización del potencial solar mediante estrategias locales. Directrices basadas en las experiencias piloto de Lisboa, Lyon, Malmö, Múnich, París y Vitoria-Gasteiz*. Documento en línea: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/ieeprojects/files/projects/documents/polis_guidelines

Robinson, D. (2011). *Computer Modeling for Sustainable Urban Design: Physical Principles, Methods and Applications*. Earthscan Publications Ltd. London, Routledge Publisher, London and USA.

Sosa, M. (2011). Desarrollo de método paramétrico para determinar índices de eficiencia energética para fachadas en edificios con sistema de acondicionamiento activo. *Revista Ambiente y Sostenibilidad*. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, pp.19.

Taha, H. (1997). Urban climates and hest islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*. Vol. 25, pp. 99–103

Wong, N.; Kwang, T. (2010). Thermal Evaluation of Vertical Greenery Systems for Building Walls. *Building and Environment*, Vol. 45, No. 3, p. 663-672.

Wong, N.; Jusuf, S.; Chen, Y.; Sathyanarayanan, H.; Manickavasagam, Y. (2011). Evaluation of the impact of the surrounding urban morphology on building energy consumption. *Solar and Energy*. Vol. 85, pp. 57–71

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN VIRTUAL DE CALCULO DE LAS POTENCIALIDADES DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PASIVA

MSc. Arq. Mary Ruth Jiménez¹, Esp. Arq. Ernesto Lorenzo Romero².

¹ Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *aldila13@gmail.com*

² Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *ernestolorenzor@gmail.com*

RESUMEN

El presente trabajo plantea los resultados de un proyecto desarrollado en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción en su segunda etapa, el cual contempla el desarrollo de una aplicación web para el cálculo y dimensionado de los sistemas de climatización pasiva en las áreas de requerimientos de habitabilidad de las edificaciones y economía de la construcción, con el fin de facilitar su transferencia, socialización y aplicación dentro del contexto climático venezolano.

A tal efecto se diseñó y desarrolló dicha aplicación tanto para web como para escritorio, utilizando Java Script como lenguaje de diseño y programación. Correr la aplicación generará diferentes resultados de cálculo a partir de fórmulas especialmente desarrolladas para tal fin y cuyos valores crean gráficas de comportamiento de temperatura, carga de enfriamiento, potencial de enfriamiento y predicciones generales.

Cabe destacar que este desarrollo ha aprovechado las ventajas de la edición digital y la difusión por internet, ofreciendo la posibilidad de dar respuesta vía online a consultas y/o cálculos asociados a los sistemas de climatización pasiva desarrollados en el instituto, posibilitando desarrollos futuros para acercar más el conocimiento y la experiencia constructiva a profesionales del sector.

Palabras clave: Transferencia tecnológica, Difusión, Aplicación web, Climatización pasiva, Arquitectura sostenible.

INTRODUCCIÓN

Desde que Internet y la web fueron creados, una cantidad infinita de posibilidades se han abierto y en general el mercado está evolucionando de una forma trepidante gracias a las últimas tendencias tecnológicas, quizás, la más importante y usual sea el acceso de datos e información desde cualquier coordenada terrestre. Considerando la inmensidad de información que viaja en la internet y para ampliar este dato, Ted Holmes (académico de la Universidad de Calgary), afirma que en 2013 Google en un día procesaba 20 petabytes de información (1 petabyte es poco más de un millón de GigaBytes) y de acuerdo a un amplio estudio sobre redes sociales e internet del 2016, We Are Social destaca que de los 7.395 millones de habitantes del planeta, 3.419 millones tienen acceso a internet, 2.307.000.000

usan regularmente las redes sociales, 3.790.000.000 personas utilizan un teléfono móvil y 1.968 millones de personas acceden a las redes sociales a través de estos.¹⁵

Aunado a esta realidad, tenemos que el auge del desarrollo de aplicaciones web¹⁶ hoy por hoy, ha supuesto la apertura de un gran abanico de oportunidades de Investigación y Desarrollo (I+D) debido a las ventajas que ofrece internet como tal, y que resultan en un verdadero desafío, dado que los avances tecnológicos exigen aplicaciones más rápidas, ligeras y robustas que den respuestas más eficientes a los requerimientos de una demanda constante.

Este artículo como avance de la investigación denominada Cuantificación de la potencia de enfriamiento vs consumo de sistemas pasivos de climatización en Venezuela financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), en el apartado correspondiente al diseño y desarrollo de una aplicación virtual de cálculo, propone como puntos focales tanto el desarrollo de la aplicación virtual de cálculo como el diseño web de la misma, con el objetivo de proporcionar una herramienta rápida y fiable para el cálculo de las potencialidades de los sistemas de climatización pasiva.

Atendiendo a estas consideraciones, es importante aclarar que el desarrollo de aplicaciones web es un proceso que pasa por varias fases: desde la **concepción de la idea** hasta la **distribución** del producto final, pasando por la **programación** de las diferentes funcionalidades. El trabajo no consiste sencillamente en escribir códigos y perfilar el software. Se trata por tanto de un proceso con varias etapas bien diferenciadas.

Según Antonio Ovejero, desarrollador de Android, el primer paso, como en todo, es la **identificación del problema**. La segunda fase se centra en el **diseño del concepto**, es decir, en trabajar la idea original, y una vez decidida la idea se procedería a especificar al máximo posible las **características de la aplicación**, sus niveles, los dibujos relacionados con la usabilidad de los menús, el listado de recursos gráficos que se van a necesitar y todos los elementos asociados a su desarrollo.

Cuando la idea está plenamente desarrollada, la siguiente fase consiste en **planificar el diagrama de clases y la arquitectura de la aplicación**. Al mismo tiempo se comienza con el **diseño gráfico**, que se construirá siguiendo la línea marcada por el concepto resultante del proceso anterior. El siguiente paso, una vez completado el desarrollo, son las **pruebas** y como último paso, es hacer llegar a los usuarios el **producto final**, es decir, el **lanzamiento**.

¹⁵ Simon Kemp. We are social. Digital in 2016. <http://www.slideshare.net/wearesocialsg>. abril2016 14:01pm

¹⁶ Aplicación de software que se codifica en un lenguaje soportado por navegadores web en la que se confía la ejecución al navegador, es decir, aquellas herramientas que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de internet. Luján Mora, Sergio. Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web (1ª edición). Editorial Club Universitario. 2002. ISBN 978-84-8454-206-3, 321 pp

En cuanto al diseño web, también exigirá sus fases, las cuales contemplan actividades de **planificación, diseño, implementación y mantenimiento** del sitio. No es simplemente la implementación del diseño convencional ya que se abarcan diferentes aspectos como el diseño gráfico, diseño de interfaz y experiencia de usuario (navegabilidad, interactividad, usabilidad, arquitectura de la información) entre otras cosas.

Por ello, el sistema de información propuesto además de complementar las iniciativas ya realizadas de difusión tradicional (publicación de libros, presencia en redes virtuales, manuales virtuales) de los resultados de I+D, deberá brindar la totalidad de los elementos que conforman los datos, en una estructura robusta y homogénea, flexible ante los futuros cambios, dando respuesta al objetivo de esta fase, que reza: Desarrollar e implementar una unidad de interfaz virtual que facilite la difusión, transferencia tecnológica y apropiación de los sistemas estudiados.

Amparados bajo estas premisas centramos la atención en el uso de los medios y las tecnologías de la comunicación en el ámbito de la diseminación, difusión, comercialización y gestión de información de productos de Investigación y Desarrollo (I+D) que se generan en el IDEC, particularmente aplicado a las potencialidades de los sistemas de climatización pasiva.

Base del Proyecto

Como hemos venido mencionando, la propuesta contempla el diseño y desarrollo de una aplicación web y de escritorio para el cálculo y dimensionado de los sistemas de climatización pasiva en las áreas de requerimientos de habitabilidad de las edificaciones y economía de la construcción, con el fin de facilitar su transferencia, socialización y aplicación dentro del contexto climático venezolano.

Refuerza lo anteriormente expuesto, las ventajas asociadas al uso de aplicaciones web, las cuales van desde ahorro de tiempo y espacio en disco (no hay que instalar programas adicionales), actualizaciones inmediatas, bajo consumo de recursos (las tareas son realizadas desde el ordenador de origen), posibilidades portables, hasta ser multiplataforma con su uso desde cualquier sistema operativo.

Atendiendo estas consideraciones, el equipo de trabajo se planteo abordar el proyecto siguiendo una estructura básica para el desarrollo de aplicaciones web, la cual se describe a continuación:

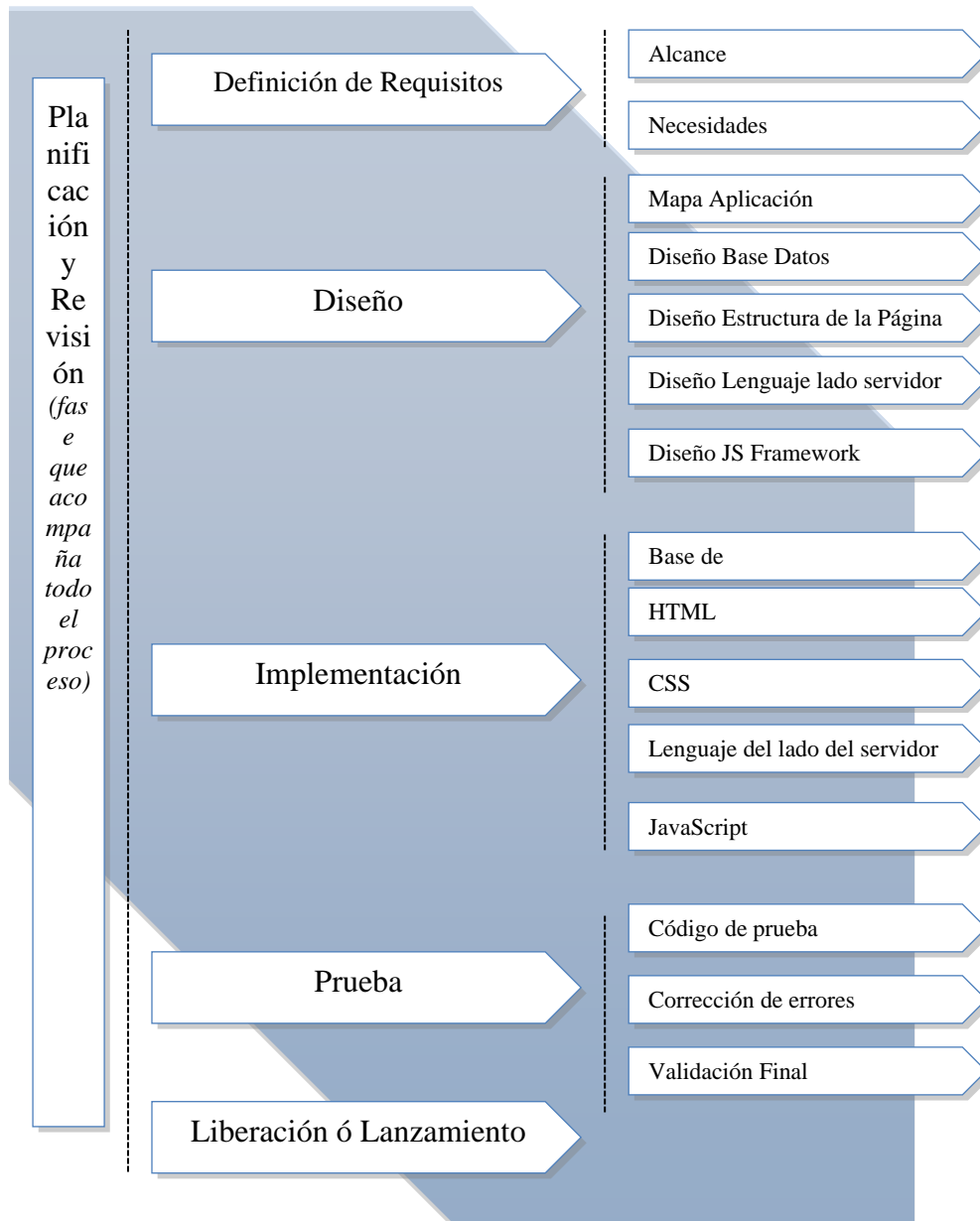


Figura 1:

Fases para desarrollar una aplicación web. Adaptación Antonio Lupetti 2009¹⁷

A. **Definición de Requisitos:** En esta primera fase, se establecieron tanto el alcance como las necesidades de la aplicación web en términos de lo que la misma debía hacer, sus principales funcionalidades y requisitos técnicos.

¹⁷ Lupetti, Antonio. Structured process you must know to develop a web application. 2009. <https://es.scribd.com/doc/10042348/The-Work-Papers-N1-Structured-process-you-must-know-to-develop-a-web-application>

En referencia al alcance, se trabajó en función de automatizar el cálculo y dimensionado de sistemas de climatización pasiva. Para lo cual se aplicó una metodología de cálculo¹⁸ basada en regímenes estacionarios de temperatura que logra evaluar el comportamiento teórico de los sistemas en cualquier contexto climático y a su vez determina las variables necesarias para el dimensionado de los mismos.

Se plantea entonces, conjuntamente con un programador desarrollar una interfaz dinámica que permitirá al usuario potencial obtener valores numéricos y gráficos referenciales.

Siguiendo estas pautas, la interfaz desarrollada permite que el usuario, obtenga valores numéricos y gráficos generados a partir de un proceso de cálculo de fórmulas empíricas que corridas arrojan diferentes resultados en función de las solicitudes iniciales.

Una vez culminado el proceso de cálculo, el sistema permite entre otras cosas, conocer el diámetro del tubo más adecuado, la velocidad del aire dentro del mismo y la longitud requerida en función del logro de determinada temperatura. Además, genera gráficas de comportamiento de temperatura, carga y potencial de enfriamiento y predicciones tanto generales como diarias de dicho comportamiento.

Para poder acceder a esta aplicación se requerirá además de acceso a internet, una computadora y/o dispositivo electrónico cuya configuración posibilite la conexión a la red informática mundial.

B. Diseño: Enmarcándonos en un entorno gráfico adecuado a las necesidades del usuario (claro y de fácil manejo) se desarrolló tanto la aplicación web como la de escritorio de tal manera que una vez ingresados los datos de entrada (Fig.2) el sistema realiza la invocación al proceso de cálculo y muestra las gráficas y tablas de valores de salida (Fig.3).

A este respecto, se desarrollaron bajo parámetros de código HTML y archivos de estilo CSS compatibles con la imagen establecida para la interfaz (Fig.4), los siguientes módulos:

- Módulo de carga de datos de entrada
- Proceso de cálculo de resultados
- Módulo de generación de gráficas de temperatura
- Módulo de generación de gráficas de carga y potencial de enfriamiento
- Módulo de carga de datos de muestreo de diferentes días
- Proceso de cálculo de resultados para múltiples valores
- Módulo de generación de gráficas de predicciones generales y por día de temperatura
- Módulo para exportar resultados y gráficas
- Módulo de ayuda e información institucional

¹⁸ Trabajo realizado por el Arq. Ernesto Lorenzo en su TEG Climatización Pasiva por conductos enterrados. Caso de aplicación: Almacenes L&G para bebidas alcohólicas y gaseosas. 2008



Figura 2: Datos de Entrada: valores requeridos por la aplicación para el cálculo y dimensionado de tubos enterrados. Tomado de TEG Climatización Pasiva por Conductos Enterrados 2008

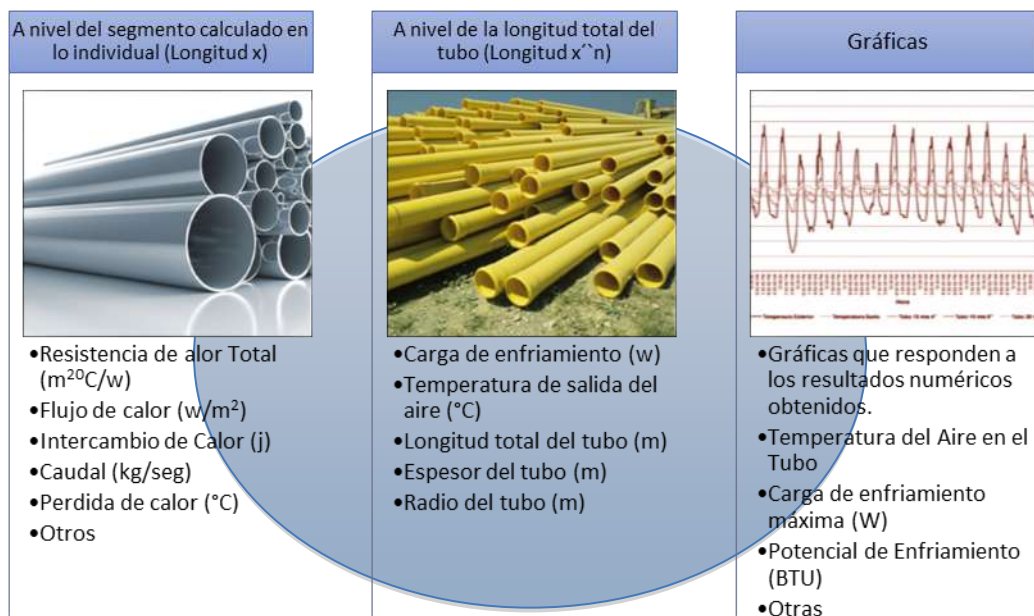


Figura 3: Datos de Salida. Tomado de TEG Climatización Pasiva por Conductos Enterrados 2008



Figura 4: Imagen Gráfica de la aplicación y gráficas que se obtienen

C. **Implementación:** Es importante resaltar que la aplicación fue desarrollada con la tecnología Java Server Pages™ (JSP), la cual permitió poner en segmentos de código servlet¹⁹ directamente dentro de una página HTML estática, esto con el fin de que cuando el navegador cargue la página JSP, se ejecute el código del servlet y el servidor de aplicaciones cree, compile, cargue y ejecute un servlet en segundo plano para ejecutar los segmentos de código servlet y devuelva una página HTML o imprima un informe XML. Con esto, logramos que el software permita que la aplicación se ejecute en cualquier ordenador, independientemente del sistema operativo y de la configuración de hardware utilizado de forma universal, sencilla, rápida y de simultánea ejecución.

Técnicamente, la aplicación se desarrolló en Java a través de Spring como Framework o infraestructura digital para la organización y desarrollo del software. Para la realización de pruebas de funcionamiento y diseño se escogió como servidor de la aplicación a Apache TOMCAT, llamado también Jakarta Tomcat, el cual funcionó como un contenedor de servlets.

D. **Prueba:** Durante esta fase, y comparando la corrida con los datos manuales para su concordancia se sometió el código de la aplicación a varias condiciones de ejecución, entre las que se contemplaron: navegación, fiabilidad de resultados, cruce de datos numéricos, ejecución correcta de gráficas, con el fin de detectar todos posibles errores antes del lanzamiento final. Se consideraron tanto las pruebas unitarias (uso de cada función o módulo), pruebas de integración, pruebas de regresión (para verificar la posibilidad de que no se rompa nada al añadir nuevas funcionalidades), validación de códigos (html/css), seguridad, pruebas de servicio y eficiencia del navegador, entre otras.

E. **Liberación ó lanzamiento:** Para esta etapa se cuenta con el desarrollo no solo de la aplicación de escritorio que se utilizará completamente en la web, la cual será desplegada en los servidores del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) y tendrá la posibilidad de accesibilidad a través de la red informática mundial de forma gratuita respetando los derechos de autor propios del Instituto, sino de la forma física mediante la distribución de un disco compacto.

En líneas generales, la sistematización que se logra a través de esta aplicación web se enfoca principalmente en facilitar el intercambio, transferencia y adaptación de conocimiento a través de un software libre y dinámico de cálculo y generación de resultados replicable a otras experiencias, lo que redundará en el fortalecimiento de capacidades, mejora de eficacia y promoción de la innovación, así como, facilitar la visibilidad y comunicación de conocimiento con el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

¹⁹ Módulos escritos en Java que se utilizan en un servidor, que puede ser o no ser servidor web, para extender sus capacidades de respuesta a los clientes al utilizar las potencialidades de Java. El uso más común de los servlets es generar páginas web de forma dinámica a partir de los parámetros de la petición que envíe el navegador web.

En síntesis, las TIC pueden convertirse, así, en herramientas que refuercen procesos de investigación tradicional o en herramientas que propicien el cambio y la transformación de dichos procesos. Por ello, consideramos que aún hay mucho por explorar y aprender acerca de las posibilidades e implicaciones del uso de las TIC en la investigación y las formas en que éstas pueden ser utilizadas para dinamizar procesos de cambio. Esta experiencia constituye tan sólo el inicio de un proceso de reflexión que creemos debe continuar y extenderse a fin de aportar propuestas alternativas que surjan del análisis y la comprensión.

Igualmente se debe tener presente que a lo largo de la ejecución del proyecto se deberán mantener acciones de difusión y promoción dirigida no solo a los pares sino a sectores, grupos y temáticas especiales y/o que demanden un seguimiento particular. Para ello, se sugiere desarrollar un plan para programar la difusión del material a partir de formatos que permitan alcanzar al mayor número posible de receptores con sus características asociadas, contemplando el diseño, diagramación, validación, producción y distribución del material acorde a sus usuarios potenciales. Se recomienda que una Unidad de Publicación y/o en su defecto un Responsable se encargue de definir los diferentes materiales a utilizar y su contenido definiendo claramente el tipo de público a quien va dirigida la información.

A modo de síntesis

Podemos determinar que durante el desarrollo de la investigación se logró cumplir satisfactoriamente con el objetivo planteado. Se generó una aplicación virtual de cálculo y dimensionado de las potencialidades de los sistemas de climatización pasiva con las características esenciales para tal fin.

La idea y reflexión expresada anteriormente, se corresponden con:

- Una importante conclusión de este proyecto la cual reside en el hecho de que la automatización de procesos utilizando plataformas como JavaScript para el desarrollo de este tipo particular de sistemas, demuestra ser una opción viable y con resultados tangibles en el desarrollo de un medio digital que permita el cálculo y dimensionado de elementos asociados a los sistemas de climatización pasiva. Sus características y beneficios se acoplaron correctamente con la necesidades de la propuesta, permitiendo obtener un software ligero en sus comunicaciones y en la utilización de los recursos de los equipos en los que trabaja, compatible con los principales navegadores y con niveles de usabilidad propios de las aplicaciones de escritorio.
- Un nueva forma de acceso a la información, complementaria al método formal de resultados de I+D que ofrece convertir, almacenar, administrar, transmitir y encontrar la información de I+D con mayor rapidez a bajos costos.
- La gestión de conocimiento no es una actividad adicional paralela a la gestión de proyectos, sino que se trata de una actividad intrínseca al desarrollo del mismo, la cual contribuye de diversas formas: a crear memoria institucional, promover el aprendizaje,

mejora continua, generar documentación hacia la ampliación de las dimensiones del proyecto o su transferencia a otros contextos, elaborar productos que apoyen estrategias de visibilidad, de desarrollo de capacidades o de incidencia en su contexto inmediato, entre otros.

- Finalmente, podemos decir que la metodología aquí propuesta es una metodología simple pero suficientemente efectiva y práctica. Permite cubrir en mayor parte todas las fases del proceso de desarrollo, incluyendo la implantación y las pruebas, proponiendo un proceso cíclico de planeación y revisión constante.

REFERENCIAS

AUSJAL (2012) *Uso y Apropriación de TIC en AUSJAL. Un estudio descriptivo*. Pontificia Universidad Javeriana. Vicerrectoría Académica. Comité UNIVIRTUAL. Colombia. Extraído el 13/02/15

http://www.ausjal.org/tl_files/ausjal/images/contenido/Investigacion/Libro-%20Uso%20Apropiado%20de%20las%20Tics%20en%20AUSJAL.pdf

Cabero, J. (1998) *Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas*. En Lorenzo, M. y otros (coords): *Enfoques en la organización y dirección de instituciones educativas formales y no formales* (pp. 197-206). Granada: Grupo Editorial Universitario.

IBM (2009) *Interfaces de usuario dinámicas*. WebSphere Portal 6.1.5. Extraído el 11.04.16 http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/?lang=es#!/SSHRKX_6.1.5/com.ibm.wp.ent.doc_v615/dev/wpsdynui_cpts.html

Lorenzo, Ernesto. (2008). *Climatización Pasiva por Conductos Enterrados*. Caso de aplicación: Almacenes L&G para bebidas alcohólicas y gaseosas. Trabajo especial de grado Universidad Central de Venezuela.

Lupetti, Antonio. (2009). *Structured process you must know to develop a web application*. <https://es.scribd.com/doc/10042348/The-Woork-Papers-N1-Structured-process-you-must-know-to-develop-a-web-application>

Torres-Salinas, Daniel y Delgado-López-Cózar Emilio. (2009) *Estrategia para mejorar la difusión de los resultados de investigación con la Web 2.0*. El profesional de la información, septiembre-octubre; 18, pp. 534-539.

Walls, Craig (2011). *Spring in Action*. Third Edition. Manning Publications Co. ISBN 9781935182351. 375pp. Extraído el 12/02/16 <http://www.gocit.vn/files/Spring.in.Action.3rd.Edition-www.gocit.vn.pdf>

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MURO VEGETAL VENTILADO PARA ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL EN ESPACIOS INTERIORES.

Arq. Ángela Papadia ¹, Esp. Arq. Ernesto Lorenzo ².

¹Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, *e-mail: apapadia@gmail.com*

²Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, *e-mail: ernestolorenzor@gmail.com*

RESUMEN

El presente proyecto tiene por objetivo, a partir del estudio de los sistemas de muros vegetales ventilados, el desarrollo de un sistema que incorpore componentes y tecnologías que faciliten su fabricación en nuestro contexto. Los muros vegetales ventilados constituyen sistemas evaporativos directos en los que se fuerza el paso del aire a través de un cuerpo húmedo (conformado por las plantas y el sustrato hidropónico en el que se desarrollan) con el propósito de mejorar las condiciones de temperatura, humedad y calidad microbiológica del aire, dadas las propiedades termorreguladoras y purificadoras de las plantas (Lau, 2015). El estudio de estos sistemas aún no implementados en nuestro país, se fundamenta en antecedentes en los que su implementación reporta ventajas en cuanto a eficiencia energética y mejoramiento de la calidad del ambiente. El potencial de estos sistema aún no ha sido evaluado en países cálidos como Venezuela (Hobaica et al, 2001:11) y se pretende a partir de una metodología experimental, caracterizar un sistema adaptado a nuestra tecnología y evaluar su comportamiento para significar un aporte al conocimiento del potencial de los muros vegetales ventilados para el acondicionamiento de espacios interiores en nuestro contexto. En esta ponencia se abordan la caracterización del sistema, el diseño de la experimentación y se presentan los resultados del 1er experimento de los dos (2) que conforman la etapa experimental.

Palabras clave:

Muros vegetales ventilados; Sistemas evaporativos directos; Acondicionamiento de espacios interiores.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las consecuencias del calentamiento global y del incremento del consumo energético de las edificaciones ha activado dentro de los procesos de Investigación y Desarrollo la creación de tecnologías dentro del marco de la sostenibilidad que contribuyen a disminuir el consumo energético de las edificaciones y mejorar la calidad de vida de sus ocupantes. El desarrollo de estas tecnologías ha generado sistemas que implementan el ajardinamiento para conformar superficies vegetales e incorporarlas en la envolvente y en los espacios interiores de las edificaciones, reportando beneficios en cuanto al consumo energético y a la calidad del ambiente, asociados a propiedades purificadoras y termorreguladoras de las plantas (Lau, 2015).

Los muros vegetales ventilados forman parte de estos sistemas de ajardinamiento y están conformados por una estructura vertical que contiene un sustrato húmedo y poroso en el que se desarrollan las plantas y a través del cual se fuerza el paso de una corriente de aire que proviene del exterior o del interior de la edificación, Figura 1, su funcionamiento se corresponde al de los sistemas evaporativos directos que en proyectos de investigación “...mostraron que el potencial de estos sistemas es significativo en el ámbito europeo (Belarbi et al., 1998). Ahora se busca evaluar su potencial en países cálidos como Venezuela, adaptándolos a las condiciones locales e integrándolos en el diseño mismo de las edificaciones, con lo cual se verificaría no sólo su potencial, sino también sus particularidades operativas. Para ello se requiere la verificación de la metodología propuesta, su actualización y adaptación al caso venezolano”, Figura 2 (Hobaica et al, 2001:11). Bajo estas premisas y dentro de las estrategias para un hábitat sostenible (Acosta y Cilento, 2005), se pretende a partir del estudio de los antecedentes, conocer su funcionamiento y los procesos que en él intervienen, diseñar un prototipo experimental que permita evaluar y conocer sus prestaciones en cuanto a mejoramiento de la calidad del aire en espacios interiores, y caracterizar un sistema tecnológico vegetal ventilado, adaptado a nuestro contexto.

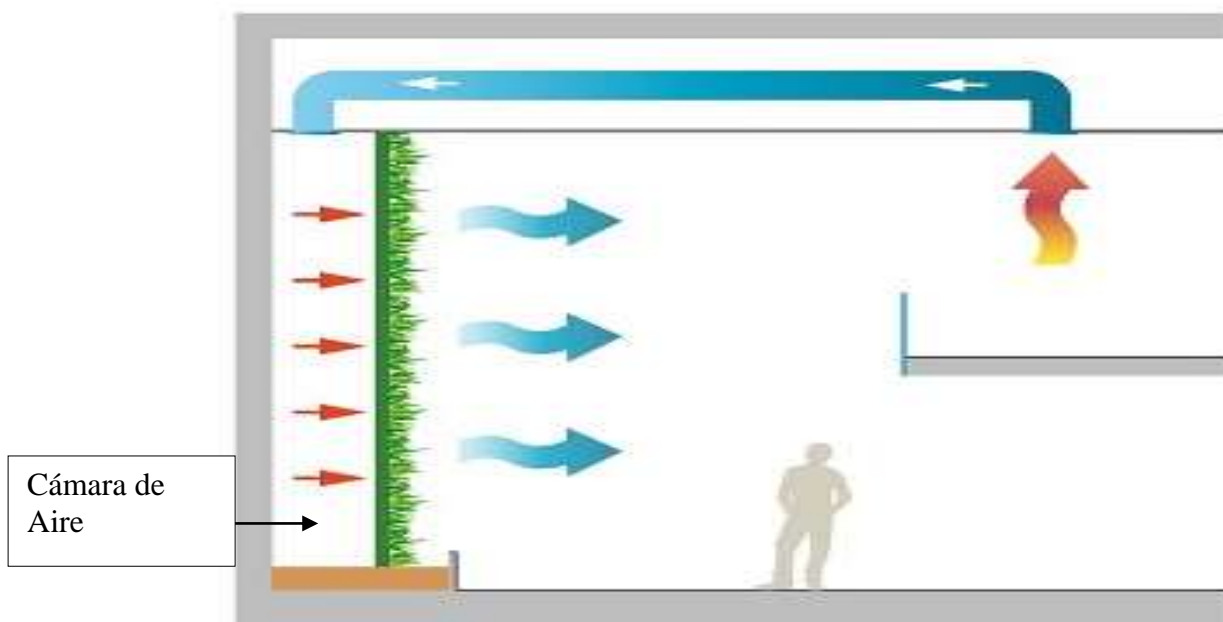


Figura 1: Muro vegetal ventilado en espacios interiores.
Fuente: www.terapiaurbana.com

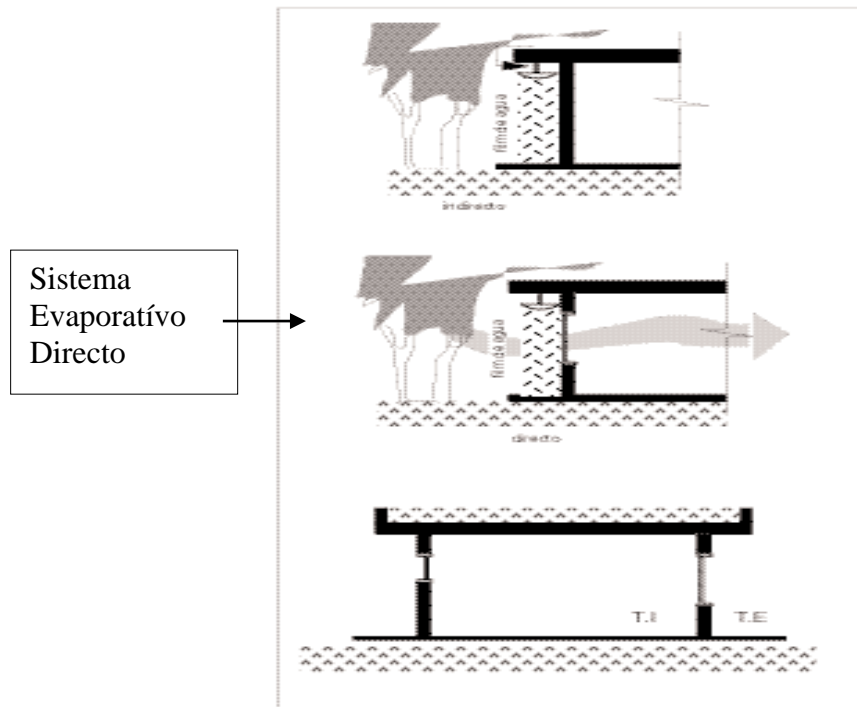


Figura 2: Sistemas de refrescamiento evaporativos. Fuente: Hobaica et al,2001.

1. DESARROLLO

1.1. Metodología utilizada:

Una vez precisado el propósito de la investigación, se requiere conocer el modo de desarrollarla. Para ello se implementan técnicas como observar y comprender el objeto desde distintos puntos de vista y formular preguntas desde las más generales hasta las más específicas. El proceso de dar respuesta a las preguntas va construyendo las hipótesis y la manera de desarrollar la propuesta del Sistema, siempre desde las nociones del Desarrollo Sustentable. Para el Desarrollo del Sistema se requiere caracterizar los elementos que lo conforman: Componentes, Funcionamiento y Procesos involucrados, Tabla 1, y para comprobar las hipótesis formuladas, es necesario un método que permita simular y medir su comportamiento. La naturaleza de los elementos que conforman la investigación es de tipo cuantitativa y requiere de un método experimental para su comprobación.

En esta ponencia se presenta el diseño de la experimentación, conformada por los experimentos 1 y 2, y resultados parciales del experimento N° 1. De los resultados de la experimentación se espera la obtención de datos en referencia al potencial de este tipo de sistemas para nuestro contexto e información que aporte lineamientos para el diseño y caracterización del sistema a desarrollar.

Tabla 1: Antecedentes de Sistemas de Muros Verdes Ventilados. Fuente: Elaboración propia.

		PATENTES DE M.V.V.			
		CANEVAFLOR	TERAPIA URBANA	URBANARBORESMO	AMPS
COMPONENTES	CAMARA DE AIRE CON SISTEMA DE VENTILACION FORZADA	red de ventilación que guía el aire contaminado hacia el sustrato	40-80 cm profundidad / velocidad paso del aire a través del sustrato 0.1 - 0.3 m/s	conducción de aire mediante ventilador	Conducciones plásticas fabricadas en base a un molde especial, aire mediante mini ventiladores
	ESTRUCTURA PORTANTE	estructura metálica galvanizada	estructura portante de acero y soporte para sustrato	Perforia de aluminio	
	PANEL CON SUSTRATO	Espesor de 20 a 40 cm./ Sustrato de fibra vegetal reciclada	sustrato patentado Fitobestil	panel perforado con filtro húmedo, espesor 12-17 cm/peso total sistema saturado 45-60 kg/m ²	
	SISTEMA DE RIEGO	Sistema de riego automatizado y eficiente	Automatización y recirculación del agua /fertilización / temperatura del agua 15-20 °C	sistema de control de humedad y riego por goteo/ Caudal: 1,75-10 litros/hora/metro	sistema de control de humedad y riego por goteo
	PLANTAS	Vegetación adaptada a la zona de instalación	seleccionadas según temperatura, humedad, luz), especies de pequeño porte adaptables a hidroponía.		proporciona hábitat para múltiples tipos de plantas hidropónicas.
PRESTACIONES (COMFORT)	AHORRO ENERGETICO		30-50% ahorro en climatización	consume 1/6 de sist. a/c convencional	proporciona gran ahorro en costos
	ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO		reduce temp. 5-10 °C. Cada gramo de agua evaporado por segundo (aprox. 2400 l/g), proporciona 2,8 kW.	reduce temp. hasta 10 °C. 1 m ² produce 0,64 kWh	provee 60% de aire fresco requerido por ASHRAE 62.1.
	CALIDAD DEL AIRE	limpia 70-99% BTX, elimina 97% material particulado.	Produce Oxígeno, fija el CO2 y más de 300 COV. / reduce Síndrome Edif. Enfermo	fija CO2, libera oxígeno, absorbe contaminantes químicos/ reduce Síndrome Edif. Enfermo	absorbe 200 veces los contaminantes
	SONIDO/OLORS			metaboliza en compuestos inodoros	
	PSICOAMBIENTAL		mejora experiencia y motivación de los usuarios		cuatro módulos crean efectos de entre 800 y 1200 plantas de interior.
<p>NOTAS: COV corresponden orgánicos volátiles BTX: Benceno Tolueno Xileno Etilbenzeno La reducción de temperatura del aire dependerá de condiciones ambientales (Temperatura y Humedad Relativa) FUENTE: www.canevaflor.cl, www.terapiasurbanas.es, www.urbanarboresmo.es, WWW.CASE.RPI.EDU</p>					

1.2. Diseño de la experimentación.

Al diseñar la experimentación se requiere definir las incógnitas que se desean responder y cómo se van a responder. Para el diseño experimental de la investigación se han considerado dos experimentos estructurados de la siguiente manera:

1.2.1. Experimento 1.

Tiene como propósito conocer la permeabilidad del sustrato a través del cual se fuerza el paso del aire en estos sistemas. La experimentación se realizó en un ambiente cerrado y climatizado bajo condiciones controladas. Las variables evaluadas fueron la presión del aire, antes y después de atravesar el sustrato y la velocidad del aire luego de atravesar el sustrato, Figuras 3 y 4. Para forzar el paso del aire se utilizó un equipo tipo extractor axial

de 8" no industrial, y con respecto a los instrumentos, para las mediciones de presión del aire se utilizaron un manómetro diferencial en U y en V, y para las mediciones de velocidad del aire, un anemómetro y un tubo de Pitot. El manómetro y tubo de Pitot, de confección casera bajo las indicaciones del asesor. Se consideró hacer la toma de mediciones a tres tipos de muestras de sustratos: orgánico (fibra de coco), inorgánico (aliven) y sintético (guata), en estado seco y húmedo. Los sustratos seleccionados son usualmente implementados en sistemas hidropónicos y de producción nacional. Los resultados de esta experimentación contribuyen a la caracterización de los sustratos con respecto a su propiedad de permeabilidad, al cálculo de la potencia de equipos y componentes del sistema de ventilación forzada para lograr la velocidad de aire requerida a la salida del sistema (0.1 a 0.3 m/s) y a la selección del sustrato más indicado a implementar en el experimento 2. Para esta etapa de la experimentación y en el área de ingeniería mecánica, hemos contado con la asesoría del Prof. MSc Johanne Bracamonte.

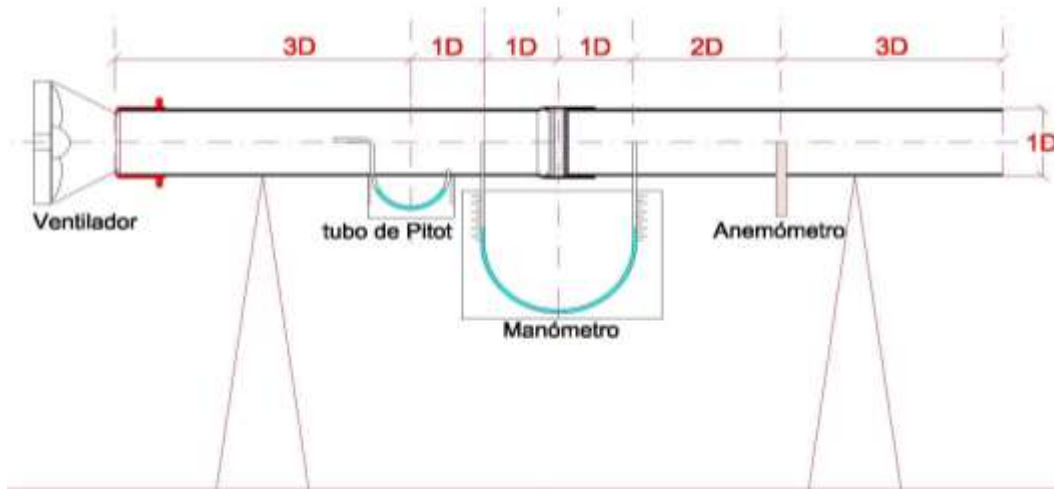


Figura 3: Esquema detallado 1- Experimento 1. Fuente: Prof. MSc Johanne Bracamonte

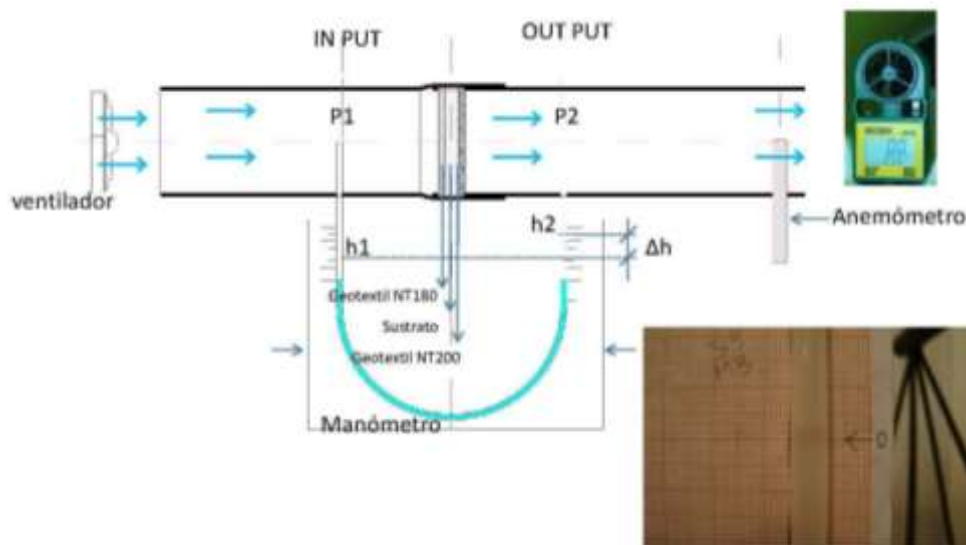


Figura 4: Esquema detallado 2- Experimento 1.

1.2.2. Experimento 2.

Este segundo experimento (actualmente en etapa de armado), contempla mediante un Prototipo Experimental conformado por 3 Módulos: M. Control, M. Experimental Vegetado No Ventilado y M. Experimental Vegetado Ventilado, Figura 5, conocer las prestaciones del sistema de ventilación forzada para estos sistemas al comparar el comportamiento de un sistema no ventilado con un sistema ventilado. Las variables a medir son: temperatura y humedad relativas con termo higrómetros, velocidad del aire con un anemómetro, polvo, bacterias y hongos totales con un medio de cultivo en placas de Petri, Tabla 2. Para esta etapa de los estudios de microbiología y de calidad del aire se cuenta con el apoyo del laboratorio de Biología Sanitaria a cargo de la Profesora Yuraima Córdova.

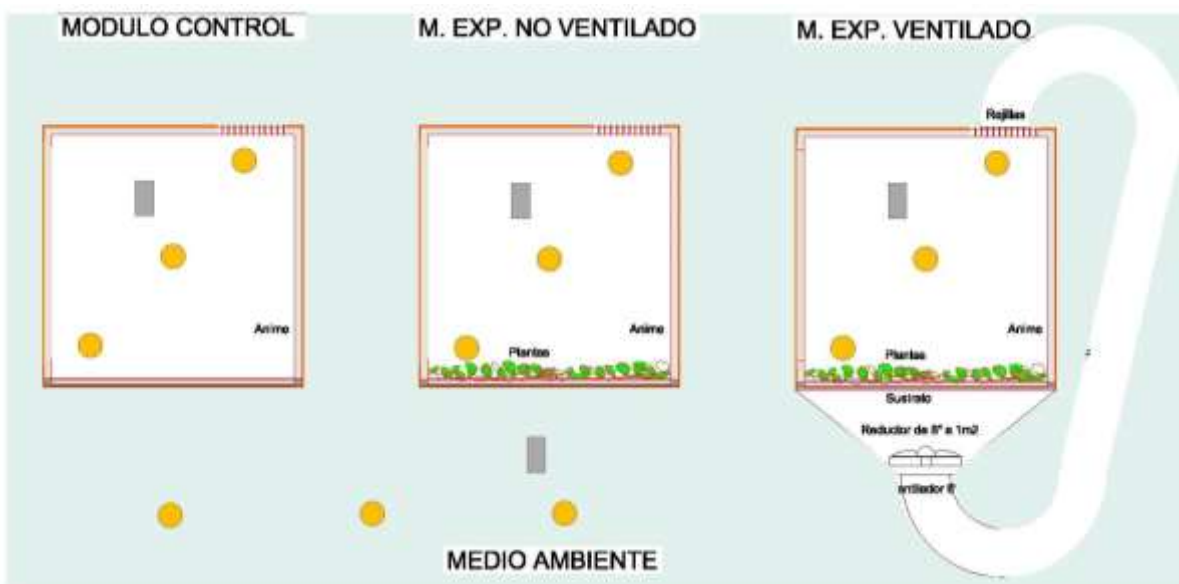


Figura 5: Esquema detallado - Experimento 2. Fuente: Profes. Rosales, Lorenzo y Córdova.

Tabla 2: Variables a evaluar en Experimento 2. Fuente: Elaboración propia.

	Variables	Símbolo	Unidad	Instrumentos	Mediciones por muestra diaria.					
					Modulo Control	Modulo Experimental No Ventilado	Modulo Experimental Ventilado	Medio ambiente	Control Lab.	Total día
Estudio microbiológico del aire	Humedad Relativa	HR	%	Termo higrómetro	1	1	1	1		4
	Temperatura	T	°C							
	Velocidad del aire	V	m/s	Anemómetro	1	1	1			3
	Bacterias totales		UFC/m ³	Placas de Petri	3	3	3	3	1	13
Medición de gases	Hongos totales									
	Monóxido de Carbono	CO	ppm	Medidor de CO y CO2	1	1	1	1		4
	Dióxido de Carbono	CO2								

UFC/m³: unidades formadoras de colonias por metro cúbico
ppm: partículas por millón

Ambos experimentos contemplan:

FASE 1. Diseño del Esquema Detallado del Experimento en el que se define como construir el experimento para forzar el paso del aire a través del sustrato. Se listan las

variables a medir, materiales, equipos e instrumentos de medición indicando dimensiones y detalles constructivos y se establece el protocolo para toma de mediciones.

FASE 2. Armado. En un espacio con condiciones controladas, se procede a armar el experimento con cada una de las partes que lo conforman y las muestras seleccionadas y que serán objeto de las mediciones.

FASE 3. Toma de mediciones. Una vez instalados los instrumentos de medición y establecida la forma de registrar los datos, se inicia con el proceso de calibración y luego el de toma de mediciones y registro de datos.

FASE 4. Procesamiento de datos. Una vez obtenidos los datos, se organiza la información de modo de poder contrastar y transmitir los resultados.

Nota: en la etapa experimental se diseñan los experimentos en base a los datos a recolectar, a los instrumentos de medición accesibles, a las posibilidades presupuestarias, según indicaciones consultadas al tutor y asesores familiarizados con los métodos experimentales y a las posibilidades técnicas del IDEC.

1.3 Resultados de la Experimentación. Experimento 1:

1.3.1 Justificación:

Durante la experimentación 1 hubo limitaciones en cuanto a los instrumentos de medición y equipos disponibles, específicamente los referidos a las tomas de mediciones de velocidad del aire, por cuanto se exploraron varias alternativas para procurar obtener la medición, pero no hubo registro de velocidad del aire a pesar de comprobar visualmente que el aire logra pasar a través del sustrato.

1.3.2. Conclusiones:

- Los sustratos utilizados en la experimentación ofrecen una importante resistencia al flujo del aire.
- Por las mediciones de caída de presión registradas, los sustratos húmedos ofrecen mayor resistencia al flujo del aire que los sustratos secos. Tablas 3,4 y 5. Figura 6.
- Los Sustratos S1 (orgánico) y S3 (sintético), tuvieron comportamientos muy similares, siendo el Sustrato S2 (inorgánico) el que no mostrara variación en sus estados seco y húmedo. Tablas 3, 4 y 5. Figura 6.
- Las velocidades del flujo del aire en estos sistemas se deduce son menores a 0.5m/s, dado q los instrumentos utilizados no registran mediciones menores a 0,5m/s.
- Se recomienda para este tipo de sistemas la implementación de ventiladores radiales, capaces de vencer la resistencia que ofrece el sustrato.
- En la experimentación 1 se utilizará el S3 por su comportamiento similar al S1 y por ser inerte, considerando esta condición más conveniente para la obtención de datos no alterados por el posible comportamiento del sustrato.

Tabla 3: Resultado de las Mediciones Manométricas y Anemométricas.

	SUSTRATO SECO	SUSTRATO HUMEDO + VEGETACION	INSTRUMENTO								
			Manómetro V			Anemómetro		Tubo de Pitot			
			h1	h2	Δh	V	Temp.	h1	h2	Δh	
			mm			m/s	°C	mm			
S/ Orgánico. FIBRA DE COCO	S1		-1,5	1,5	3	0.0					0.0
		S1	-2	2	4	0.0					0.0
S/ Inorgánico. ARCILLA	S2		-2	2	4	0.0					0.0
		S2	-2	2	4	0.0					0.0
S/ Sintético. GUATA	S3		-1,5	1,5	3	0.0					0.0
		S3	-2	2	4	0.0					0.0

Tabla 3: Muestras.

MUESTRAS		
	SUSTRATO SECO	SUSTRATO HUMEDO + VEGETACION
S1	S/ Orgánico. FIBRA DE COCO	S/ Orgánico. FIBRA DE COCO
S2	S/ Inorgánico. ARCILLA EXPANDIDA	S/ Inorgánico. ARCILLA EXPANDIDA
S3	S/ Sintético. GUATA	S/ Sintético. GUATA

Tabla 4: Resultados de las Diferencias de Presión.

S/SECO	S/HUMEDO	Δh	Δp
S1		3	29,43
	S1	4	39,24
			0
S2		4	39,24
	S2	4	39,24
			0
S3		3	29,43
	S3	4	39,24

$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g$

densidad del agua ρ 1000 kg/m³
 gravedad g 9,81 m/s²
 diferencia altura Δh mm
 diferencia de presión Δp Pa

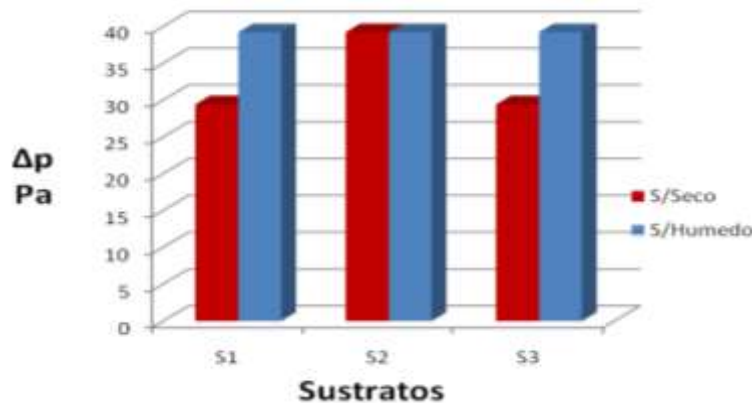


Figura 6: Grafico de Diferencias de Presión registradas. Fuente: Elaboración Propia.

1.4 Desarrollo del Sistema:

El desarrollo del sistema consiste en la caracterización de un sistema de muro vegetal ventilado para espacios interiores, a ser construido con especies de plantas, materiales y equipos locales y/o de fácil acceso en nuestro país. Del estudiar referentes de sistemas existentes, del comportamiento de plantas hidropónicas y su adaptación a los sistemas

verticales como parte del proceso de diseño, surge la vinculación de una aplicación de superficies vegetales de Patric Blanc en el Museo de Arte de Miami, Figura 6, a la de imágenes de algunas plantas en su hábitat natural, Figura 7, y a la idea de un posible modo de ventilar el sistema a través de tubos perforados para innovar con respecto al funcionamiento de ventilación de estos sistemas, Figura 8.



Figura 6: Museo de Arte de Miami, Patric Blanc.
Fuente: www.verticalgardenpatricblanc.com



Figura 7: Plantas en su hábitat natural.
Fuente: elaboración propia. Anzoategui, 2013.



Figura 8: visualización de modo de ventilar la superficie vegetal mediante tubos perforados al observar una aplicación de Patric Blanc sobre un tronco.
Fuente: www.verticalgardenpatricblanc.com

Propuesta de posible modo de ventilar el sistema a través de tubos perforados, procurando optimizar aspectos del sistema de ventilación y desarrollar un sistema flexible que permita no solo la conformación de muros verticales, sino su adaptación a distintas superficies y propuestas de diseño. Figuras 9, 10, 11, 12 y 13.

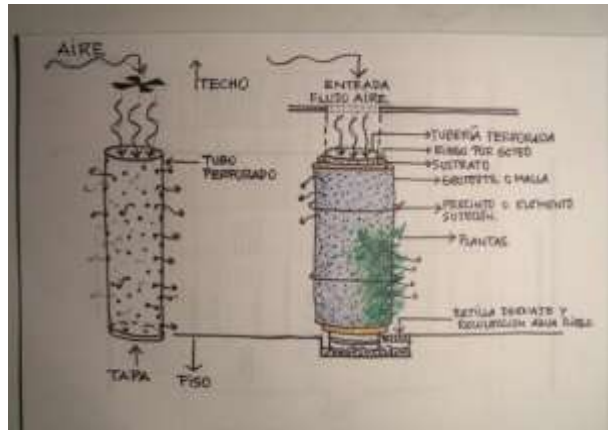


Figura 9: esquema inicial de propuesta del uso de tubos perforados para ventilar el sistema vegetal.

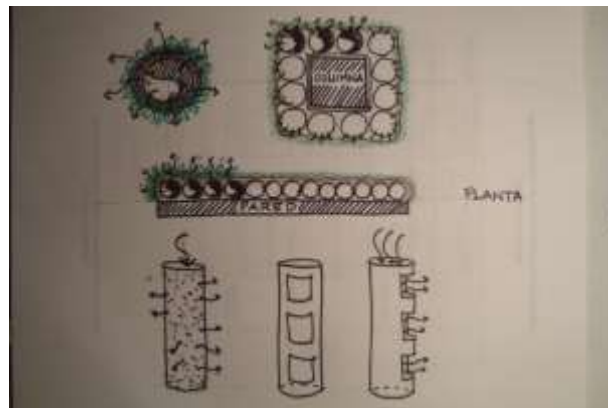


Figura 10: alternativas de armado y perforado de los tubos.

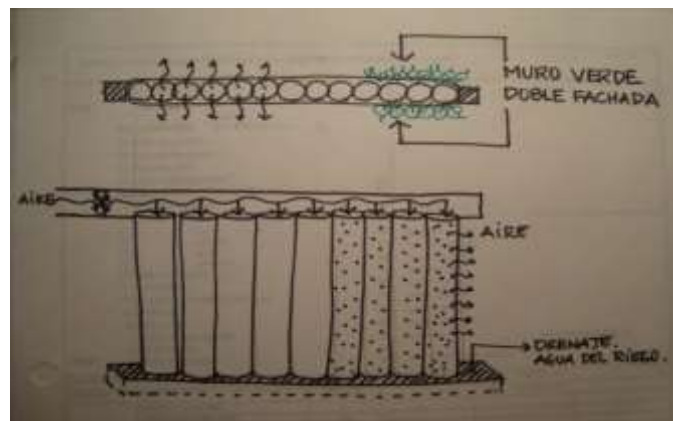


Figura 11: armado del sistema de tubos para conformar un muro vegetal ventilado.

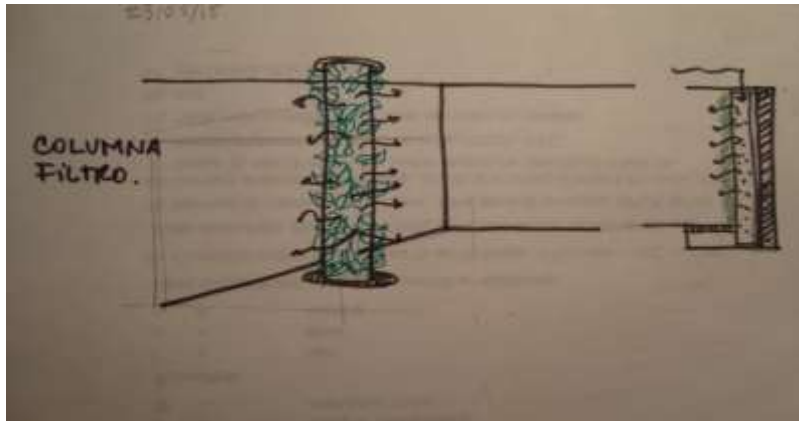


Figura 12: boceto de alternativa de ventilar desde los techos.

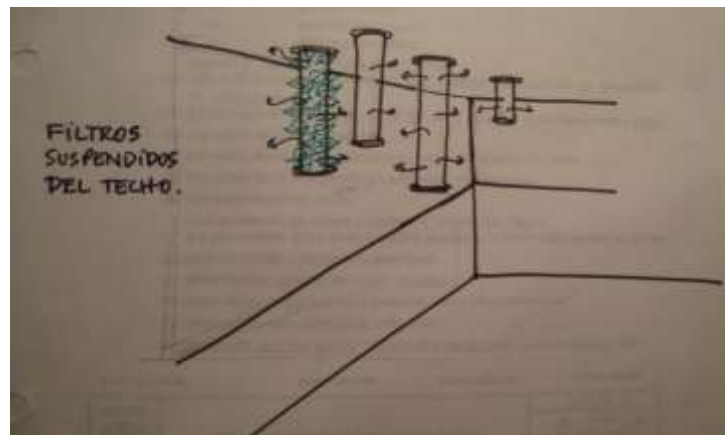


Figura 13: boceto de alternativa de conformar columnas vegetales ventiladas.

1.5 Propuesta de caracterización del Sistema Vegetal Ventilado mediante el uso de tubos perforados. Figuras 14, 15 y 16.

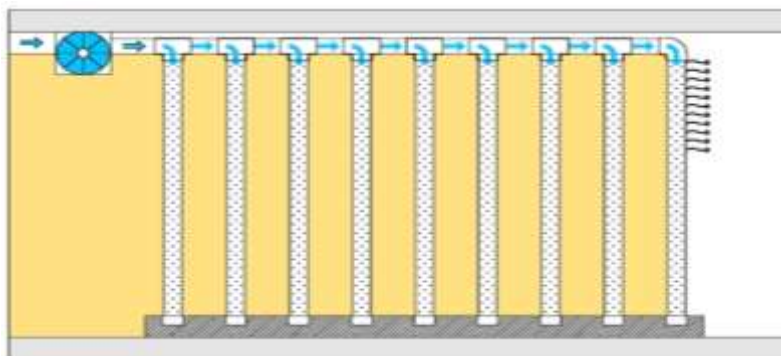


Figura 14: Paso 1 del armado del Sistema. Instalación de los tubos perforados, de las conexiones del sistema de ventilación forzada y sistema de drenaje.



Figura 15: Paso 2 del armado del Sistema. Instalación de sustrato, geotextil y sistema de riego.

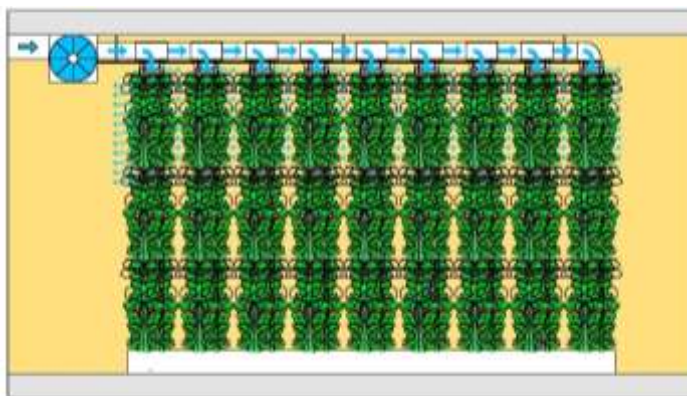


Figura 16: Paso 3 del armado del Sistema. Incorporación de las especies de plantas preplantadas.

2. CONCLUSIONES

Los muros verdes ventilados son sistemas que forman parte de las respuestas desarrolladas internacionalmente de incorporación de áreas verdes en la envolvente e interior de las edificaciones, con los que se han logrado objetivos de disminución de consumo energético y mejoramiento de la calidad del aire. El funcionamiento de estos sistemas consiste en forzar el paso de aire proveniente del exterior o interior de la edificación a través del sustrato húmedo y de las plantas, conformando un sistema de enfriamiento evaporativo en el que las funciones termorreguladoras de las plantas modifican propiedades de temperatura, humedad y calidad microbiológica del aire. Estos sistemas al instalarse en espacios interiores climatizados, constituyen un apoyo al funcionamiento de los equipos de climatización, ya que al mejorar las condiciones del aire del ambiente, reducen el salto térmico y los requerimientos de renovación de aire, optimizando el funcionamiento y consumo energético de los sistemas de climatización (elaireacondicionado, 2011).

Las investigaciones sobre sistemas evaporativos han reflejado un potencial significativo en el ámbito europeo, sin embargo aun no han sido evaluados en países cálidos como Venezuela (Hobaica et al, 2001:11). Es por ello que se pretende evaluar el comportamiento de estos sistemas vegetados mediante el diseño de un método experimental que constituya

un aporte al conocimiento del potencial de éstos sistemas para nuestro contexto, y generar una propuesta innovadora adaptada a nuestra tecnología.

3. AGRADECIMIENTOS

Para la presente investigación son muy valiosas las intervenciones de profesores universitarios que gracias a sus amplios y profundos conocimientos técnicos y vivenciales han contribuyen de manera notable con el mejoramiento de la propuesta y con la obtención de resultados en cada etapa de la investigación. Se extiende un sincero agradecimiento a los profesores Alfredo Cilento, Beatriz Hernández, Beverly Hernández, Luis Rosales, Mary Ruth Jiménez y Sigfrido Loges. Al tutor, Ernesto Lorenzo. A los asesores para las áreas de ingeniería mecánica y de calidad ambiental interior, profesores Johanne Bracamonte y Yuraima Córdova respectivamente, y a mis compañeros de Maestría, quienes me acompañan en esta enriquecedora etapa de mi formación profesional.

4. REFERENCIAS

Acosta, Domingo; Cilento Sarli, Alfredo (2005). Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo. *Tecnología y Construcción*. Vol. 21-I, pp.15-30. IDEC/FAU-UCV.

Hobaica, María Elena; Belarbi, Rafik; Rosales, Luis (2001). Los sistemas pasivos de refrescamiento de edificaciones en clima tropical húmedo. Posibilidades de aplicación en Venezuela. Programa de Cooperación PCU-ECOSNORD/FONACIT. *Tecnología y Construcción*. Vol.17-1, pp. 57-68.

ElAireAcondicionado.com (2015). *Acondicionamiento bioclimático de edificios mediante jardines verticales*. Extraído el 14 de Marzo de 2015 de <http://www.Elaireacondicionado.com/noticias/acondicionamiento-bioclimatico-de-edificios-mediante-jardines-verticales-06052011>

Lau, W. (2015). *Breathe In: CASE Puts Its Green Wall System to the Test*. Extraído el 24 de Octubre de 2015 de http://www.architectmagazine.com/technology/breathe-in-case-puts-its-green-wall-system-to-the-test_o

Plataformaarquitectura (2013). *Jardín Vertical Descontaminante Canevaflor ®/Hidrosym*. Extraído el 4 de Marzo de 2015 de <http://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/1972/jardin-vertical-descontaminante-canevaflor-hidrosym>

Terapia Urbana (2011). Jardín Vertical Activo en el edificio de la EUITA (U.S.). Extraído el 12 de Abril de 2015 de <http://www.terapiaurbana.es/sistemas-y-productos-jardin-vertical/jardin-vertical-activo/>

Urbanarbolismo (2013). *Jardines verticales Urbanarbolismo*. Extraído el 10 de Abril de 2015 de <http://www.urbanarbolismo.es/blog/fachadas-vegetales-urbanarbolismo>

PROYECTO UCV CAMPUS SUSTENTABLE: AVANCES

Ing. Geovanni Siem¹, MSc. Arq. Argenis Lugo², Ing. Maritza Rivas³

¹ Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *geovanni.siem@gmail.com*

² Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *alugo66@gmail.com*

³ Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *srivasmari@gmail.com*

RESUMEN

El Proyecto UCV Campus Sustentable se originó a comienzos de 2012, como un producto del trabajo desarrollado por diversos grupos de investigadores vinculados con la promoción de un comportamiento ambientalmente armónico en la UCV. Estos grupos están vinculados en el tiempo con la organización y promoción de las cuatro ediciones del Simposio Ambiente y Desarrollo desde 2001. Esta ponencia contiene los avances realizados en las áreas de investigación, docencia y extensión para reforzar la sustentabilidad de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC). La aplicación del Cuestionario del Proyecto RISU y el Cuestionario de Evaluación de la Sostenibilidad (SAQ), promovido por la ULSF (University Leader for a Sustainable Future), para instituciones de educación superior, nos ha permitido evaluar en qué medida la institución es sostenible, en siete áreas críticas de la educación superior: 1. Currículo, 2. Investigación y Becas, 3. Operaciones, 4. Desarrollo y Reconocimientos al personal, 5. Extensión y Servicio Comunitario, 6. Oportunidades para los estudiantes, 7. Misión institucional, estructura y planificación. Estos resultados son útiles para definir las líneas estratégicas del proyecto, uno de cuyos mayores objetivos es el diseño e implementación de un sistema de gestión sostenible para la CUC. Al mismo tiempo se está diseñando un sistema de información de conocimientos y capacidades de los miembros de la red de investigadores de la UCV y otras instituciones, con el fin de potenciar las alianzas interdisciplinarias para abordar estudios de gran complejidad. Entre las acciones importantes están el Plan Estratégico y la organización del I Congreso de Campus Sustentables.

Palabras clave: sustentabilidad, educación, universidad, campus, patrimonio,

INTRODUCCIÓN

Las universidades en el mundo, así como otras instituciones públicas y privadas, han iniciado un proceso transformador para acompañar las políticas y estrategias de desarrollo sustentable elaboradas a escala planetaria, con el propósito de cumplir con las políticas de desarrollo orientadas a lograr mayores y mejores niveles de vida sin ocasionar daños irreversibles al ambiente.

En Venezuela algunas universidades se han incorporado con decisión a lograr que sus respectivos campus cumplan con las exigencias existentes para declararlos como campus

sustentables. La Universidad Central de Venezuela, con la participación de diferentes facultades e institutos de investigación, desde hace varios años ha venido desarrollando actividades asociadas con la materia en referencia.

Sin embargo, las exigencias de lograr una visión de conjunto indican la necesidad de establecer una estrategia de desarrollo que le imprima direccionalidad e integralidad a un proyecto de esta naturaleza e igualmente que se estructure una unidad ejecutora del proyecto que haga posible lograr sus objetivos estratégicos.

Con la incorporación de la UCV como signatario de la ULSF en el año 2012, el proyecto UCV Campus Sustentable estableció una serie de acciones con miras a avanzar hacia sus metas, entre las cuales podemos destacar:

- **Formulación** del proyecto (objetivos, antecedentes, justificación, metodología), que ha permitido establecer líneas de acción a corto y mediano plazo.
- **Promoción y reforzamiento** de la visión de sostenibilidad en el currículo, el servicio comunitario y las pasantías.
- **Divulgación de avances de conocimiento** e innovación en el ámbito de los campus sustentables con especialistas nacionales e internacionales, a través de un programa de eventos de investigación y extensión en alianza con actores de la UCV y también de organizaciones públicas y privadas.
- **Interacción y conexión** de investigadores en temas de sostenibilidad, con miras a establecer redes
- **Diagnósticos** a través de evaluaciones y pruebas diagnósticas en los grupos focales del campus sustentable.

FORMULACIÓN DEL PROYECTO

De la formulación del proyecto UCV Campus Sustentable se establecieron los siguientes objetivos:

1. OBJETIVOS

Crear una sociedad que esté en armonía con el medio natural y consigo misma, conduce a la necesidad de promover la transformación de edificaciones y comunidades para hacer frente a los desafíos del deterioro ambiental y el cambio climático. En este proceso le corresponde a las universidades como centros de investigaciones e innovaciones, involucrar a los grupos y comunidades que hacen vida allí en este proceso de convivencia.

Los campus universitarios tienen la oportunidad de servir como líderes, modelos e incubadoras para la creación de comunidades sustentables.

Con esta propuesta, estamos avanzando en la promoción de un nuevo modelo de convivencia para la ciudad universitaria y núcleos foráneos, además de:

- Servir de vitrina sobre el estado de avance de la sostenibilidad en los campus de Venezuela.
- Poner de relieve los avances de conocimiento e innovación tecnológica enfrentar los desafíos ambientales.

- Dar impulso a la creación y consolidación de una cultura de responsabilidad ecológica, social y económica de la UCV, así como promover acciones de carácter inter y transdisciplinario en la vida académica a través de la docencia, investigación, extensión, además de establecer alianzas estratégicas con diferentes instituciones públicas y privadas.
 - Dar relevancia al papel del campus como laboratorio viviente y activo de la sostenibilidad.
 - Dar visibilidad a la trascendencia de la CUC como Patrimonio de la Humanidad y sumar voluntades para su preservación.
 - Servir referencia de acción para otras universidades con sus respectivos entornos.
- La propuesta es concebida como un apoyo a la UCV en la construcción de un camino hacia su transformación como una universidad líder en el manejo responsable de su relación con el ambiente y su trascendencia hacia la sociedad a través del fomento de una cultura de paz.

2. ANTECEDENTES

La creación del proyecto UCV CAMPUS SUSTENTABLE, viene precedida desde hace varios años por una serie de investigaciones e iniciativas en las diferentes facultades, en torno a la línea de investigación de sostenibilidad.

Esta iniciativa es promovida por el equipo UCV Campus Sustentable (2012) con el apoyo del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción/IDEC, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, el Centro de Estudios Integrales del Ambiente/CENAMB, adscrito al Vicerrectorado académico y el Programa de Cooperación Interfacultades PCI, quienes están formalmente comprometidos en apoyar esta iniciativa.

En el año de 1978 se comienzan a discutir los programas de educación ambiental en la educación superior en el Primer Congreso Venezolano de Conservación, efectuado en Caracas donde se planteó la necesidad de incorporar la Educación Ambiental como componente de todas las asignaturas; esta recomendación se continúa desarrollando en diferentes instituciones educativas.

La normativa legal cuenta con un marco ambiental y patrimonial, acuerdos y convenios internacionales suscritos y ratificados por nuestro país, leyes Orgánicas como: Ambiente (2006), Ordenación Urbanística (1987), Ordenación del Territorio (1983); así como con leyes especiales tales como: ley Penal de Ambiente (1992), Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural (1994), y un conjunto de normas técnicas y ordenanzas municipales.

La Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela incluye en sus artículos 107, 127, 128, 119 y 299 el tema ambiental y la sustentabilidad. Se establece en la misma la necesidad de la “protección y mantenimiento del ambiente, a través de un modelo de desarrollo sustentable en los planes de ordenación de las regiones, en los ámbitos: político, social y educativo, atendiendo a las realidades ecológicas, geográfica y poblacionales del país”.

En el artículo 107 referente a los Derechos Culturales y Educativos establece que:

“La educación ambiental es obligatoria en los niveles y modalidades del sistema educativo, así como también en la educación ciudadana no formal. Es de obligatorio cumplimiento en

las instituciones públicas y privadas, hasta el ciclo diversificado, la enseñanza de la lengua castellana, la historia y la geografía de Venezuela, así como los principios del ideario bolivariano”

En el artículo 128 del Capítulo IX De los derechos ambientales se establece que:

“El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento”

En el artículo 299 Del régimen socioeconómico y de la función del Estado en la economía se establece que:

“El régimen socioeconómico de la República Bolivariana de Venezuela se fundamenta en los principios de justicia social, democracia, eficiencia, libre competencia, protección del ambiente, productividad y solidaridad, a los fines de asegurar el desarrollo humano integral y una existencia digna y provechosa para la colectividad. El Estado, conjuntamente con la iniciativa privada, promoverá el desarrollo armónico de la economía nacional con el fin de generar fuentes de trabajo, alto valor agregado nacional, elevar el nivel de vida de la población y fortalecer la soberanía económica del país, garantizando la seguridad jurídica, solidez, dinamismo, sustentabilidad, permanencia y equidad del crecimiento de la economía, para lograr una justa distribución de la riqueza mediante una planificación estratégica democrática, participativa y de consulta abierta”

El Ministerio para la Educación Universitaria en el año 2012 presentó una propuesta para la elaboración de un Plan Nacional de Universidades Sustentables, el cual “responde a los valores y a la política en materia educativa y ambiental del Estado”; en este marco se realizaron algunos talleres donde participaron algunas universidades y se obtuvieron algunas conclusiones sobre los temas discutidos.

Nuestro país ha participado activamente en las Conferencia de las Naciones en la materia. Se destaca la participación en la conferencia sobre el Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) y en la Conferencia sobre el Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992) conocida como “La Cumbre de la Tierra”, donde se aprobó la Agenda 21, documento que contiene el modo de accionar para el logro del desarrollo sustentable en el planeta del siglo Asimismo, se ha participado en diferentes foros y reuniones, tales como las Cumbres de las Américas, Iberoamericana, Unión Europea-América Latina, Grupo de Río, así como en la ALBA, el MERCOSUR y otros acuerdos regionales y bilaterales.

En septiembre de 2000, tuvo lugar en Nueva York la Cumbre del Milenio. Representantes de 189 estados recordaban los compromisos adquiridos en los noventa y firmaban la Declaración del Milenio, que recogió los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

Acordaron conseguir para el año 2015 ocho propósitos de desarrollo humano que firmaron los 189 países miembros de las Naciones Unidas, y que han servido como marco de acción y cooperación mundial sobre el desarrollo hasta la fecha.

En este contexto surge la Agenda 2030 de Desarrollo Sustentable, una herramienta que pretende transformar el modelo actual de vida en los países desarrollados, mejorar la vida de las personas desde la raíz y de una manera sustentable.

Con la aprobación de la Agenda 2030, la comunidad internacional emprende un nuevo camino hacia la consecución de 17 nuevos objetivos para erradicar la pobreza; para ello,

aborda las causas profundas de la pobreza y la inestabilidad del modelo actual de desarrollo, y enfoca su plan de acción en el desarrollo sostenible y sus tres dimensiones: social, económico y ambiental.

El 12 de diciembre de 2015 se celebró en París la 21ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático COP21. En esta reunión se estableció un nuevo acuerdo internacional sobre el clima aplicable a todos los países, con el objetivo de mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C.

Este acuerdo universal de lucha contra el cambio climático reconoce la existencia de un cambio climático debido a la actividad humana y atribuye a los países industrializados la responsabilidad principal para luchar contra este fenómeno. El nuevo acuerdo entrará en vigor cuando al menos 55 partes, que sumen en total el 55% de las emisiones globales lo hayan ratificado.

El Plan Estratégico de la UCV, en lo referente a la Flexibilidad Curricular menciona que “Temas como la movilidad estudiantil, procesos de admisión, educación a distancia, son insumos de un gran mandato institucional de avanzar hacia el diseño de perfiles curriculares por competencia, flexibles, interdisciplinarios y adaptables a los requerimientos que la formación del profesional requiere. Con la aprobación del Plan Estratégico, toda la Universidad tiene la obligación de revisar y actualizar, en el corto plazo, los programas de estudio a partir de los lineamientos desarrollados por la Gerencia de Planificación, Desarrollo y Evaluación Curricular”

3. JUSTIFICACIÓN

En el año de 1990 en Francia, se firmó de la Declaración de Talloires o Declaración de Líderes de Universidades para un Futuro Sustentable, por 22 universidades provenientes de diferentes partes del mundo. Este documento es una declaración para que las instituciones de enseñanza superior tomen el liderazgo mundial en el desarrollo, creación, apoyo y mantenimiento de la sostenibilidad, a través de un Plan con 10 puntos de acción, a saber:

1. Aumentar la conciencia de desarrollo ambientalmente sustentable
2. Crear una cultura institucional de sostenibilidad
3. Educar para una ciudadanía ambientalmente responsable
4. Fomentar la alfabetización ambiental para todos
5. Implementar prácticas institucionales de ecología
6. Implicar todos los involucrados
7. Colaborar para un enfoque interdisciplinario
8. Mejorar la capacidad de escuelas primarias y secundarias
9. Ampliar el servicio y divulgación a nivel nacional e internacional
10. Mantener esta iniciativa

En 2010 se celebró la V Conferencia Internacional de Barcelona sobre Educación Superior, organizada por Global University Network for Innovación (GUNI), en la Universitat Politècnica de Catalunya, en Barcelona, España, la cual tuvo como propósito principal “discutir cómo la Educación Superior se está transformando para contribuir al paradigma de la sostenibilidad”

En el año 2013 se realiza en Alcalá de Henares, España, la Declaración de Alcalá sobre la protección, conservación y difusión del patrimonio universitario, de la cual nuestra universidad es signataria, en ella “Declaramos nuestro compromiso firme con la conservación de nuestro patrimonio mundial universitario como espacio esencial para la educación superior y la autonomía universitaria, y adoptamos los valores de nuestro pasado como punto de partida”

En Venezuela, muchas universidades tienen incorporado el tema ambiental y la sustentabilidad en sus programas de docencia, investigación y extensión a nivel de pregrado y ofrecen ofertas de postgrado con contenido ambiental. Asimismo existen universidades que han creado carreras dedicadas exclusivamente al tema.

En la Universidad Central de Venezuela, el interés por el tema ambiental y el desarrollo sustentable está presente en la oferta académica de pre y postgrado de diferentes facultades e institutos de investigación. De esta manera, en las facultades de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Económicas y Sociales, Ciencias, Humanidades, entre otras, y centros de Estudios como CENDES Y CENAMB, han realizado una apertura disciplinaria e interdisciplinaria de programas relacionados con asuntos ambientales y sustentabilidad. Una de las manifestaciones más importantes ha sido el Simposio Ambiente y Desarrollo, que en sus cuatro ediciones hasta ahora, ha creado vínculos entre diferentes entes de la UCV y otras universidades para fortalecer las investigaciones y las iniciativas en estas áreas.

La UCV cuenta con el Programa de Cooperación Interfacultades PCI, el cual ha permitido generar mecanismos de integración académica transdisciplinaria y multirreferencial, que promueven la formación integral del estudiante, la flexibilidad curricular, la movilidad estudiantil y profesoral, la gestión del conocimiento, la cooperación académica y la formación de formadores en las diferentes facultades de la Institución. A través del PCI los programas ambientales se articulan entre las diferentes dependencias con mecanismos que ayudan a la integración y suma de esfuerzos, además de realizar una apertura disciplinaria y multidisciplinaria en los programas de pregrado y postgrado.

Es importante mencionar que la UCV cuenta con el Centro de Estudios Integrales del Ambiente-CENAMB, el cual tiene como objeto realizar, promover y fomentar la investigación, la docencia y la extensión de la planificación integral del ambiente, sobre una base ecológica, sistémica y energética. El Centro tiene carácter transdisciplinario y basa su fundamentación teórica en la concepción del ambiente como totalidad y en las nuevas tendencias integradoras.

La UCV cuenta con el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo IDEC, el cual trabaja desde hace muchos años en proyectos de desarrollo sustentables vinculados con las edificaciones y su inserción en un desarrollo urbanos sustentable, siguiendo las tendencias actuales en habitabilidad, desarrollo tecnológico y economía de la construcción. Estos propósitos se refuerzan con los cursos de pregrado y postgrado, de extensión y ampliación, en alianza con organismos públicos y privados.

4. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO DE REFERENCIA

Existen varias aproximaciones relacionadas con el término sustentable, las cuales E. Enkerlin – G. Cano – R. Garza, (1997) sintetizan de la siguiente forma:

“El desarrollo sustentable definido como aquel desarrollo que no compromete la habilidad de las generaciones futuras de cumplir con sus necesidades, mientras cumple con las nuestras. Sustentable, es una palabra que se utiliza como equivalente, traducción literal del término en inglés sustainable, es también un término con amplia aceptación en el ámbito político. Para fines prácticos, ambas palabras son, y quieren decir lo mismo.”

Díaz Coutiño (2011) desde la perspectiva de la biósfera recoge los principios de la sustentabilidad de la forma siguiente:

- a) Una sola tierra con un futuro común para la humanidad.
- b) Pensar globalmente y actuar localmente.
- c) El principio de precaución sugiere la necesidad de adoptar medidas protectoras frente a una acción determinada, cuando existe certeza de las consecuencias para el medio ambiente y los seres vivos.
- d) Responsabilidad colectiva y equidad social.
- e) Justicia ambiental y calidad de vida de las generaciones presentes y futuras

La Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, publicó el informe Nuestro Futuro Común, coordinado por la primera ministra de Noruega en la época, Gro Harlem Brundtland, con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto, en 1987- Allí se define el Desarrollo Sostenible como “un proceso que permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender a las generaciones futuras sin comprometer la capacidad de atender a las generaciones futuras”.

El ámbito de la educación media superior y superior es el idóneo para lograr una sensibilización y concientización que incidan en la población estudiantil en materia de medio ambiente, sociedad y sostenibilidad. Es a través de los procesos de Campus Sustentable donde se gesta el enfoque sustentable que se transmite hacia la comunidad laboral, social y económica una conciencia clara, objetiva y alcanzable en términos de medio ambiente y por ende que conlleve un beneficio económico y permita un desarrollo de calidad de vida a quienes lo promuevan y pongan en práctica.

De esta manera, lo ambiental, incluido la sustentabilidad como atributo, emerge como fundamento para la construcción de una propuesta integradora de los fenómenos físico-químico, biótico, social y cultural. El planteamiento ambiental y el paradigma de la sostenibilidad ofrecen la oportunidad de estudiar la Ciudad Universitaria de Caracas dentro de una visión integral y sistémica.

Los planificadores del campus creyeron que una universidad podría ser una ciudad que enseñaba, aprendía, vivía y dormía dentro de otra ciudad que la albergaba”

Este concepto se vino transformando desde sus orígenes hasta la actualidad, dejando su huella en otras latitudes y culturas donde se desarrollaron bajo el mismo principio, pero adaptándose los matices locales, tales son los casos de algunos campus universitarios latinoamericanos planificados en el siglo XX que son herederos de los principios modernos y oportunidades para el desarrollo de la arquitectura moderna.

Como ejemplo se pueden citar las experiencias siguientes: la Ciudad Universitaria de la Universidad de Federal de Río de Janeiro, Universidad de Bogotá, la Ciudad Universitaria

del Cerro San Javier de la Universidad Nacional de Tucumán, la Universidad Rio de Piedras en Puerto Rico (1945), la Ciudad Universitaria de Concepción, Chile, la Universidad Nacional Autónoma de México (1949-1952), el Campus de la Universidad Central de Venezuela (1942-1960), entre otros.

La formulación y ejecución de un proyecto de campus sustentable en la UCV reviste tomar en cuenta el papel central que juegan las instituciones académicas superiores en el desarrollo integral del país.

La dinámica de las organizaciones se debe no solo a factores internos inherentes a ellas mismas, sino también a factores externos que inciden en su desempeño

En tal sentido, es preciso relacionar la vinculación de la UCV con la cotidianidad que vive el país en su conjunto. Las diferentes situaciones que aparecen en el país nacional deben ser objeto de atención por parte de la UCV. Pero esta misión no solo se debe circunscribir a reflejar el quehacer nacional sino también a diseñar proyectos viables estratégicamente que se propongan para iniciar la construcción de la visión de futuro que se quiere en el mediano y largo plazo.

La sustentabilidad que se construya en el espacio de la UCV debe servir como efecto de demostración de lo que se quiere que ocurra en el país en su conjunto: Laboratorio Viviente de la Sustentabilidad.

De esta manera, el funcionamiento de un campus sustentable en la UCV servirá para, de un modo macroscópico, introducir propuestas de esta naturaleza en la formulación y ejecución de las políticas públicas y de las actividades de los poderes públicos territoriales y organizaciones productivas y de servicios del sector privado.

Esta experiencia puede iniciarse en el entorno externo más cercano a la UCV donde se pueden introducir elementos de sustentabilidad en el desempeño cotidiano de los diferentes espacios localizados en la cercanía del campus

En la actualidad dada la complejidad existente en cuanto al funcionamiento, gestión y mantenimiento de la Ciudad Universitaria de Caracas se requiere de la instrumentalización de políticas de sustentabilidad que le permitan superar de manera sistémica e integral los problemas que afronta.

4.1. Metodología de Gerencia Estratégica

Componentes

- a. La Visión de Futuro
- b. La Misión
- c. El Análisis del Entorno Interno y Externo
- d. La Formulación de los Objetivos Estratégicos
- e. La Conformación de la Estrategia. Corto Plazo, Mediano Plazo y Largo Plazo.
- f. La Acción Táctica – Operacional en el Corto Plazo

Esta metodología es ampliamente conocida nacional e internacionalmente utilizada en organizaciones públicas y privadas, con o sin fines de lucros, en pequeñas, medianas y grandes organizaciones con un alto grado de satisfacción para el diseño del

direccionamiento de las mismas para alcanzar los objetivos estratégicos. David (1988) y (1997), Serna Gómez (1997), Mintzberg – Quinn (1991)

La metodología se desarrolla desde la conformación de un sueño a ser alcanzado a la concreción práctica de la formulación y ejecución de las metas físicas y financieras expresadas en un presupuesto.

4.2. Las dimensiones críticas de la sostenibilidad en la formación y educación terciaria superior

Hemos adaptado el esquema de Sterling a las características de la UCV. A continuación, mencionamos las dimensiones identificadas con las cuales trabajaremos:

Misión institucional, estructura y planificación: se debe expresar a través de declaraciones escritas definiendo su misión y visión, estableciendo sus filosofías y compromisos, Adecuaciones de estructuras, políticas de sustentabilidad

Currículo: la universidad debe incorporar en su oferta docente asignaturas con contenidos del concepto de sostenibilidad, tanto en sus asignaturas opcionales como obligatorias. Se debe fortalecer y desarrollar los programas que promueven los estudios inter y transdisciplinarios, y establecer relaciones con otras instituciones con roles similares – Educación formal y no formal.

Interacción Social: deben desarrollarse proyectos y programas de sostenibilidad, actividades de servicio comunitario, valores y prácticas, para comunidades locales resultantes de la reflexión sobre el rol de la institución en su sistema social y ambiental. Fomentar alianzas con otras universidades, ONGs y organizaciones comunales en niveles locales, regionales y globales.

Investigación y Docencia: promover investigación y docencia en sostenibilidad y temas relacionados. Programas multi e interdisciplinarios, y generar estructuras para el desarrollo de la investigación y políticas en sostenibilidad.

Oportunidades para estudiantes: ampliar oferta académica de pre-grado, Especializaciones y Postgrados relacionados al tema de sostenibilidad. Apoyar la participación estudiantil mediante la orientación y creación de oportunidades que faciliten su involucramiento en actividades relacionadas con la Sostenibilidad y apoyo a la comunidad.

Incentivos para el personal Docente y Administrativo: valorizar las actuaciones que tenga en cuenta las contribuciones al tema de Sostenibilidad. Desarrollo de oportunidades para la promoción de la conciencia social y ambiental. Derechos humanos: políticas de empleo; igualdad de oportunidades; ambiente de trabajo; consideraciones sobre género y grupos minoritarios.

Operaciones: Prácticas ambientales en operaciones, tales como programas energéticos, reducción de residuos y desechos.

5. RESULTADOS

5.1. Actividades realizadas

La aplicación del Cuestionario de Evaluación de la Sostenibilidad (SAQ), promovido por la ULSF (University Leaders for a Sustainable Future).

Aplicación del INSTRUMENTO RISU_VZLA_XXX, para la evaluación de las políticas de sustentabilidad en Universidades Latinoamericanas, con el apoyo económico del Centro de Estudios de América Latina (CEAL) de la Universidad Autónoma de Madrid y del Banco Santander, y ha sido respaldado por la Oficina Regional del PNUMA para América Latina y el Caribe.

Conferencias organizadas en el evento CCS FORUM 2015, Con el apoyo de la Oficina de Asuntos Públicos de La Embajada de los Estados Unidos en Caracas, de la Alcaldía de Chacao y de la Universidad Central de Venezuela, a través del Proyecto UCV Campus Sustentable.

Conferencias con Invitados Nacionales

1. Avances tecnológicos en Geodesia. Julián García.
2. La Huella del Desperdicio de Alimentos. Marisol Tapia.
3. FORO: "Caracas emergente... una ciudad sustentable". Profesores Yuri Medina, Luis Fernando Quintero, Jesús Delgado.
4. Capacidades de la UCV relacionadas con el Sector Energético Nacional y el Ambiente. Edgar Cotte. Nydia Ruiz
5. Derechos Humanos. María Eugenia Gil Beroes.
6. Educación para una Cultura de Paz, Derechos Humanos y sana convivencia. P. Raúl Herrera.
7. Bolsas plásticas. Alejandro Luy.
8. FORO: Sostenibilidad. Ocarina Castillo, Alfredo Cilento, Ernesto González.
9. Cambio energético: la ruta para limpiar nuestra huella en el planeta. Fernando Travieso / Magaly Irady.

Conferencias con Invitados Internacionales:

1. Wynn Calder. Director de la asociación Líderes Universitarios para un Futuro Sustentable (University Leaders for a Sustainable Future - ULSF). Conferencia: "Educación Superior para el Desarrollo Sustentable".
2. Ann Cooper. Chef, activista y especialista en alimentación. Conferencia: "Alimentación sustentable: propuestas y soluciones".
3. Larry Black. Emprendedor, con experiencia en las industrias de ambiente, desecho y reciclaje, energía, venta al detal, manufactura y desarrollo inmobiliario. Conferencia: IMAGINA una ciudad...Las imágenes e ideas de William McDonough.
4. Joseph Tainter. Sociólogo y Antropólogo de la Universidad de Utah. Autor de El Colapso de las Civilizaciones. Conferencia: Energía y Catástrofe: ¿Qué vincula al Imperio Romano con los derrames petroleros en el Golfo? Teatro Municipal de Chacao, 19-10-15. Sostenibilidad e innovación: ¿Podremos compensar siempre el agotamiento de recursos? UCV, 20-10-15

5.2. Actividades iniciadas

1. Talleres para el diseño estratégico del campus sustentable de la UCV.
2. Blog para comunicación, difusión e intercambio con organizaciones e investigadores.

3. Sistema de Información, interactiva con temas, investigadores, tesis, etc. Su desarrollo está muy adelantado y estará disponible muy pronto, contando para ello con la colaboración de un tesista de la Escuela de Computación.
4. En la actualidad se está organizando la celebración de un congreso en la materia para el segundo semestre del año 2016.
5. Se prepara la promoción y presentación pública de la propuesta UCV Campus Sustentable.
6. Se organiza la publicación del documento que servirá como marco de referencia para toda la comunidad universitaria y como presentación para la realización de actividades con otros actores externos a la UCV con el propósito de conseguir aliados significativos en la formulación y ejecución del proyecto en referencia.

5.3. Actividades por realizar

1. Preparar propuestas de proyectos sustentables para ser introducidas en el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CDCH dentro de la convocatoria del programa UCV Sociedad.
2. Organizar la Unidad Ejecutora del Proyecto.

5. CONCLUSIONES

El Proyecto UCV Campus Sustentable es muy importante para apoyar la sustentabilidad de la Ciudad Universitaria de Caracas, y en especial su condición de Patrimonio de la Humanidad, porque convoca a toda la comunidad ucevista a tomar conciencia sobre el impacto en la sociedad que representa la institución, y en consecuencia a adquirir compromisos y desarrollar acciones para fortalecer este rol. En este sentido debe tener presencia y permanencia en los planes estratégicos globales y en cada dependencia académica y administrativa. Para alcanzar las metas propuestas debe llevarse esta iniciativa a las autoridades, profesores, estudiantes, empleados y obreros, y hacerlo extensivo a quienes están vinculados con el destino de nuestra casa de estudios, es decir instituciones públicas y privadas de decisión, y ciudadanía.

Los resultados mostrados por los instrumentos de evaluación de sostenibilidad, revelan grandes potencialidades y recursos para un desempeño sustentable de la CUC, pero también la necesidad de articular esfuerzos, construir redes de cooperación interdisciplinarias e integrar objetivos.

6. AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos a los profesores Sergio Barreto y Elías Cordero, quienes participaron en la elaboración de esta ponencia, pero sus nombres no aparecen entre los autores porque las normas del evento permiten sólo tres autores.

Igualmente agradecemos al equipo promotor del Proyecto UCV Campus Sustentable por sus valiosos aportes al desarrollo y consolidación de esta importante iniciativa.

7. REFERENCIAS

- BARTON, J. (2006) Sustentabilidad urbana como planificación estratégica. EURE (Santiago). p.27-45. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612006000200003&lng=es&nrm=iso. ISSN 0250-7161
- BENAYAS, J., ALBA, D. Y SANCHEZ, S. (2002). Universidad y Desarrollo Sostenible. La ambientalización de los campus universitarios: El Caso de la Universidad Autónoma de Madrid. Ecosistemas 2002/3 Recuperado de <http://www.aect.org/ecosistemas/023/educativa2.htm>
- BEST GREEN UNIVERSITY PRACTICE. Version: SteeringGroup. Thisstudy examines thecommitment of 20 universitiesaroundtheworldtoEnvironmentalSustainability in thevariousfunctions of universities. MaryamFaghihimani. 9/23/2010.
- CASTELLANOS, H. (2006). La planificación del desarrollo sostenible. CENDES, Caracas. CENAMB-UCV. (1995?). Diagnóstico problemas ambientales en Venezuela. Caracas. [Material mimeografiado]
- CENAMB-UCV. (1995). Ambiente frente a la crisis. Cuadernos CENAMB. Etapa II, Volumen I, N 3. Caracas.
- CILENTO, A. Descentralización y Sostenibilidad de los Asentamientos Humanos. IDEC-UCV. Caracas
- CILENTO S, ALFREDO. Macroproyecto ciudad universitaria patrimonio (sostenible) de la humanidad. Documento mimeografiado.
- CONSTANZA, R. (1997). La economía ecológica de la sostenibilidad: invertir en capital natural. En: Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del informe Brundtland. Editorial Trotta. Madrid.
- COPRED-UCV - URVISA. (2001). Programa de Acciones Inmediatas en Vialidad, Estacionamientos y Transporte Público de la Ciudad Universitaria de Caracas. Caracas. [Material mimeografiado].
- COPRED-UCV. (2001). Documento Borrador de Políticas. Ciudad Universitaria de Caracas: ¿Congelamiento versus desarrollo? [Material mimeografiado]. Pp. 3
- COPRED-UCV. (2004). Lineamientos Generales de Intervención para Edificaciones de la Ciudad Universitaria de Caracas. Informe 1, 2 y 3, (I 1, I 2 y I 3) Caracas. [Material mimeografiado].
- COSS, A. (2010). Revisión Histórica del paisajismo de la Ciudad Universitaria de Caracas, patrimonio común universal. En: Apuntes 22 (2):pp. 156-171. Bogotá.
- COSS, A. (2011). Plan de trabajo para la planificación y ejecución de la recuperación de las áreas verdes de la Plaza Cubierta, Ciudad Universitaria de Caracas. En: Memorias Trienal FAU: (AS-4) 1 – (AS-4) 25. Caracas.
- COSS, A. (2012). Valoración Patrimonial y Sostenibilidad Urbana Ciudad Universitaria de Caracas, Venezuela. En; Actas del 2º Coloquio Internacional RIGPAC “Paisaje cultural urbano e identidad territorial”, (Florencia 12-14 de julio de 2012), vol. II, Roma, 2012, pp. 1143–1154.
- CHURCHMAN, C. W. (1968). El Enfoque de Sistemas. Delta Book .Nueva York.

- CLUGSTON, R. M., & CALDER, W. (1999). Critical dimensions of sustainability in higher education. In W. L. Filho (Ed.), *Sustainability and University Life* (pp. 31-46). New York: Peter Lang.
- DAVID, FRED. (1988) "La Gerencia Estratégica". Legis. Serie empresarial, Colombia.
- DAVID, FRED. (1997) "Conceptos de Administración Estratégica". Prentice Hall, México.
- DE LISIO, A (1995). *La búsqueda de una metodología de estudios integrales del Ambiente*. Caracas.
- DE LISIO, A (1996). *El Enfoque de Sistema y Ambientología*. Revista Geográfica Venezolana, Vol. 37-1996 (2). Mérida – Venezuela.
- DE LISIO, A (1999). *Entropía y neguentropía urbanas. Bases para la reformulación del estudio ambiental de la ciudad, el crecimiento y la expansión de Caracas como caso de investigación*. Tesis Doctoral. Caracas.
- DÍAZ COUTIÑO, REYNOLD. (2011) "Desarrollo Sustentable. Una Oportunidad para la Vida. McGrawHill. II Edición. México.
- DRUCKER, PETER. (2002). "Las Nuevas Realidades". Editorial Suramericana. Febrero, ISBN 1400000491, 9781400000494
- E. ENKERLIN– G. CANO – R. GARZA – E. VOGEL (1997) *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sustentable*. Thonson Editores. SA. México.
- GREENING UNIVERSITIES TOOLKIT. *Transforming universities into green and sustainable campuses: a toolkit for implementers*. ISBN: 978-92-807-3345-7. Job Number: DEP/1687/NA. © United Nations Environment Programme, 2013.
- IRAZÁBAL, V., (1976). *La conservación y el mantenimiento de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Trabajo de escalafón para optar a la categoría de Profesor Asistente. FAU-UCV. Caracas.
- LEFF, E. (2000). *La complejidad ambiental*. Siglo XXI editores. México.
- LEÓN, J., B. (1988). *Contribución de la ciencia ambiental a la formación del arquitecto paisajista*. Trabajo de Ascenso que se presenta para optar a la categoría de Profesor Titular FAU-UCV, Caracas.
- LEÓN, J., B. (1981). *Ecología y Ambiente en Venezuela*. Editorial Seix Barral Venezolana, Caracas.
- LEÓN, J., B. (2009). *El Ambiente: Paradigma del nuevo milenio*. Editorial Alfa, Caracas.
- Martin, HIGGITT David. Editor Routledge,
- MATUS, CARLOS. "Planificación Estratégica Situacional". Ed. Altadir.
- MINTZBERG. H – QUINN. JB. (1991) "El Proceso Estratégico". Prentice Hall. México. 1991.
- MORIN, E. (1977). *El Método I. La naturaleza de la naturaleza*. Editorial Cátedra. Madrid.
- NAVA, M. (2002). *Información y Vulnerabilidad para la preservación del Patrimonio Arquitectónico. Caso Estudio Ciudad Universitaria de Caracas*. Trabajo de Ascenso que se presenta para optar a la categoría de Profesor Agregado, FAU-UCV. Caracas.
- OLALLA, M. (2003). *Indicadores de sostenibilidad y huella ecológica. Aplicación a la UAM*. Proyecto Fin de Carrera de Licenciatura de Ciencias Ambientales. Recuperado de http://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/descargas/investigacion/Resumen_PFC_Indicadores.pdf

- PEREZ, J. (2014). Preservación de la Ciudad Universitaria de Caracas y de la síntesis de las artes Caracas-Venezuela. Tesis Doctoral de la Universidad de Granada. ISBN: 9788490289754
- PINTÓ, M. (2013). Villanueva. La síntesis. Volumen I y II. Edición: Fundación Villanueva, COPRED-UCV, Fundación Telefónica. Caracas.
- POSANI, J. P. (1991). Síntesis e integración. en varios autores, Obras de Arte de la Ciudad Universitaria de Caracas, Caracas : UCV / Monte Ávila Editores / CONAC.
- PNUD (1997). Guía Metodológica de Capacitación en Gestión Ambiental Urbana. Para Universidades de América Latina y el C C.D.C.H. -U.C.V., Caracas.
- ROGERS, R. (2000). Des villes durables, per une petite planète. Editions Le Moniteur. Paris.
- SERNA GÓMEZ, HUMBERTO. (1997) “Gerencia Estratégica”. Global Ediciones, S.A. 3R Editores, Bogotá.
- SATO, A. (2003). La síntesis de Carlos Raúl Villanueva. En URBANA v.8 n. 33. Caracas.
- SERT, J., L. (1944). The human scale in city planning. New Architecture and City planning. Zucker Paul. New York.
- SANDRA I. RODRIGUEZ, MATTHEW S. ROMAN, SAMANTHA C. STURHAHN, TOBITO, A. (1982). El ambiente como Sistema. Cuadernos CENAMB 8201.
- TYLER, G. (2002). Introducción a la Ciencia Ambiental. Desarrollo Sostenible de la Tierra, un enfoque integrado. Editorial THOMSON, Madrid.
- UNESCO, Comité Intergubernamental para la Protección del Patrimonio mundial Cultural y Natural. Centro Patrimonio Mundial. (2008). Directrices para la inscripción de tipos específicos de bienes en la Lista del Patrimonio Mundial, Anexo 3. WHC. 08/01. Recuperado de <http://whc.unesco.org/archive/opguide08-en.pdf#annex3>
- University Leaders for a Sustainable Future. (2008). [Página Web en línea]. Recuperado de: <http://www.ulsf.org/>
- ULSF, SustainabilityAssessmentQuestionnaire (SAQ) for Colleges and Universities. 2009, University Leaders for a Sustainable Future: Wayland, USA.
- UNESCO, Comisión Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCDE) (1987). “Informe Brundtland” sobre nuestro Futuro Común. Oxford University Press, ISBN 0-19-282080-X.
- ZAWIZA, L. (1977). La Ciudad Universitaria de Caracas. Revista Punto N° 59. División de Extensión Cultural. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. Pp. 40. evento.

ANÁLISIS Y PROPUESTAS PARA LA ATENCIÓN DE LA ACCESIBILIDAD PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN SITUACIONES DE RIESGO

MSc. Ariana Tarhan

Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *arianat07@gmail.com*

RESUMEN

El cambio climático traerá como consecuencia transformaciones en las ciudades y mayor ocurrencia de eventos catastróficos como inundaciones o deslizamientos de tierra. Las personas con discapacidad resultan ser las más afectadas por sus dificultades para desplazarse. Este grupo, según la Organización Mundial de la Salud, representa alrededor del 15% de la población total. La Organización de Naciones Unidas contempla que ante una situación de crisis, las personas con discapacidad tienen más limitaciones y pueden quedar totalmente abandonadas durante una evacuación. La investigación tiene por objetivo identificar, a través de los potenciales grupos afectados, cuáles han sido sus carencias y cuáles sus necesidades para desplazarse en la ciudad, y particularmente, las dificultades que enfrentarían ante una situación de riesgo natural. A partir de allí, se proponen mecanismos conjuntos orientados, en primer lugar, a sensibilizar a las autoridades y sociedad civil para la atención de las personas con discapacidad, y en segundo lugar, diseñar acciones que permitan minimizar la vulnerabilidad de estas personas, mediante labores previas para facilitar el desplazamiento en el espacio público y acceso a edificaciones de uso público. La metodología utilizada fue la revisión documental, así como el trabajo con funcionarios de alcaldías y representantes de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) relacionadas con el tema para diseñar propuestas conjuntas de atención.

Palabras clave: Accesibilidad, personas con discapacidad, ciudad, riesgo.

INTRODUCCIÓN

El tema para esta ponencia se deriva de una investigación más amplia denominada “Adaptación de las ciudades para personas con movilidad reducida”, que se inició en el año 2011, para optar al Premio Fernand Braudel, resultando ganadora para investigar sobre el tema en Francia y desarrollarla posteriormente en Venezuela.

Tiene por objetivo identificar, a través de los grupos afectados -como son las personas con discapacidad-, sus carencias y necesidades para desplazarse en la ciudad, y particularmente, las dificultades que enfrentarían ante una situación de riesgo natural. A partir de la revisión de la normativa vigente, se proponen mecanismos conjuntos orientados, en primer lugar, a sensibilizar a las autoridades y sociedad civil para la atención de las personas con discapacidad, y en segundo lugar, diseñar acciones que permitan minimizar la vulnerabilidad de estas personas, mediante labores previas que faciliten el desplazamiento en el espacio público y acceso a edificaciones de uso público.

Los efectos del cambio climático cada vez son más evidentes y traerá como consecuencia transformaciones en las ciudades debido a incrementos del nivel del mar y densificación improvisada; así como mayor ocurrencia de eventos catastróficos como inundaciones o deslizamientos de tierra. Las personas con discapacidad serán las más afectadas por sus dificultades para desplazarse, sobre todo en entornos urbanos que no están adaptados a sus necesidades.

Tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el Banco Mundial (2011) han recomendado que los gobiernos inviertan en programas y servicios específicos para las personas con discapacidad y adopten una estrategia y plan de acción nacional sobre este asunto; ampliando los esfuerzos para derribar los obstáculos y las barreras de acceso para que estas personas puedan llevar una vida normal.

La investigación también se desarrolló en el marco del Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020 que adelanta el Instituto Metropolitano de Urbanismo con el nombre de “Accesibilidad para TODOS”, entre 2012 y 2014. Se centró en un proceso de elaboración de talleres, discusiones e intercambios con diferentes Organizaciones No Gubernamentales y representantes de otras alcaldías del Área Metropolitana de Caracas.

El énfasis estuvo dirigido hacia aspectos urbanos, como la accesibilidad al espacio público, edificaciones públicas y transporte público, y su adaptación para permitir el desenvolvimiento de la vida cotidiana de las personas con discapacidad, y la facilidad para ser evacuados en caso de eventos naturales extraordinarios.

El presente informe resume el marco legal que sustenta el tema de la accesibilidad para personas con discapacidad y movilidad reducida, con especial interés en la situación venezolana. Se presenta el concepto de accesibilidad para este grupo de la población, y la importancia que amerita su tratamiento por parte de las autoridades y la ciudadanía, en general. Se resume la situación en el Área Metropolitana de Caracas. Finalmente, se exponen propuestas para mitigar los daños que pudieran tener las personas con discapacidad y movilidad reducida ante situaciones de riesgo natural.

1. CONVENCIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD

El origen del marco legal en el que se sustenta la atención de este grupo de la sociedad, reposa en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo que fueron aprobados el 13 de diciembre de 2006 en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York, y quedaron abiertos a la firma el 30 de marzo de 2007.

La Convención se concibió como un instrumento de derechos humanos con una dimensión explícita de desarrollo social. En ella se adopta una amplia clasificación de las personas con discapacidad y se reafirma que todas las personas con cualquier tipo de discapacidad deben poder gozar de todos los derechos humanos y libertades fundamentales. Se indican las

esferas en las que es necesario introducir adaptaciones para que puedan ejercer en forma efectiva sus derechos.

En cuanto a la accesibilidad, la Convención requiere que los países identifiquen y eliminen los obstáculos y las barreras y aseguren que las personas con discapacidad puedan tener acceso a su entorno, al transporte, las instalaciones y los servicios públicos, y tecnologías de la información y las comunicaciones.

El informe del Banco Mundial (2011) subraya la escasez de países que disponen de mecanismos adecuados para responder a las necesidades de las personas con discapacidad. Entre estos obstáculos se encuentran la estigmatización y la discriminación, la falta de atención sanitaria y de servicios de rehabilitación adecuados, además de la inaccesibilidad de servicios de transporte, edificios y tecnologías de la comunicación.

A partir de esta Convención han ido notables los adelantos, donde en buena parte de las ciudades norteamericanas y europeas, así como también ciudades latinoamericanas, han adaptado su mobiliario urbano y modos de transporte público, con lo cual la ciudad se hace accesible para todos los ciudadanos de una manera amable, mejorando considerablemente la calidad de vida de los grupos vulnerables. La accesibilidad universal, como también se le denomina a las facilidades del espacio público para el desplazamiento de todas las personas, se viene trabajando en países del Hemisferio Norte desde la finalización de la Segunda Guerra Mundial para favorecer a las personas que habían quedado lesionadas.

8. METODOLOGÍA UTILIZADA

La investigación estuvo orientada a revisar procesos de adaptación en ciudades que han logrado incorporar en sus políticas públicas, mecanismos y herramientas que permiten a la población disfrutarla, vivirla, desenvolverse de manera más independiente y así, dejar de estar excluidos.

El tipo de investigación es documental y exploratoria, ya que se revisó material bibliográfico como leyes, normas o programas que se aplican en diferentes países, incluida Venezuela, orientadas a mejorar las condiciones de movilidad a todas las personas.

Como parte de la investigación exploratoria, se aplicaron entrevistas semi-estructuradas a funcionarios públicos y a representantes de ONG de personas con discapacidad y de la tercera edad.

Como se señaló, se desarrolló en el marco del Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020. Iniciado en 2012, con talleres de trabajo, tuvo una amplia convocatoria de representantes de alcaldías, universidades y particularmente, de diversas Organizaciones No Gubernamentales que trabajan en el país y en el Área Metropolitana de Caracas sobre el tema de la discapacidad.

Los resultados buscaban llamar la atención acerca de los procesos necesarios para la adecuación de los espacios públicos de Caracas y de otras ciudades venezolanas, y su incorporación activa en los planes y proyectos a desarrollar en cada ciudad.

Uno de los aspectos analizados fue el relacionado con la evacuación de personas con discapacidad y movilidad reducida en caso de una catástrofe natural, evidenciándose también una ausencia total de programas o planes para ello. Todo esto llevó a plantear diversas propuestas preliminares que deben adaptarse y trabajarse de manera particular, de acuerdo con la condición del entorno y de las posibles causas de riesgo natural.

La participación de los actores en el proceso de la investigación, consideró de manera fundamental a las personas con discapacidad, quienes deben asumir un papel activo como actores en la gestión del riesgo de desastres.

9. MARCO LEGAL VENEZOLANO

Llama la atención que a pesar de las pésimas condiciones de accesibilidad en la ciudad, ya sea en el espacio público, el acceso a las edificaciones y al transporte público, Venezuela cuenta con un marco legal que sustenta y obliga a las instituciones a tener acondicionados todos sus espacios para el acceso a todas las personas.

El Gobierno venezolano firmó la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, en 2013, 7 años después de su aprobación; sin embargo, nuestro marco jurídico contempla una serie de leyes nacionales y estatales, así como ordenanzas municipales, que instituyen los derechos de las personas con discapacidad y/o movilidad reducida, con miras a lograr su integración y buen desenvolvimiento en los espacios sociales. Estas normativas constituyen un paso fundamental para lograr ciudades incluyentes para todos. Como referencia se mencionan las siguientes:

9.1 Ley para Personas con Discapacidad

Es la primera normativa venezolana dedicada en su totalidad a resguardar los derechos de las personas con movilidad reducida o con alguna discapacidad. Fue promulgada en Gaceta Oficial Número 38.598 en el año 2007. De acuerdo a su Artículo 1 tiene como finalidad “regular los medios y mecanismos que garanticen el desarrollo integral de las personas con discapacidad de manera plena y autónoma...”.

Se parte del principio de darle especial importancia a diseñar una ciudad incluyente en donde todos posean las mismas oportunidades para desplazarse y ejercer sus actividades cotidianas.

Los artículos 5 y 6 definen el concepto de discapacidad:

“Artículo 5. Se entiende por discapacidad la condición compleja del ser humano constituida por factores bio-psicosociales, que evidencia una disminución o supresión temporal o permanente, de alguna de sus capacidades sensoriales, motrices o intelectuales que puede manifestarse en ausencias, anomalías, defectos, pérdidas o dificultades para percibir, desplazarse sin apoyo, ver u oír, comunicarse con otros, o integrarse a las actividades de educación o trabajo, en la familia con la comunidad, que limitan el ejercicio de derechos, la participación social y el disfrute de una buena calidad de vida, o impiden la participación activa de las personas en las actividades de la vida familiar y social, sin que ello implique necesariamente incapacidad o inhabilidad para insertarse socialmente”.

“Artículo 6. Son todas aquellas personas que por causas congénitas o adquiridas presenten alguna disfunción o ausencia de sus capacidades de orden físico, mental, intelectual, sensorial o combinaciones de ellas; de carácter temporal, permanente o intermitente, que al interactuar con diversas barreras le impliquen desventajas que dificultan o impidan su participación, inclusión e integración a la vida familiar y social, así como el ejercicio pleno de sus derechos humanos en igualdad de condiciones con los demás”.

Para complementar la definición anterior, se considera que algunos estados o etapas de la vida generan una disminución en las funcionalidades de la persona: la infancia, los cambios que trae consigo la vejez, la obesidad, las diferencias en la antropometría o dimensiones del cuerpo, el embarazo, el uso de lentes y/o audífonos, secuelas físicas o sensoriales (de enfermedad o accidente), lesionados temporales (persona enyesada). Son personas que temporal o permanentemente tienen una movilidad reducida.

Dentro de sus artículos más destacados en cuanto a la accesibilidad y a la supresión de barreras arquitectónicas y urbanas se menciona lo señalado en el Artículo 31, donde hace mención al cumplimiento de las normas de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), así como las reglamentaciones técnicas sobre la materia provenientes de los organismos respectivos, relativas a la accesibilidad y transitabilidad de las personas con discapacidad.

Hace especial énfasis a permitir desplazamientos sin obstáculos ni barreras y el acceso seguro a los diferentes ambientes y servicios sanitarios a personas con discapacidad en las áreas comunes de zonas residenciales, los diseños interiores para uso educativo, deportivo, cultural, de atención en salud, centros, establecimientos y oficinas comerciales, sitios de recreación, turísticos y los ambientes urbanos.

El Artículo 32 hace referencia a las normas para los estacionamientos de uso público y privado; el Artículo 37 establece que se debe destinar en cada una de las unidades de transporte colectivo, por lo menos un puesto, adaptado para personas con discapacidad con seguridad de sujeción inmovilizadora. Sigue el Artículo 38 con la obligatoriedad de uso de estribos, escalones y agarraderos, así como rampas o sistemas de elevación y señalizaciones auditivas y visuales, en el transporte público que garanticen plena accesibilidad, seguridad, información y orientación a las personas con discapacidad.

9.2 Norma Comisión Venezolana de Normas Industriales - COVENIN 3358 del año 1997

La Norma COVENIN 3358 de 1997 constituyó un instrumento bastante avanzado en la accesibilidad para personas con movilidad reducida, por cuanto hasta esa época, en Venezuela, no había ninguna disposición para el desplazamiento de personas que presentaran limitaciones de movilidad. Estuvo vigente hasta 2004 cuando su revisión la transformó en la Norma COVENIN 2733 de 2004, vigente, con el título “Accesibilidad y Transitabilidad de las Personas en las Edificaciones y el Entorno Urbano”.

“Esta norma establece los principios generales para el diseño, proyecto, construcción, remodelación y adecuación de edificaciones y el medio urbanístico en el ámbito nacional,

para evitar las barreras físicas y que dichos espacios sean completamente accesibles y transitables con autonomía, comodidad y seguridad por las personas” (Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma COVENIN 2733:2004, Objeto).

De acuerdo al Artículo 31 de la Ley para Personas con Discapacidad, la Norma COVENIN es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional para aquellos órganos y entes de la administración pública y privada que planifiquen, diseñen, proyecten, construyan, remodelen y adecuen edificaciones y medios urbanos y rurales.

10. ACCESIBILIDAD PARA TODOS

Para efectos de la presente investigación, se considera la accesibilidad como el grado en el que todas las personas pueden visitar un lugar o acceder a un servicio o utilizar un objeto independientemente de sus capacidades técnicas o físicas. Es el derecho que tienen todas las personas de ingresar, transitar y permanecer en un lugar de forma segura, autónoma y confortable (Duque, 2007).

Para promover la accesibilidad en las ciudades es necesario adaptar los espacios para el uso y disfrute de todos. El desplazamiento físico de una persona en los espacios urbanos implica traspasar los límites entre la edificación y el espacio público o entre éste y el transporte; ahí radica la importancia en la continuidad de la cadena de accesibilidad.

Las ciudades sensibilizadas, cada vez más numerosas, han elaborado sus programas a favor de la accesibilidad e integración de las personas con discapacidad. Así, se modifican, para lograr formas diversas de adecuación de espacios y ambientes, que suponen disminución de facilidades de circulación de vehículos y creación de mejores condiciones para caminar y para estar (CERTU, 2009).

El abordaje de la movilidad desde la perspectiva del ciudadano, implica compromisos democráticos, es decir diseños de ciudad con espacios que permitan el acceso, la participación y la inclusión de todos, teniendo las convenientes diferenciaciones positivas para los adultos mayores, los niños, las personas con disminuciones físicas o sensoriales (Duque, F. B, 2007).

11. REFERENCIAS INTERNACIONALES

En Latinoamérica y en el resto del mundo existen diversas iniciativas (legales, culturales, sociales) enfocadas en atender la accesibilidad para personas con movilidad reducida. Todas ellas referentes para la obtención de ciudades más incluyentes y humanas.

De acuerdo con las conclusiones de Eduardo Elkouss Luski (2006), a comienzos del Siglo XXI ya existe un alto índice de accesibilidad en gran parte de las ciudades. Destacan como ejemplos Curitiba (Brasil), Copenhague (Dinamarca), Edmonton (Canadá), Barcelona (España), o espacios urbanos como determinadas calles o paseos marítimos peatonales. El denominador común de estas experiencias, es la adecuada y sostenida coordinación de esfuerzos entre los distintos agentes implicados: niveles de la administración pública, profesionales, voluntariado o las propias asociaciones de personas con discapacidad. Se

hace posible gracias a un espíritu democrático, con educación cívica y tolerancia, y también soporte económico, no necesariamente alto. *En el momento presente ya no existen excusas creíbles para seguir postergando un entorno en la ciudad apto para cualquier usuario. Una nueva conciencia ciudadana nos hace vislumbrar un futuro esperanzador, bajo el prisma que nos orienta hacia una nueva concepción del concepto de Accesibilidad para todos.*

La organización Handicap International ha venido trabajando de manera particular en la gestión de riesgo de desastre; cuenta con diversas publicaciones disponibles en Internet, las cuales muestran ejemplos de buenas prácticas, particularmente en zonas de Asia donde confluyen la pobreza, la afluencia de riesgos naturales, que en algunos casos, son sectores densamente poblados. Estas prácticas demuestran que con una gestión preventiva eficiente disminuyen el número de fallecidos y personas heridas.

12. DISCAPACIDAD Y RIESGO

Cuando a la problemática de accesibilidad para personas con discapacidad se le agrega una situación de riesgo natural, los efectos negativos se multiplican.

Los desastres naturales causan un trastorno o interrupción en el funcionamiento de una comunidad que conlleva considerables pérdidas humanas, materiales, económicas y ambientales desbordando la capacidad de la comunidad o sociedad afectada. Destacan las inundaciones, tormentas tropicales, huracanes, así como situaciones de desastres naturales directamente relacionadas con los efectos del cambio climático (Terminiello, 2013).

Diferentes poblaciones pueden sufrir riesgos similares de verse expuestas a los efectos de los desastres ambientales, pero su vulnerabilidad real depende de sus condiciones socioeconómicas, su empoderamiento cívico y social, y su acceso a recursos de mitigación y socorro. Las personas con discapacidad se ven afectadas de manera desproporcionada en situaciones de desastre, emergencia y conflicto debido a que las medidas de evacuación, respuesta (incluidos los refugios, campamentos y distribución de alimentos) y recuperación, les resultan inaccesibles (ONU, 2015).

Al asumir que las personas con discapacidad tienen mayor dificultad de desplazarse por sus limitaciones físicas, es urgente hacer los esfuerzos y la adecuación necesaria del espacio físico para reducir su vulnerabilidad. Esta vulnerabilidad se ha definido como "un conjunto de condiciones y procesos como resultado de factores físicos, sociales, económicos y ambientales, los cuales aumentan la susceptibilidad de una comunidad o de una persona a los efectos de desastres" (Handicap International, 2015).

La condición de pobreza, exclusión y discapacidad le agregan complejidad a las situaciones emergentes relacionadas con la naturaleza. Prevalece la falta de preparación y planificación, así como la inaccesibilidad a las instalaciones y los servicios y a los sistemas de transporte.

La inclusión de las necesidades de las personas con discapacidad en todas las etapas del proceso de gestión de los desastres, y especialmente durante las etapas de planificación y preparación, puede contribuir a reducir de forma significativa su vulnerabilidad y aumentar la eficacia de los esfuerzos gubernamentales de respuesta y recuperación.

En el marco de la gestión de riesgo, Handicap International (2015) sugiere estos elementos clave:

1. Su aplicación debe asegurar que los "grupos de mayor riesgo", como son las personas con discapacidad, estén incluidos en los objetivos, metas e indicadores planteados.
2. Debe incorporar diseño universal para garantizar que la información, las consultas, la planificación, el seguimiento y la evaluación, estén disponibles y accesible para todos.
3. Contar con el apoyo de todas las autoridades nacionales y las autoridades locales, así como de técnicos para poner en práctica las medidas necesarias.

13. LA SITUACIÓN DE CARACAS

En Caracas, con más tres millones de habitantes, el número de personas con discapacidad aumenta cada día debido a los accidentes de tránsito y a los altos niveles de violencia que dejan personas con algún tipo de discapacidad. De acuerdo con los datos del Censo 2011 (INE, 2012), el porcentaje de personas con discapacidad representa el 6% de la población, tanto en el Distrito Capital como en el estado Miranda.

Adicionalmente, el porcentaje de población perteneciente a la tercera edad tiende a aumentar. Se estima que para el año 2020, la población mayor de 65 representará el 15,5% del total, es decir unas 511.000 personas; para lo cual la ciudad debe estar acondicionada para garantizarles accesibilidad y calidad de vida.

En Venezuela funciona el Consejo Nacional para las Personas con Discapacidad - CONAPDIS- instituto autónomo con sede en Caracas que dicta los lineamientos, políticas públicas, planes y estrategias diseñados por el órgano rector (Ministerio del Poder Popular para la Participación y Desarrollo Social) en esta materia. Tiene como finalidad coadyuvar en la atención integral de las personas con discapacidad, la prevención y en la promoción de cambios culturales en relación con la discapacidad.

Así mismo, existen numerosas organizaciones y asociaciones destinadas a la atención de este tipo de personas. El problema radica en el poco apoyo por parte de entidades públicas para promover su inclusión y desarrollar programas que incentiven la construcción de una ciudad accesible.

Esta problemática se presenta en todos los ámbitos: el asistencial, educativo, laboral y recreacional. Algunas personas ingresan al sistema educativo pero no culminan sus estudios, y otros culminan pero no son aceptados en el campo laboral debido a la existencia de barreras arquitectónicas que impiden el libre desenvolvimiento de la persona en el lugar de trabajo.

La adaptación de la ciudad a estas necesidades se está iniciando en espacios públicos que se han remodelado recientemente. Sin embargo, los modos de transporte no cuentan con sistemas para personas de tercera edad o personas con discapacidad, a excepción de algunos recientemente puestos en funcionamiento.

Por otra parte, alrededor de la mitad de la población habita en sectores de barrios pobres, que en Caracas se caracterizan por estar localizados sobre colinas con fuertes pendientes y acceso vehicular reducido por lo que las personas con alguna dificultad se ven impedidas de salir de sus casas, sin desempeñar ningún tipo de actividad.

14. PROGRAMA ACCESIBILIDAD PARA TODOS

La Dirección de Planificación y Gestión Metropolitana del Instituto Metropolitano de Urbanismo de la Alcaldía Metropolitana de Caracas desarrolla el programa “Accesibilidad para TODOS”, cuyo propósito ha sido articular e incorporar a los ciudadanos y las autoridades del Área Metropolitana de Caracas en acciones y proyectos que contribuyan a adaptar la ciudad para mejorar la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida, como una política enmarcada en el Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020 (PECM2020).

En su primera fase, se coordinaron reuniones con organizaciones e instituciones para identificar acciones cuyo objetivo es sensibilizar a la ciudadanía, y acordar propuestas con potenciales efectos positivos sobre la ciudad en el tema de la accesibilidad universal.

Estas mesas de trabajo se enfocaron en tres temas principales: acceso al transporte público, acceso al espacio público y acceso a las edificaciones públicas y privadas de uso público. Estas mesas se desarrollaron conjuntamente con el Observatorio Venezolano de la Discapacidad, además de representantes de diversas ONG, alcaldías y universidades.

De las propuestas que destacaron se señalan:

- Realizar una campaña de concientización en los espacios públicos, la adecuación de los mismos en beneficio del desplazamiento y disfrute de personas con discapacidad.
- Hacer cumplir las ordenanzas que regulan el diseño y señalización en lugares públicos.
- Eliminar las barreras arquitectónicas para mejorar el acceso a las personas con discapacidad, a través del diseño, construcción y adecuación de las aceras para facilitar su desplazamiento.
- Propiciar la seguridad para la movilidad y diseñar transporte público que facilite el acceso a las personas con discapacidad.
- Establecer mecanismos de comunicación y coordinación entre las alcaldías y Conapdis. Crear oficinas de atención a las personas con discapacidad en los ámbitos regional y municipal.
- Incorporar en la educación formal, información relacionada con las personas con discapacidad para fomentar una conducta integradora.

- Trabajar con mayor énfasis en las zonas de barrios para el diseño de mecanismos sobre el reducido espacio público con el que cuentan, que permita facilitar los traslados de estas personas.
- Diseñar programas de alerta temprana para la atención de personas con discapacidad en situaciones de riesgo.

15. PROPUESTA PARA LA ATENCIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD ANTE UNA POSIBLE SITUACIÓN DE RIESGO

Luego de la revisión del marco legal, las experiencias internacionales y las opiniones y propuestas de los propios afectados, se pueden sintetizar las siguientes acciones que se deben asumir para la ciudad en su conjunto:

- Diseño de campañas o programas de sensibilización. Considerada como la primera fase en gran parte de la bibliografía revisada sobre el tema. Los talleres desarrollados para el programa demostraron la falta de conocimiento acerca de esta problemática que afecta a una parte significativa de la población.
- Aplicación de las leyes, normas y ordenanzas vigentes. Contar con un marco normativo extenso y adecuado demostró que la causa de la falta de accesibilidad se encuentra en su desconocimiento y desinterés por parte de autoridades en aplicarlo.
- Promoción del diseño de planes para el mejoramiento de la accesibilidad en el espacio público, tanto en la zona formal como en los barrios. Es urgente incorporar este tema en las prácticas de los estudiantes de nuestras escuelas de arquitectura y urbanismo para que posteriormente lo incluyan en su vida profesional.
- Consideración de la accesibilidad en las edificaciones públicas y privadas de uso público: Escuelas, centros asistenciales, museos, centros comerciales.
- Previsión y uso de recursos para transformar los espacios públicos.

La mejor manera de diseñar mecanismos de accesibilidad o de evacuación en caso de desastres, es construyéndolo con los mismos afectados. Las discapacidades son muy diversas y todas deben ser pensadas. En los barrios es donde se encuentran los mayores obstáculos, no solo por las pendientes que se resuelven a través de escaleras, las cuales no pueden transitarlas personas con sillas de ruedas. También existen obstáculos como alcantarillas abiertas, veredas sumamente estrechas y oscuras, dificultades para el acceso de vehículos, espacios sin luz para las personas con dificultades visuales, inexistencia de mecanismos sonoros. Para personas con discapacidad cognitiva, la situación se les complica dado que cualquier elemento que modifique su rutina los afecta.

Experiencias para la gestión de riesgo en zonas pobres demuestran que construir elementos como rampas, agarraderas o señalizaciones pueden mejorar considerablemente la accesibilidad peatonal. Organizar un transporte público para estas personas, con medidas adecuadas para acceder a espacios estrechos también son fórmulas para mejorar las condiciones.

Este tipo de acciones debieran ser emprendidas por las autoridades locales, pues requieren de diseño específico según el espacio particular de cada barrio.

En el caso de acondicionamiento de aceras, adecuación del transporte público y acceso a edificaciones debería considerarse como una política de Estado a ser asumida por todos los niveles de gobierno.

Para la prevención ante situaciones de desastres naturales, se consideraron los siguientes pasos:

- Conocer los tipos de desastres que pueden afectar a una comunidad.
- Llevar un registro estadístico de personas con discapacidad y movilidad reducida por sectores de la ciudad y por grupos de la comunidad organizada, que incluya personas con discapacidad, niños y personas de la tercera edad.
- Desarrollar charlas, talleres con las distintas organizaciones comunitarias de cada área y con las instituciones competentes.
- Diseñar un plan, que incluya el acondicionamiento de espacios para facilitar la evacuación.
- Diseñar un plan de comunicación efectivo para todas las personas.

CONCLUSIONES

La discapacidad es trabajada desde diferentes aristas, ésta en particular, relacionada con el entorno urbano, permitió comprobar, tanto a los técnicos como a las mismas personas afectadas, que la accesibilidad en la ciudad está lejos de ser un tema prioritario de atención. Venezuela cuenta con un marco legal muy completo que regula el tema pero que no se aplica.

Se pudo comprobar la escasa efectividad de las políticas públicas y los grados de insatisfacción de los usuarios, donde los desplazamientos en la ciudad resultan sumamente hostiles y en algunos casos imposibles, sobre todo para la gran mayoría que habita en los barrios.

No existen registros de personas con discapacidad que han sido afectadas por eventos naturales, como inundaciones o deslizamientos.

Los planes de alerta temprana para trabajar con las comunidades no se aplican. Se detectó que existe una gran necesidad de sensibilizar a la ciudadanía y a las autoridades acerca de este tema para, de esta forma, emprender el mejoramiento de las condiciones de las ciudades y permitir el derecho que todos tenemos de vivirla.

La inclusión en los programas de ingeniería, arquitectura y urbanismo, de la temática alrededor de la accesibilidad universal, se ha considerado una necesidad urgente para lograr profesionales más sensibles con la problemática.

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos al equipo del Instituto Metropolitano de Urbanismo, y en particular, a la Dirección de Planificación y Gestión Metropolitana, durante el período 2011 - 2014, donde pudimos desarrollar el Programa Accesibilidad para Todos. A todas las ONG que nos acompañaron, con quienes compartimos experiencia y conocimiento. Especial agradecimiento a los directivos del Observatorio Venezolano de la Discapacidad, los abogados Luis Torres y Manuel Rodríguez; Nancy Ramírez y María Josefina Alcalá, quienes nos sensibilizaron en esta problemática crucial para los que trabajamos por la ciudad. A representantes de Universidades y alcaldías locales, quienes formaron parte de los talleres de trabajo. Con todos ellos logramos identificar acciones, prioridades y necesidades urgentes para mejorar la calidad de vida de la ciudad.

REFERENCIAS

Alcaldía del Área metropolitana de Caracas. *Avances del Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020*. Disponible en http://www.plancaracas2020.com/plan/AvancesdelPlan2020_web.pdf

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. *Ley para Personas con Discapacidad*. Gaceta Oficial No 38.598. Caracas, 05 de enero de 2007.
Certu. Rapport d'étude *Déplacements des déficients visuels en milieu urbain. Analyse des besoins en sécurité, localisation et orientation, et pistes d'évolution* (2009).

Duque, F. B. (2007). *Derecho a la movilidad. La experiencia de Bogotá, D.C.* Prolegómenos - Derechos y Valores, 173.

Elkouss Luski, Eduardo (2006). *La Accesibilidad: Hacia la Plena Integración Social del Discapacitado en el Entorno Urbano Natural*. Universidades de la Red de Cuadernos de Investigación Urbanística.

Handicap International, 2014. Empowerment and participation Good practices from South & South-East Asia in disability inclusive disaster risk management. Extraído el 01 de febrero de 2015 de http://www.didrrn.net/home/files/9814/1257/2052/HI_DRR_good_practices_2014.pdf
Handicap International, 2015. *Inclusive Disaster Risk Reduction Post 2015: Handicap International Expertise*. www.handicap-international.org

Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2012). Resultados del Censo Nacional de Población, 2011.

Norma COVENIN 2733 de 2004. *Accesibilidad y Transitabilidad de las Personas en las Edificaciones y el Entorno Urbano*.

Organización de los Estados Americanos. *Convención Interamericana para la Eliminación*

de todas las formas de Discriminación contra las Personas con Discapacidad. Documento en línea. Disponible en: <http://www.oas.org/juridico/spanish/tratados/a-65.html>. Consulta: 09 de marzo de 2012.

Organización de las Naciones Unidas. *Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad.* Documento en línea. Disponible en: <http://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf> Consulta: 09 de marzo de 2012.

Organización Mundial de la Salud / Banco Mundial (2011). *Informe Mundial sobre la Discapacidad.* Documento en línea. Disponible en: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf Consulta: 2012.
Rada, M. (2005). *La Discapacidad en Venezuela.* Documento en línea. Disponible en: <http://www.minsa.gob.ni/bns/discapacidad/docs/presentaciones/Epidemiologia/VenezuelaCensoDiscapPresPrimerEncE&CBogota2005.ppt>. Consulta: 15 de noviembre de 2009.

Terminiello, Juan Pablo (2013). *Hacia un cambio de paradigma en el abordaje de los desastres naturales y el cambio climático como amenazas a los derechos humanos. Realidades, enfoques y desafíos.* Extraído el 28 de febrero de 2016 de http://www.palermo.edu/derecho/pdf/DA_N3_03.pdf

Tarhan, Ariana. Propuesta de investigación *Adaptación de las ciudades para personas con movilidad reducida.* Asociación Franco-Venezolana en Ciencias Sociales y Humanidades Jeannette Abouhamad (CISHFRAVEN), Instituto de Altos Estudios de América Latina de la Universidad Sorbonne Nouvelle Paris 3 y Embajada de Francia en Venezuela. Premio Fernand Braudel 2011 de Ciencias Sociales y Humanidades.

PONENCIAS

Área Temática: Desarrollo urbano, Vulnerabilidad y Cultura

LA REPRESENTACIÓN DE LA CIUDAD DESDE LOS MODELOS URBANOS Y SUS FORMAS DE ANÁLISIS. Del renacimiento al siglo XIX

MSc. Pablo Argibay Wikander

División de Investigación de Diseño Urbano, Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

e-mail: pablo.argibay@gmail.com

RESUMEN

La comprensión de la ciudad requiere de su análisis desde posturas que abarcan el análisis morfológico de los elementos que la estructuran, hasta la comprensión de su proceso histórico y formas de representación. En este sentido, el estudio de los modelos urbanos y su representación, permiten comprender la ciudad contemporánea a partir de sus elementos causales, para su intervención.

El objetivo, es comprender las formas de análisis y representación urbana durante el renacimiento hasta el siglo XIX, desde la visión de los modelos urbanos.

Bajo una perspectiva metodológica de tipo documental, se parte de la siguiente premisa: “de los modelos urbanos advienen formas de análisis y representación urbana, que procuran la comprensión de la ciudad desde diversas posturas, para ilustrar el proceso urbano en cada momento histórico”

Como resultado se evidencia que la ciudad puede ser analizada y representada desde el enfoque morfológico, los modelos urbanos y la comprensión de su proceso histórico. Este enfoque presenta formas alternativas de análisis y representación urbana, donde se contemplan distintos elementos que convergen en la ciudad contemporánea.

Palabras clave: Análisis y representación urbana, proceso urbano, modelos de ciudad, diseño urbano, espacio público.

INTRODUCCIÓN

Los estudios urbanos realizados bajo esquemas convencionales, analizan la ciudad desde la forma urbana en el presente construido. Estos estudios plantean abstracciones de la realidad contemporánea, en los cuales la ciudad se descompone en sus elementos fundamentales, para analizar sus partes como elementos aislados. Estas visiones, dejan de lado el estudio de los procesos de crecimiento y transformación urbano, aspectos económicos, políticos y sociales que devienen en modelos urbanos. Así como los actores que intervienen en la construcción de la ciudad, la valoración de sus intereses, experiencias y motivaciones.

En esta ponencia, se plantean tres modelos urbanos durante un período que comienza en el renacimiento y termina en el siglo XIX. De estos modelos urbanos advienen formas de

análisis y representación urbana, que procuran la comprensión de la ciudad desde distintas posturas.

Partiendo del renacimiento y finalizando con la ciudad bella, se toma en cuenta la repercusión de los modelos urbanos en la construcción de la ciudad, sus elementos causales y las distintas formas de representación de cada modelo, para ilustrar el proceso urbano en cada momento histórico.

La ponencia se encuentra dividida en tres partes. En la primera parte, se conceptualiza el modelo renacentista y las diferencias formales y conceptuales entre el renacimiento y el barroco; en la segunda parte, se presenta la ciudad industrial y la concreción del plan Cerdá y el plan Haussmann como respuesta a ésta última; y en la tercera parte, se introduce el movimiento de la ciudad bella y Camilo Sitte como una propuesta humanizadora ante el urbanismo científico de finales del siglo XIX, y como antecedentes de los modelos de ciudad del siglo XX.

La ciudad renacentista y barroca

El renacimiento, extendido desde el siglo XV hasta finales del siglo XVIII, tiene sus orígenes en Florencia como reacción al misticismo medieval. La condición social y económica de la ciudad estado, dirigida por familias de comerciantes ricos y poderosas, propician el mecenazgo sobre las artes, la arquitectura y el urbanismo. “El término renacimiento significa, literalmente, volver a nacer: la resurrección del interés por las formas del arte clásico de la antigua Roma y la antigua Grecia y su utilización como motivo de inspiración en la pintura, la escultura, la arquitectura y el urbanismo europeo” (Morris, 1979, pág. 174).

Para estas familias de comerciantes, las convenciones religiosas del medioevo carecían de atractivo e incitan hacia redescubrirse en el espíritu de la antigüedad romana y griega. El renacimiento se difundió desde Florencia al resto de Italia y posteriormente a Francia, Gran Bretaña y otras partes de Europa. Aun cuando existan distintas periodizaciones para el renacimiento, como la expuesta por Morris (1979), en la historia de la ciudad se destaca el renacimiento y el barroco por ser las que van a tener una repercusión más relevante en la forma urbana.

El modelo renacentista comprende cinco amplios campos de actuación del planeamiento urbano: sistemas de fortificaciones, creación de nuevos espacios públicos, apertura de una nueva red de calles principales, anexión de barrios residenciales y el trazado de nuevas ciudades. A su vez, estas actuaciones se basan en tres elementos principales con los cuales se interviene en la ciudad: la calle rectilínea, el trazado reticular y los espacios públicos. La organización del espacio renacentista apunta hacia un lugar sosegado, en equilibrio y en reposo. Uno de los mejores ejemplos de este tipo es la Piazza Annunziata en Florencia, donde observamos un lugar bien definido, de bordes continuos y alturas homogéneas que equilibran y regularizan el espacio (figura 1).



Figura 1

Piazza Annunziata

Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f9/Piazza_SS_Annunziata_Firenze_Apr_2008_%2818%29-Piazza_SS_Annunziata_Firenze_Apr_2008_%2827%29.jpg

En el renacimiento surge la figura del arquitecto, como profesional que sustituye al maestro cantero del medioevo. Entre las funciones del arquitecto se incluyen las de trazar las planimetrías previas a la obra, bien sea arquitectónica o urbana.

Las nuevas representaciones planimétricas son producto de distintas tratadísticas: por un lado, la tradición vitrubiana anterior al medioevo; y por otro, las nuevas tratadísticas como la de Alberti, que propone la distinción entre la fase de proyecto y la de construcción, así como la representación en planta o en forma de modelo, dejando las perspectivas para los pintores (Hernández, 2014) (figura 2 y 3).



Figura 2

Fachada de la Iglesia de San Andrés

Autor: Alberti

Fuente: http://arteinternacional.blogspot.com/2011/12/arquitectura-italiana-del-quattrocento_8885.html

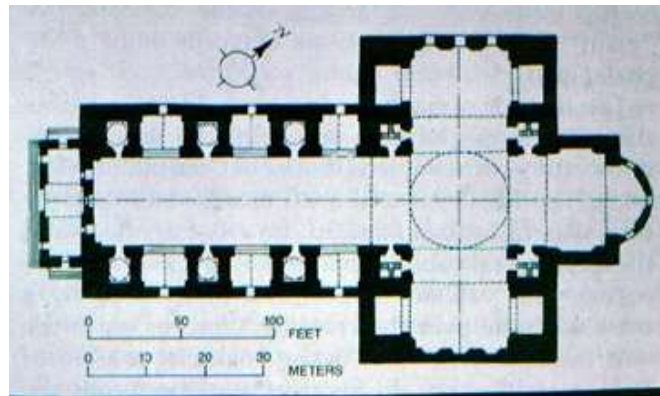


Figura 3

Planta de la Iglesia de San Andrés

Autor: Alberti

Fuente: http://arteinternacional.blogspot.com/2011/12/arquitectura-italiana-del-quattrocento_8885.html

El dibujo arquitectónico es sistematizado en la “Carta a León X” de 1519. La carta, de autoría de Rafael Sanzio (1483-1520) y redacción de Baldassarre Castiglione (1478-1529),

constituye el manifiesto y el programa arqueológico de la corte papal renacentista, “...en ella el artista lamenta el estado de abandono de los restos de la antigua Roma y recuerda el encargo papal de reconstruirla gráficamente a partir de sus ruinas. Para ello indica los criterios de distinción de los edificios romanos antiguos de los demás: bárbaros, góticos y modernos” (Garriga, 1989, pág. 220)

En el ámbito cartográfico, destacan la traducción al latín de la Geografía de Ptolomeo y los nuevos métodos de medida basados en la triangulación geodésica descritos por Gemma Frisius en 1533, los cuales propician la medición de las ciudades y el trazado de nuevas tramas (figura 4).

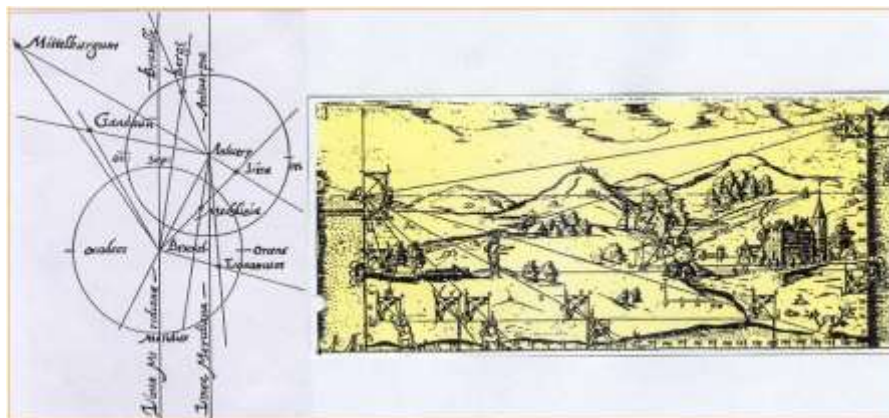


Figura 4

Método de la triangulación de Gemma Frisius

Fuente: http://www.madrimasd.org/blogs/vias_pecuarias/2008/03/27/87597#.VYLU-PI_Okq

Durante el período barroco, los gobernantes contaban con el poder político y económico para ejecutar proyectos de mayor escala que en el renacimiento; los más notables serán los de Luis XIV y Luis XV en Versalles, Pedro el Grande en San Petersburgo y Sixto V en Roma.

El modelo Barroco, apunta hacia la construcción de grandes perspectivas infinitas y recurre al impacto y al poder de la emoción para conmovir al espectador. El urbanismo barroco ejerce un impacto poderoso se afana por conseguir la ilusión de un espacio infinito. La plaza de la basílica de San Pedro constituye un ejemplo de las perspectivas infinitas, producto de la conversión de la planta centralizada de Bramante y Miguel Ángel en una longitudinal, además de la proyectación de la fachada por Carlo Maderno (figura 5 y 6).



Figura 5

Grabado de la basílica de San Pedro

Fuente: <http://archist.blogspot.com/2014/09/basilica-de-san-pedro.html>



Figura 6

Basílica de San Pedro

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Piazza_San_Pietro,_Citta_del_Vaticano.jpg

Durante el período del renacimiento y el barroco surge una preocupación por la simetría, se reemplazan las ideas de verticalidad del gótico por la concepción de un espacio horizontal de permanencia e inmovilidad. La distribución del programa apunta a una composición de uno o más ejes. Las iglesias idénticas de la Piazza del Popolo en Roma (figura 7), son un ejemplo extremo de la distribución simétrica de los elementos de la ciudad. Se concede gran importancia a la conclusión de las perspectivas mediante la implantación cuidadosa de edificios monumentales, obeliscos y estatuas. La perspectiva es uno de los elementos básicos en la construcción de la ciudad y uno de los hechos más importantes de la historia del arte (Morris. 1979).



Figura 7

Piazza del Popolo - Roma

Fuente: <http://analitica.com/vida-con-estilo/roma-la-ciudad-eterna/>

Durante el período renacentista y barroco, las intervenciones urbanas de los poderes públicos centran sus esfuerzos en sanear y reglamentar las áreas centrales de las ciudades. A partir del desarrollo industrial del siglo XIX, se realizan intervenciones urbanas que amparen una nueva trama social y política.

La ciudad industrial: el plan Cerdá y el plan Haussmann

A lo largo del siglo XIX, nace en Europa y Norteamérica una cultura asociada al reformismo social que plantea los primeros modelos para la ciudad industrial, los cuales buscan resolver los problemas producidos por las fórmulas inmobiliarias hiperespeculativas.

Desde esta lógica de reformismo social nacen dos modelos vinculados a la nueva regulación urbanística: por un lado, el modelo de ciudad continua plantea el crecimiento ilimitado de la ciudad, organizado por la nueva ingeniería de transporte, planteando un sistema de calles amplias rectilíneas y un grupo de ordenanzas para la edificación; por otro lado, el modelo policéntrico limita el tamaño de la ciudad planteando un conjunto de ciudades vinculadas, de población limitada y estableciendo vínculos entre la ciudad y el campo (Vergara, De las Rivas. 2004).

El modelo de ciudad continua tiene su origen en la tradición continental europea, una economía liberal, el control del centralismo estatal y las bases de un urbanismo “científico”. Tal es la posición de Idelfonso Cerdá en su trabajo “Teoría General de Urbanización” y el ensanche de Barcelona.

El plan Cerdá

La ciudad de Barcelona tiene problemas de hacinamiento, a lo que Cerdá (1815-1876) responde con una ciudad “más abierta” recurriendo al análisis topográfico de la región. Este análisis, incluye el levantamiento del campo de Barcelona, la ciudad existente, la red de caminos, el relieve y otros centros poblados. Lo novedoso del Plan Cerdá es el análisis de la ciudad existente, tomando en consideración variables físicas, topográficas, trama y características de la población entre otras (figura 8 y 9).



Figura 8
Plan Cerdá - Análisis

Fuente:

<http://www.anycerda.org/web/imgs/fa150anys-resumg-g.jpg>



Figura 9
Plan Cerdá - Análisis

Fuente: <http://www.anycerda.org/web/imgs/fa150anys-placerda1-g.jpg>

El ensanche de Barcelona propone estructurar la ciudad a través de un plan integrador que incorpora un nuevo trazado que articula lo existente y lo nuevo, así como un grupo de ordenanzas para la edificación (Vergara, De las Rivas. 2004).

La cuadrícula que introduce Cerdá es un paradigma racional que contrasta con la perspectiva barroca y ocupa la totalidad del espacio vacío. Esta cuadrícula es interrumpida por avenidas que la irrumpen como la diagonal o el paseo de Gracia, para establecer conexiones entre lo existente y los nuevos desarrollos. Dentro de la trama, se plantea tipologías con diferentes modos de ocupación de la manzana, sin llegar al diseño de edificaciones concretas (figura 10, 11 y 12).



Figura 10

Plan Cerdá – proyecto original

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Plan_Cerd%C3%A1#/media/File:PlaCerde1859b.jpg



Figura 11

Configuración de manzanas del Plan Cerdá

Fuente: <http://1.bp.blogspot.com/iwUIYb77wM0/TfOQfUACdFI/AAAAAAAAABAA/TjUoHhF1ewo/s1600/027densificacionmanzana.jpg>



Figura 12

Plan Cerdá – actualidad

Fuente: <http://timerime.com/es/periodos/2208282/Siglo+XIX/>

El plan Haussmann

Por su lado Haussmann (1809-1891) plantea en París, transformaciones urbanas basadas en las expropiaciones y concesiones administrativas que habían orientado el mercado inmobiliario, pero la estructura del trazado sigue siendo la del barroco.

Hausmann introduce una serie de leyes que permiten la expropiación forzosa de la propiedad privada, con el objetivo de introducir mejoras sanitarias y de comunicación. Esto le permitió a Hausmann eliminar muchas de las calles antiguas y viviendas. En su lugar se construyeron grandes avenidas arboladas, extensos jardines, estaciones ferroviarias y espacios públicos que organizaban la ciudad (figura 13 y 14). Igualmente, el plan Hausmann limitó las alturas de las edificaciones en relación con el ancho de la calle para construir un perfil urbano regular y propició la construcción de puntos de referencia como el Arco del Triunfo y el Gran Palacio de la Ópera.



Figura 13

Nuevas vías trazadas por el plan Haussmann
Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/Paris-haussmann-centre.png>



Figura 14

Vista aérea de la plaza de Charles de Gaulle, rediseñada por Haussmann, con anchas vías en disposición radial a partir del Arco del Triunfo. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Georges-Eug%C3%A8ne_Haussmann

El plan Haussmann, el cual continúa con el modelo de ciudad continua, plantea el crecimiento ilimitado de la ciudad y organizando la ciudad con base a la vialidad, y logra otros objetivos más allá de los inicialmente planteados. Por un lado, se limpiaron los barrios rojos y se construyen en su lugar apartamentos para la burguesía, lo cual desplaza a las clases obreras a las periferias de la ciudad; y por otro lado, la construcción de grandes avenidas, la eliminación de calles estrechas medievales y el emplazamiento de edificios gubernamentales en puntos clave de la ciudad, facilita desplegar las fuerzas del orden público con batallones en formación y artillería, que impiden la colocación de barricadas como en las revueltas de 1830 y 1848 (Vergara, De las Rivas. 2004) (figura 15).



Figura 15

Trazado de la avenida de la ópera, según el plan Haussmann

Fuente: <http://www.empresas.mundor.com/historiadelartepazromero/web/Historia%20de%20arte.htm/14.haciaarquitecturamoderna/14.2.lasgrandestransformacionesurbanas.htm>

Posterior al período planteado en esta ponencia, se concreta el modelo policéntrico en la ciudad jardín y la ciudad lineal. Este modelo de urbanización plantea una respuesta diferente a la ciudad industrial, donde la idea del capitalismo industrial se sustituye por el ideal social-anarquista del trabajo cooperativo (ROCH, 2001). El modelo policéntrico propone una ciudad de población limitada, jerarquización de las clases sociales y un vínculo estrecho entre el capo y la ciudad, materializado en áreas cultivables de la periferia urbana por la clase obrera, para la subsistencia de la ciudad. Este modelo tiene influencia en Gran Bretaña, Holanda y los países Escandinavos, y va a ser fuente de inspiración de la cual surgen de elementos propuestos en la carta de Atenas y el movimiento moderno del siglo XX.

Camilo Sitte y el movimiento para la ciudad bella

El pensamiento de Camilo Sitte, expuesto en su libro “Construcción de ciudades según principios artísticos”, se contraponen a las ideas de un urbanismo científico que prioriza la construcción de la ciudad, a partir de la concepción de un plan urbano que niega el pasado e impone un nuevo urbanismo.

Para Sitte, son de gran valor las infraestructuras urbanas que garantizan el transporte y mejoran la calidad de vida, al tiempo que considera vital comprender los espacios históricos y promover un urbanismo que sea fruto de la composición artística de la ciudad histórica (Farrelly 2011) (figura 16).

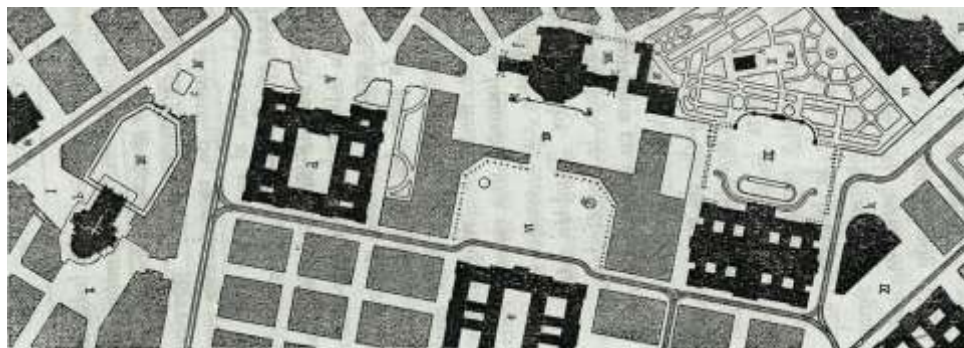


Figura 16

Viena – Plano de conjunto donde se analizan plazas y edificios

Autor: Camilo Sitte

Fuente: Construcción de ciudades, pág. 187.

El análisis morfológico planteado por Sitte muestra preocupación por el contexto urbano, estableciendo relaciones, midiendo y comparando los distintos elementos del espacio urbano y su entorno. De estos análisis surgen las reglas compositivas entre el vacío y lo edificado en la ciudad histórica. El método de análisis y representación urbana de figura – fondo, planteado por Sitte, constituye uno de las contribuciones más importantes en el estudio de la ciudad (figura 17).



Figura 17

29 planos a escala uniforme.

Autor: Camilo Sitte

Fuente: Construcción de la ciudad según principios artísticos, pág. 12.

La representación de Sitte elude a la simetría, los ejes y los ángulos rectos. Busca un espacio urbano más dramático, planteando un orden aparente, una composición compensada donde la jerarquización de espacios y el uso de la escala adecuada son vitales para el diseño de la ciudad. Se busca la sorpresa y la sucesión de sensaciones, alude a la plaza como recinto vacío pero lleno de significación y carácter. De aquí la importancia del análisis morfológico de las formas compositivas de la ciudad, la edificación es referencia para diseñar el espacio público y articular la secuencia de recorridos y espacios.

En Norteamérica el movimiento para la ciudad bella surge por el interés por embellecer y hacer más funcionales las ciudades. El movimiento considera una perspectiva donde lo

formal, la calidad estética y lo ambiental son aspectos vitales para la ciudad. Este movimiento es impulsado por las clases medias altas y plantea el comienzo del plan urbano en Norteamérica (Vergara, De las Rivas. 2004).

El movimiento condujo al diseño de parques y sistemas de parques que estructuran la expansión de la ciudad y el territorio, dotan de vida propia a la ciudad y la embellecen. Según Olmsted la naturaleza embellece la ciudad y provee de espacios públicos de esparcimiento (figura 18).



Figura 18

Proyecto para el conjunto de parques lineales de Boston.

Fuente: <http://urban-networks.blogspot.com/2012/04/melodias-encadenadas-i-el-emerald.html>

El sistema de parques lineales de Boston (*Emerald Necklace*) constituye una de las aportaciones más importantes de Olmsted y el movimiento para la ciudad bella. La estructura se basa en un sistema de corredores ecológicos, que recompone el bosque de galería de los arroyos que fluyen hacia el río Charles. Una amplia y arbolada vía, es el elemento que conecta y vincula los distintos espacios abiertos y corredores fluviales desde *Franklin Park* hasta *The Back Bay Fens* y el río Charles (figura 19).



Figura 19

Boston Common Park – Sistema de parques lineales de Boston

Fuente: http://www.daniel.prado.name/Varios-Viajes.asp?art=422#.VYQwN_1_Oko

El reconocimiento de la vegetación y los parques urbanos, es un gran aporte hacia la comprensión de la ciudad como una totalidad, donde cada parte tiene su valor propio. Igualmente, el análisis y representación de la ciudad desde un punto de vista donde lo verde constituye un elemento esencial introduce nuevas ideas y concepto en la percepción, proyectación y construcción de la ciudad, que han tenido un alcance que llega hasta nuestros días.

REFLEXIONES FINALES

El estudio de la ciudad desde una perspectiva histórica, nos permite reconocer dos elementos que han influido en su proceso de crecimiento y transformación urbano. Por un lado, los distintos modelos de ciudad, que devienen de los elementos causales de la forma urbana; y por otro lado, los distintos métodos de análisis y representación urbana, que devienen de los modos de pensar la ciudad en cada momento histórico.

Ahora bien, la construcción de fragmentos de ciudad a partir de la interpretación y aplicación de los distintos modelos ha producido fragmentos de ciudad desiguales en cuanto a su forma urbana, lo que ha influido en las formas de habitar de estos lugares. De esta manera, cada fragmento de ciudad va a desarrollar dinámicas propias del modelo que, hasta cierta medida, van a persistir en el tiempo.

Partiendo de lo anterior, podemos observar que la ciudad contemporánea es el resultado de la aplicación de distintos modelos de ciudad sin vinculación aparente, lo que la ha convertido en un pathwork de estructuras urbanas de distintos tiempos. En muchos casos, las distintas estructuras urbanas contemporáneas, se encuentran desvinculadas debido a la poca comprensión de los modelos de ciudad de los cuales devienen. Dando como resultado una ciudad discontinua y poco integrada.

Ahora bien, para incentivar la continuidad e integración urbana, se hace imprescindible la vinculación de estos fragmentos de ciudad en términos de sus morfologías, estructuras y funcionamientos, así como una comprensión integral de los mismos. De aquí, que la comprensión de la ciudad contemporánea va depender de la comprensión de los distintos modelos de ciudad, materializados en la forma urbana que aun coexisten en ella.

De esta manera la comprensión de los modelos de ciudad, su análisis y representación, permite proyectar la ciudad contemporánea de una forma integradora, reuniendo los elementos del pasado y el presente, y estableciendo vínculos formales, basados en los modelos de ciudad que propicien la continuidad urbana.

Finalmente, se asume como propio una idea de Terán cuando expone “todo lo que se intente o realice en el análisis de las características de lo urbano no será vana especulación, sino un esfuerzo encaminado a dar respuestas a una legítima aspiración del saber” (Terán, 1989, p.10). De aquí, que cada mirada sobre el tema urbano es tan valiosa como su

contraparte, por lo que se hace necesario comprender las múltiples miradas para dar una mejor respuesta a la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

Farrelly, Lorraine 2011. Dibujo para diseño urbano. Laurence King Publishing. Londres.

Garriga, Joaquim 1989. Renacimiento en Europa. Editorial Guatavo Gili. Barcelona

Hernández, I. /fernández, A./peinado, Z. (n/f) El análisis del paisaje urbano a través del dibujo. Ponencia. Pp.1-6. Extraído el 20/05/2014 de http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14941/AGUST%C3%8DN%20L-FERN%C3%81NDEZ%20A-PEINADO%20Z%20J_El%20an%C3%A1lisis%20del%20paisaje%20urbano%20a%20trav%C3%A9s%20del%20dibujo.pdf?sequence=1

Morris, A. E. J. 1979. Historia de la forma urbana. Gustavo Gilli. Barcelona

Roch Peña, Fernando 2001. La ciudad jardín, la urbanidad revisada. Revista Ciudades. Madrid.

Sitte Camilo 1889. Construcción de la ciudad según principios artísticos. Editorial Corsá. Barcelona.

Terán, Fernando 1989. La ciudad hispanoamericana. El sueño de un orden. Cehopu-mopu, Madrid.

Vergara, De Las Rivas 2004. Territorios inteligentes. Gráfica Monterreina. Madrid

CLASIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LAS EDIFICACIONES DE VIVIENDA EN VENEZUELA CON FINES DE GESTIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

MSc. Ing. Gustavo Coronel D.¹, Ing. Romme Rojas², Ing. José G. Rengel²

¹ Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), Facultad de Ingeniería de la UCV, Asesor de FUNVISIS, *gustavocoroneld@gmail.com*

² Departamento de Ingeniería Sísmica, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), *rojas.documentos@gmail.com*

RESUMEN

En Venezuela el 70% de las viviendas se concentran en las ciudades con la mayor amenaza sísmica según los datos del censo de población y vivienda de 2011, lo cual nos motiva a evaluar la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de nuestras edificaciones residenciales. Para ello es necesario además de cuantificar la amenaza, recopilar información de las estructuras expuestas a los terremotos, su localización y las características que condicionan su vulnerabilidad, tales como: el material de la estructura, la tipología estructural, la altura, el año de construcción, entre otras. En este trabajo se presenta y propone una clasificación de las edificaciones de vivienda en Venezuela a partir de 22 tipologías estructurales básicas identificadas y una clasificación detallada a partir del año de construcción o nivel de diseño, el número de pisos, la pendiente del terreno y los efectos locales, dependiendo de la escala a la que se desea hacer la evaluación. Se plantean dos metodologías para estimar la cantidad y distribución porcentual de las tipologías: una a partir de la información del Censo de 2011 y la opinión de expertos, y otra a partir de la definición de zonas homogéneas con imágenes satelitales junto a un muestreo de las tipologías mediante inspecciones rápidas. Finalmente se presenta la aplicación estas metodologías a toda Venezuela y al Área Metropolitana de Caracas, resultando la distribución estimada de cada tipología estructural, siendo las más predominantes las casas de mampostería (viviendas populares) y las edificaciones de pórticos de concreto reforzado. Esta información servirá como insumo para evaluar su vulnerabilidad y finalmente el riesgo sísmico en Venezuela.

Palabras clave: Riesgo Sísmico, Vulnerabilidad, Edificaciones, Vivienda, Tipologías Estructurales.

INTRODUCCIÓN

La evaluación del Riesgo Sísmico (R) requiere caracterizar la Amenaza Sísmica (A) y la Vulnerabilidad (V) de los elementos expuestos a ella. El riesgo sísmico suele definirse como el producto de estas variables ($R = A \cdot V$), pero en términos probabilísticos representa una convolución matemática. Una tercera variable que interviene en la evaluación del riesgo sísmico, tanto en la amenaza como en la vulnerabilidad es la Exposición (E), la cual es caracterizada por: i) la localización de los elementos expuestos y su relación con la amenaza sísmica; ii) la clasificación, cuantificación y definición de los elementos expuestos y de las características que condicionan su vulnerabilidad; y iii) el valor expuesto desde

punto de vista social y económico. En el caso de las edificaciones, caracterizar su exposición implica estimar o inventariar las casas y edificios definiendo sus características estructurales tales como: el material de la construcción, la tipología estructural, el año de construcción, la altura, entre otros. El grado de detalle dependerá de la escala de evaluación la cual puede ser a nivel Nacional, Ciudad o Local.

En Venezuela se han hecho esfuerzos por clasificar y estimar las edificaciones con fines de gestión del riesgo tal como como lo hicieron en el proyecto Ávila (Delgado y Ortiz, 2002), y se continuó para el Plan Básico de Prevención de Desastre de Caracas (JICA, 2005), donde se propusieron 8 tipologías estructurales básicas y 20 tipologías detalladas según la antigüedad y el número de pisos: 9 de pórticos de concreto, 2 de muros de concreto, 2 de muros prefabricados, 2 de acero, 1 de mampostería, 2 informales de barrio y 2 informales rurales (Safina, 2005; JICA, 2005); se estimaron 314.657 edificaciones en 30 Parroquias estudiadas de las cuales 296.287 resultaron de uso residencial, de éstas el 22,0% en zonas urbanas, 69,5% en zonas de barrios y 8,5% en zonas rurales. De una muestra de 1.003 inspecciones rápidas en 29 Unidades de Vulnerabilidad Analizada (UVA) en zonas urbanas de los Municipios Libertador, Sucre y Chacao se obtuvo un 82,0% de edificios de concreto reforzado, 14,2% de mampostería de ladrillo, 3,9% de Acero y 0,5% de Adobe.

Otros estudios en los cuales se han hecho clasificaciones e inventarios de edificios han sido: el estudio de Amenazas Naturales y Vulnerabilidad de la Ciudad de Cumaná (Grases *et al.*, 2004). El Proyecto de Microzonificación Sísmica de Caracas y Barquisimeto (FUNVISIS, 2009), donde se clasificaron las edificaciones de pórticos de concreto por el año de construcción asociado a la combinación de normas sísmicas y de diseño (Hernández, 2009). El Proyecto desarrollado por el Instituto de Protección Civil y Ambiente de Chacao (IPCA) junto a FUNVISIS para el estudio de la vulnerabilidad de los edificios del sector de los Palos Grandes (Safina *et al.*, 2009). El Proyecto de Reducción de Riesgo Sísmico en Escuelas donde se realizó un inventario de escuelas basado en la tipología constructiva, el número de pisos y el año de construcción (IMME, FUNVISIS y FEDE, 2011; Coronel y López, 2013; Marinilli *et al.*, 2015).

En Bendito *et al.* (2014) proponen para el estado Mérida en Venezuela un modelo de exposición de edificaciones de todos los usos en la evaluación del riesgo sísmico, con base a lo propuesto por Castillo (2006) se utilizan 7 tipologías: 5 de concreto reforzado (3 de pórticos, 1 de muros y 1 de muros prefabricados), 1 de acero y 1 de mampostería, las cuales se discriminaron por año de construcción, se indica que el 95% de los edificios de Mérida son de 1 a 3 pisos; como resultado obtuvieron una distribución porcentual de 36,6% de estructuras de concreto, un 5,8% de acero y un 57,6% de mampostería para las 375.029 edificaciones estimadas en el estado Mérida de las cuales 305.689 son definidas como uso residencial.

Más recientemente en el Proyecto SismoCaracas, se presenta en el Informe Técnico de FUNVISIS (López *et al.*, 2014) y en López, Coronel y Rojas (2014), una metodología para inspeccionar edificaciones y se definen 15 tipologías estructurales junto a otro datos como el año de construcción, las irregularidades estructurales, la altura y el grado de deterioro

que son utilizados para calcular índices de priorización. Entre los años 2013 y 2015 se lleva a cabo una evaluación del Perfil de Riesgo de Desastre en Venezuela (BID, 2015), en este estudio se realiza un modelo de exposición de las construcciones basado en el área construida y el valor económico, obteniendo para las edificaciones un total de 698.898 mil metros cuadrados de construcción de los cuales 49,1% resultó de uso residencial. Estas edificaciones fueron clasificadas en 7 tipologías estructurales: 2 de pórticos de concreto, 2 de mampostería, 2 de madera y 1 de adobe.

En el año 2013 se da inicio al Proyecto SARA (*South America Risk Assessment*) promovido por la Fundación GEM (*Global Earthquake Model*) para la Evaluación Integrada del Riesgo Sísmico en los 7 países andinos expuestos a los terremotos: Perú, Ecuador, Venezuela, Colombia, Bolivia, Chile y Argentina. En este proyecto se ha desarrollado un modelo de exposición a partir de la información de los censos de estos 7 países y con base en una clasificación de 40 tipologías de las cuales 18 se identificaron en Venezuela (Yepes-Estrada *et al.*, 2015). En el marco del proyecto SARA surge en el 2015 el convenio de colaboración GEM-FUNVISIS para la Evaluación Integrada del Riesgo Sísmico en Venezuela con el objetivo de realizar modelos más detallados en el país, para lo cual se planteó como actividad identificar, clasificar, describir y estimar las tipologías estructurales de las edificaciones de uso residencial en Venezuela, lo cual es el objetivo de este trabajo.

1. INFORMACIÓN DEL CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA

El censo de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011) está compuesto por dos estructuras de datos: el Registro de Unidades Inmobiliarias (RUI) que se ejecutó previamente y el Censo. La información relevante para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico contenida en el RUI es: el Tipo de Edificación, Número de Pisos, Esquema en Planta, Esquema en Elevación, Tipo de Área y Uso; por otro lado en el Censo: el Tipo de Vivienda, Material predominante en Paredes Exteriores, Material predominante en el Techo, Material predominante en el Piso y el Año de Construcción del Inmueble (Figura 1). Tanto el esquema en planta y elevación como el año de construcción fueron promovidos desde FUNVISIS para este fin y son datos novedosos en Suramérica. Hasta la fecha sólo los datos del Censo son públicos y se encuentran disponibles en Internet (INE, 2011).

<p>1. TIPO DE VIVIENDA</p> <p>A) FAMILIAR</p> <p><input type="radio"/> Quinta o casaquinta</p> <p><input type="radio"/> Casa</p> <p><input type="radio"/> Apartamento en edificio</p> <p><input type="radio"/> Apartamento en quinta, casaquinta o casa</p> <p><input type="radio"/> Casa de vecindad</p> <p><input type="radio"/> Rancho</p> <p><input type="radio"/> Refugio</p> <p><input type="radio"/> Vivienda indígena</p> <p><input type="radio"/> Otra clase</p> <p style="text-align: right;">→ Pase a la pregunta 20 y luego a la Sección IV</p>	<p>4. MATERIAL PREDOMINANTE EN EL TECHO</p> <p><input type="radio"/> Platabanda</p> <p><input type="radio"/> Teja</p> <p><input type="radio"/> Láminas asfálticas</p> <p><input type="radio"/> Láminas metálicas (zinc, aluminio y similares)</p> <p><input type="radio"/> Asbesto y similares</p> <p><input type="radio"/> Láminas de policloruro de vinilo (pvc)</p> <p><input type="radio"/> Palma o similares</p> <p><input type="radio"/> Otros (latón, tablas o similares)</p> <p><input type="radio"/> No tiene techo</p>
	<p>7. MATERIAL PREDOMINANTE EN EL PISO</p> <p><input type="radio"/> Mármol, mosaico, granito, vinil, cerámica, ladrillo, terracota, parquet, alfombra y similares</p> <p><input type="radio"/> Cemento</p> <p><input type="radio"/> Tierra</p> <p><input type="radio"/> Tablas</p> <p><input type="radio"/> Otros</p>

3. MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES

- Bloque, ladrillo o adobe frisado (acabado)
- Bloque, ladrillo o adobe sin frisar (no acabado)
- Ladrillo, adobe sin frisar (obra limpia)
- Concreto
- Madera aserrada
- Láminas de policloruro de vinilo (pvc)
- Tapia o bahareque frisado
- Tapia o bahareque sin frisar
- Troncos
- Piedra
- Palma o similares
- Otros (láminas de zinc, cartón, tablas o similares)
- No tiene paredes exteriores

15. LOS AÑOS DE CONSTRUIDA QUE TIENE APROXIMADAMENTE ESTA VIVIENDA SON:

- Menos de 10 años
- De 10 a 13 años
- De 14 a 28 años
- De 29 a 43 años
- De 44 a 56 años
- Más de 56 años
- No Sabe

Figura 5. Preguntas sobre Características de la Vivienda en el Censo (INE, 2011).




2. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES


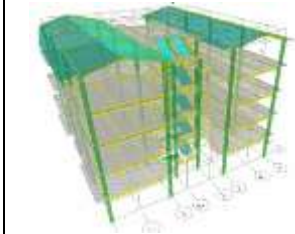
2.1 Tipologías Estructurales de Vivienda en Venezuela

En Venezuela las tipologías estructurales utilizadas para la construcción de edificaciones de vivienda o de uso residencial (Casas, Quintas, Edificios o Ranchos) pueden clasificarse en dos grandes grupos: 1) Edificaciones cuya construcción puede denominarse formal porque han sido hechas a partir de un proyecto de arquitectura e ingeniera por parte de entes públicos o empresas privadas (Quintas, Edificios y algunas Casas); y 2) Edificaciones populares desarrolladas sin lineamientos normativos (Casas y Ranchos).

Las estructuras formales para vivienda en Venezuela que han contado con normas para el diseño y construcción son las estructuras de pórticos y muros de concreto armado o reforzado y de pórticos de acero con o sin arriostramientos. En la actualidad estas estructuras se diseñan con la norma Venezolana para Edificaciones Sismorresistente COVENIN 1756-2001, y la norma no oficial para el diseño edificaciones de concreto Fondonorma 1753:2006 y acero COVENIN 1618:1998. En la Tabla 1 se describen las tipologías comúnmente utilizadas en las edificaciones formales de vivienda en Venezuela.

Tabla 4. Tipologías Estructurales Formales de Uso Residencial en Venezuela.

Foto	Ilustración	Descripción
		Estructura de pórticos (vigas y columnas) de concreto armado o reforzado predominantemente con paredes de bloque como relleno (Foto G. Coronel e ilustración tomadas de López <i>et al.</i> , 2014).
		Estructura de muros de concreto armado o reforzado, predominantes en una sola dirección debido al sistema constructivo tipo túnel (Foto G. Coronel e ilustración tomadas de López <i>et al.</i> , 2014).

		<p>Estructura de pórticos (vigas y columnas) de acero con paredes de bloque como relleno, en algunos casos con perfiles Tipo H o tubulares. También existen pórticos arriostrados o diagonalizados. (Foto e ilustración G. Coronel).</p>
---	---	--

Las edificaciones de vivienda popular en Venezuela construidas sin lineamiento normativos (Tabla 2) son predominantemente a base de bloques, dando origen a distintas tipologías como la mampostería confinada para la cual aún no existe una norma en Venezuela pero que han sido construidas siguiendo lineamientos que pueden encontrarse en manuales para la construcción como los más recientes fascículos de Vivienda Segura publicados en la página Web FUNVISIS, entre otros. Las tipologías más frecuentes que identificamos en las principales ciudades de Venezuela son a base de bloques que pueden considerarse como estructuras mixtas de mampostería y miembros o elementos de concreto de baja calidad constructiva. Por otro lado en las ciudades más antiguas aún existen algunas viviendas coloniales de mampostería de ladrillo macizo y en las ciudades del interior y zonas rurales podemos encontrar viviendas con estructuras de tapia, bahareque y en menores cantidades de adobe, piedra, madera y bambú. Otra tipología se ha definido para viviendas precarias con materiales como latón, láminas de zinc, cartón y similares.

Tabla 5. Tipologías Estructurales de Vivienda Popular en Venezuela.

Foto	Ilustración	Descripción
		<p>Estructura de mampostería confinada con miembros o elementos de concreto, también pueden ser confinadas con perfiles de acero. Normalmente de buena calidad constructiva (Foto e ilustración tomadas de López <i>et al.</i>, 2014)</p>
		<p>Estructura de mampostería no confinada o mixta de mampostería y miembros o elementos de concreto de baja calidad constructiva. Vivienda popular construida sin lineamientos normativos principalmente en las ciudades (Foto e ilustración V. Páez).</p>
		<p>Estructura de bahareque a base de madera o bambú y mortero a base de tierra o suelo-cemento. Vivienda popular construida sin lineamientos normativos principalmente en las zonas rurales (Foto tomada de López <i>et al.</i> 2014, ilustración tomada de la WHE del EERI).</p>

2.2 Tipologías Estructurales Básicas

Se han identificado y definido 22 tipologías estructurales básicas para clasificar los edificios de vivienda en Venezuela (Tabla 3), las cuales se han codificado con base a la Taxonomía GEM (Brzev *et al.* 2013). Se han tomado en consideración las tipologías previamente identificadas en Safina (2005), JICA (2005), López *et al.*, (2014), López, Coronel y Rojas (2014), así como las planteados por Yepes-Estrada *et al.* (2015). De las 22 tipologías básicas se proponen 6 de concreto reforzado, 4 de acero, 6 de mampostería, 4 de madera (incluye bahareque y bambú), 1 de tierra (tapia) y 1 para estructuras con otros materiales precarios o desconocidos.

2.3 Tipologías Estructurales Detalladas

A partir de las 22 tipologías estructurales básicas de la Tabla 3 se definen las tipologías estructurales detalladas incorporando el año de construcción o nivel de diseño, el número de pisos, la pendiente del terreno y los efectos de sitio de acuerdo a la escala de evaluación a utilizar (Tabla 4). El año de construcción asociado a la norma y/o nivel de diseño sismorresistente pueden utilizarse para definir la ductilidad o no de las tipologías de los edificios formales, lo cual se representa mediante la Taxonomía GEM (Brzev *et al.* 2013) como +DUC para tipologías dúctiles y +DNO tipologías no dúctiles o frágiles. Estas características son añadidas al código de cada tipología detallada.

Tabla 6. Descripción de las Tipologías Estructurales Básicas para Venezuela.

No.	Taxonomía GEM	Descripción de la Tipología
1	CR/LFM	Pórtico de concreto reforzado resistente a momento
2	CR/LFINF	Pórtico de concreto reforzado resistente a momento con paredes de relleno
3	CR/LFLS	Estructura de columnas de CR sin vigas altas en una o dos direcciones
4	CR/LFLSLINF	Estructura de columnas de CR sin vigas altas en una o dos direcciones con paredes
5	CR/LWAL	Muros de concreto reforzado
6	CR+PC/LWAL	Muros prefabricados de concreto reforzado
7	S+SR/LFM	Pórtico de acero con perfiles tipo H
8	S+SL/LFM	Pórtico de acero con perfiles tubulares conformados en frío
9	S/LFBR	Pórticos de acero arriostrados o diagonalizados (perfiles tipo H o tubulares)
10	S/LO	Pórticos de acero con cerchas
11	MCF/LWAL	Muros de mampostería confinada
12	MUR+CLBRS	Muros de mampostería no confinada de ladrillo sólido (vivienda colonial)
13	MUR+ADO	Muros de mampostería no confinada con bloques de adobe
14	MUR+CLBRH	Muros de mampostería no confinada ni reforzada de bloque hueco (vivienda popular)
15	MUR+CLBRH/LH	Mixta de mampostería de bloque hueco y pórticos de baja calidad (vivienda popular)
16	MUR+STRUB	Muros de piedra semi-labrada o natural
17	W+WWD	Estructura de madera y tierra o mortero (Bahareque)
18	W+WLI	Estructura de madera con elementos livianos (madera aserrada)
19	W+WHE	Estructura de madera con elementos pesados (troncos)

20	W+WBB	Estructura de madera con elemento de bambú
21	ER+ETR	Muros de tierra apisonada (Tapia)
22	MATO-UNK	Otros materiales precarios (láminas de zinc, cartón o similares) o desconocidos

Tabla 7. Características detalladas para clasificar las tipologías de edificaciones.

Característica	Tipo de Edificación	Escala de Evaluación		
		Nacional	Ciudad	Local
Año de construcción (asociado a la norma y al nivel de diseño)	Edificio (Formal)	Antes 1982 Después 1982	Antes de 1967 1968-1982 Después de 1982	Antes de 1939 1940-1947 1948-1955 1956-1967 1968-1982 1983-1998 1999-2001 Después de 2001
Número de pisos	Formal	1-3 4-7 +8	1-3 4-7 8-15 16-29 +30	Exacto
	Popular	1 +2	1 1-2 +3	
Pendiente del Terreno	Casa (Popular)	-	0° - 20° +20°	0° - 20° 20° - 45° +45°
Efectos de Sitio	Edificio	-	Norma o Microzonificación Sísmica	

3. ESTIMACIÓN DE EDIFICACIONES POR TIPOLOGÍA

3.1 Metodología basada en Datos del Censo y una Encuesta de Opinión

Se presenta un procedimiento que permite obtener de forma aproximada la distribución de tipologías estructurales a partir de la información estadística del Censo de Población y Vivienda (INE, 2011) y la opinión de expertos teniendo en cuenta el carácter subjetivo y las incertidumbres propias de este tipo de métodos. Estudios similares se han realizado en diferentes países de Suramérica en el marco del Proyecto SARA, donde se realizaron encuestas a expertos locales con la finalidad de estimar distribuciones de las tipologías estructurales partiendo de la información publicada por los institutos de estadísticas de cada país (Yepes-Estrada *et al.*, 2015). La encuesta elaborada permite relacionar tres variables del censo (tipo de vivienda, material de pared y material de piso) con las tipologías estructurales básicas más probables. La Figura 3 presenta un ejemplo de la encuesta en la cual se ha llenado la distribución porcentual de cada tipología de manera que por cada material de piso (columna) se distribuye el 100%. Este procedimiento puede ser aplicado a escala Nacional o en Ciudades donde no se hayan realizado estudios más detallados.

TIPO DE VIVIENDA	MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES	Tipología (Taxonomía GEM)	MATERIAL PREDOMINANTE EN EL PISO		
			Mármol, granito, cerámica, terracota y similares	Cemento	Tierra
RANCHO					
RANCHO	8. Tapia o bahareque sin frisar	ER+ETR	-	30%	25%
		W+WWD	-	25%	16%
	9. Troncos	W+W/E	-	5%	3%
	10. Piedra	MUR+STRUB	-	5%	3%
	11. Palma o similares	W+WBB	-	5%	3%
	12. Materiales precarios (láminas de zinc, cartón o similares)	MATO-UNK	-	30%	50%
		TOTAL	0	100%	100%
CASA					
CASA	1. Bloque, ladrillo o adobe frisado (acabado) 2. Bloque, ladrillo o adobe sin frisar (no acabado) 3. Ladrillo, adobe sin frisar (obra limpia)	CR/LFM+DNO	2%		
		CR/LFM+DUC	1%		
		CR/LFINF+DNO	9%	5%	
		CR/LFINF+DUC	3%	1%	
		CR/LFLS+DNO	2%		
		CR/LFLS+DUC	1%		
		CR/LFLSLINF+DNO	4%	2%	
		CR/LFLSLINF+DUC	2%	1%	
		S+SR/LFM	1%	1%	
		S+SL/LFM	2%	1%	
		S/LFBR			
		MCF/LWAL	6%	4%	
		MUR+CLBRS	4%	3%	5%
		MUR+ADO	3%	2%	40%
		MUR+CLBRH	25%	35%	35%
MUR+CLBRHLH	35%	45%	20%		
		TOTAL	100%	100%	100%

Figura 6. Ejemplo de un Extracto de la Encuesta de Opinión de este Trabajo sobre la Distribución de Tipologías en Venezuela asociado a los Atributos del Censo INE.

3.2 Metodología basada en Zonas Homogéneas y un Muestreo Mediante Inspecciones

Se propone una metodología para ser aplicada en ciudades que parte de la definición de zonas homogéneas asociadas a la información del Censo del INE (2011) con base en imágenes satelitales. Se propone identificar: el Tipo de Zona definido según el INE (2011) como Urbana o Rural; el Tipo de Área definida mediante tres categorías según el INE como: 1) Urbanización; 2) Casco Central o 3) Barrio; y el Tipo de Vivienda o Edificación del INE que ha sido agrupado en: 1) Casa; 2) Quinta; 3) Edificio; o 4) Rancho. Estas características se han codificado para identificar el tipo de zona homogénea como se indica en la Tabla 5. Luego de identificar las zonas homogéneas se realiza un muestreo de las tipologías estructurales ahí existentes mediante inspecciones rápidas. A partir de la distribución porcentual de tipologías en la muestra se extrapola al total dentro de cada zona homogénea y a otras zonas con las mismas características en las cuales no se hayan hecho inspecciones.

Tabla 8. Clasificación de zonas homogéneas de Uso Residencial en Venezuela.

Zona	Tipo de Área	Tipo de Edificación (Tipo de Vivienda)	Densidad	Identificación
Urbana (24)	Urbanización (9)	Casa (Casa y Casa-vecindad)	Baja	UR-CA-B
			Media	UR-CA-M
			Alta	UR-CA-A

		Quinta (Quita y Casa-quinta)	Baja	UR-CQ-B
			Media	UR-CQ-M
			Alta	UR-CQ-A
		Edificio (Apartamento en Edificio)	Baja	UR-ED-B
			Media	UR-ED-M
			Alta	UR-ED-A
	Casco Central (9)	Casa (Casa y Casa-vecindad)	Baja	CC-CA-B
			Media	CC-CA-M
			Alta	CC-CA-A
		Quinta (Quita y Casa-quinta)	Baja	CC-CQ-B
			Media	CC-CQ-M
			Alta	CC-CQ-A
		Edificio (Apartamento en Edificio)	Baja	CC-ED-B
			Media	CC-ED-M
			Alta	CC-ED-A
Barrio (6)	Casa (Casa-vecindad)	Baja	BA-CA-B	
		Media	BA-CA-M	
		Alta	BA-CA-A	
	Rancho	Baja	BA-RA-B	
		Media	BA-RA-M	
		Alta	BA-RA-A	
Rural (5)	-	Casa (Casa y Casa vecindad)	-	RU-CA
		Quinta (Quita y Casa-quinta)	-	RU-CQ
		Rancho	-	RU-RA
		Rancho Campesino	-	RU-RC
		Vivienda Indígena	-	RU-VI

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1 Datos del Censo de Población y Vivienda (INE, 2011)

En Venezuela se registraron 6.914.289 unidades de vivienda en el Censo del INE (2011), de las cuales 760.782 (11%) se encuentran el Área Metropolitana de Caracas (AMC). En ambos casos predomina el Tipo de Vivienda “Casas” con 74% y 55% respectivamente (Figura 3 y 4). Estas viviendas corresponden a un número menor de edificaciones, el cual aún es incierto dado que esa información estadística no es pública. Se ha realizado una aproximación preliminar con base a estadísticas de inspecciones y propuestas internacionales para la región (Yepes-Estrada *et al.*, 2015). Para toda Venezuela se ha supuesto que existen en promedio 16 apartamentos por Edificio y 1,25 unidades de vivienda por cada Casa, mientras que para el AMC, a partir de una muestra de 1.141 inspecciones a Edificios de más de 4 pisos, se ha determinado un promedio de 29 apartamentos por Edificio y se ha supuesto 1,5 unidades de vivienda por cada Casa. Como resultado se puede observar en las Figuras 3 y 4 como cambia la distribución del Tipo de Vivienda Agrupado en comparación al Tipo de Edificación Estimado en este trabajo.

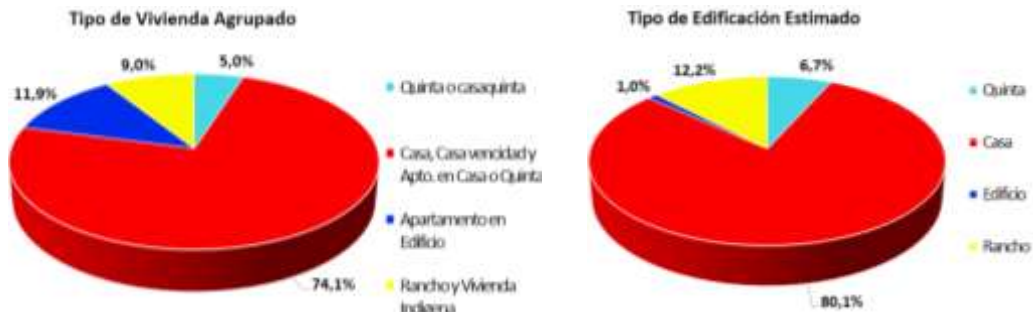


Figura 7. Datos del Censo para toda Venezuela. Fuente (INE, 2011).

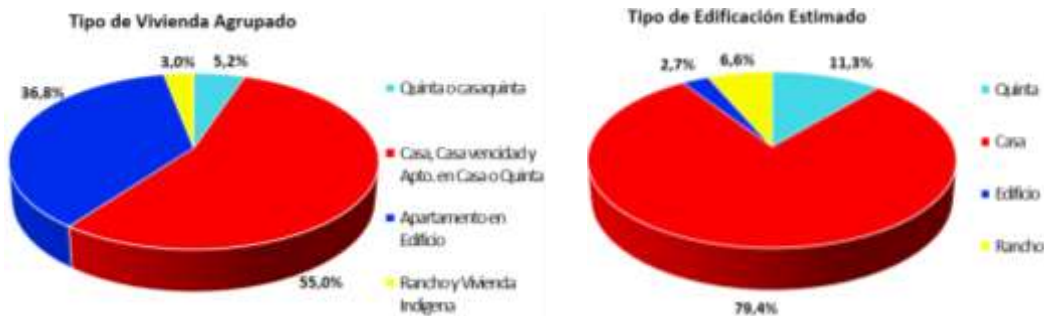


Figura 8. Datos del Censo para el AMC. Fuente (INE, 2011).

4.2 Tipologías a partir de la Encuesta de Opinión

En la Figura 5 se presentan los resultados preliminares de la distribución de tipologías estructurales obtenida para Venezuela y el AMC con solo la opinión de los autores.

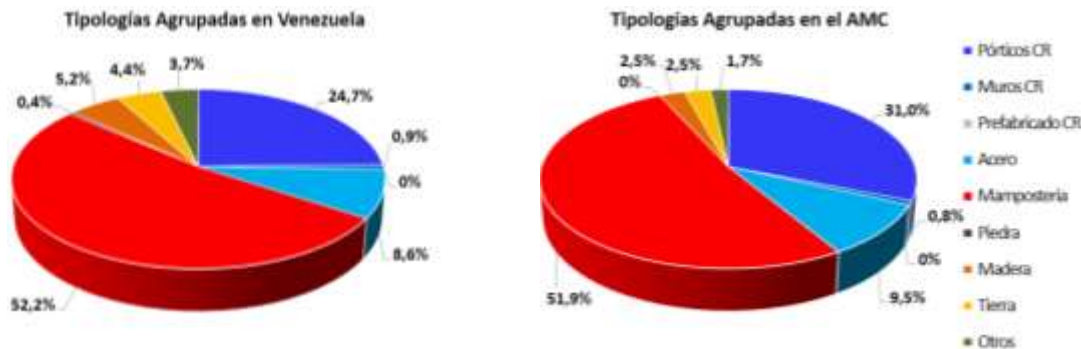


Figura 9. Resultado preliminar de este trabajo sobre la Distribución de Tipologías en Venezuela (izquierda) y el AMC (derecha) a partir de la Encuesta de Opinión.

De los resultados preliminares obtenidos se observa que predominan tanto para Venezuela como el AMC las tipologías de mampostería típicas de Casas (52,2% y 51,9% respectivamente), en segunda instancia los pórticos de concreto reforzado presentes en Casas, Quintas y Edificios, en mayor cantidad en el AMC (31,0%) que en todo el país (24,7%). En tercer lugar las tipologías de acero con 8,6% para Venezuela y 9,5% el AMC.

4.3 Tipologías a partir de Zonas Homogéneas e Inspecciones

Se presentan los resultados de la aplicación de esta metodología en el AMC, donde se han definido 820 zonas homogéneas asociadas con el Tipo de Vivienda o Edificación, de las

cuales en 138 zonas se realizó un muestreo de tipologías mediante inspecciones rápidas. En total se procesaron 2.585 inspecciones, 532 previas del proyecto SismoCaracas en Chacao y varios sectores populares y 2.053 nuevas en zonas urbanas (Figura 6).

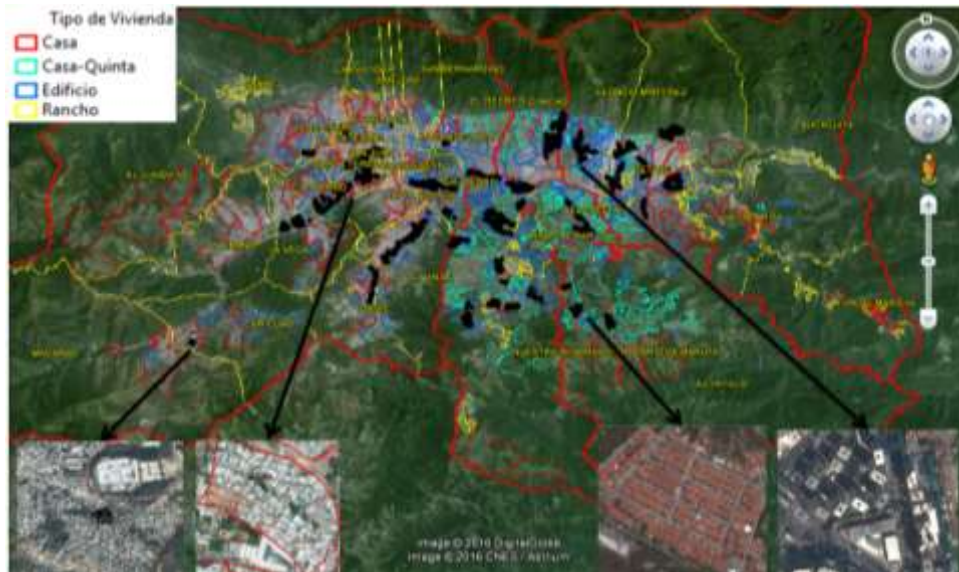


Figura 10. Zonas Homogéneas e Inspecciones en el AMC. Elaboración Propia.

De aplicar esta metodología en el AMC se obtuvo el 9,6% de las edificaciones en zonas homogéneas de Edificios, 6,6% en Quintas y 84,0% en Casas y Ranchos. Al extrapolar la muestra resulta predominante un 60,5% de tipologías de mampostería (Figura 7).



Figura 11. Resultados preliminar de Distribución de Tipo de Edificación (izquierda) y Tipologías (derecha) a partir de Zonas Homogéneas e Inspecciones en el AMC.

4.4 Comparación de Resultados en el AMC

En la Tabla 6 se presenta una comparación de la distribución porcentual de tipologías obtenidas en el AMC con ambas metodologías propuestas. Se observa que los resultados agrupados por Tipo y Zona presentan buena similitud, sin embargo, al entrar a los detalles de cada tipología se encuentran importantes diferencias, tal como el caso de las estructuras de acero (S+SL/LFM) para la cual se obtiene mediante la encuesta un 5,8% y mediante las inspecciones un 1,9%, el caso de las viviendas populares mixtas (MUR+CLBRH/LH)

donde se obtuvo un 29,9% frente a un 47,0%, o el caso de las viviendas de tapia (ER+ETR) para el cual se obtiene un 2,5% mediante la encuesta y 0% en la muestra de inspecciones.

Tabla 9. Comparación de Resultados de Distribución de Tipologías en el AMC.

Tipo y Zona	Tipología	Encuesta		Inspecciones	
Edificios, Quintas y Casas en zonas Urbanas	CR/LFM	3,7%	41,3%	0,1%	37,2%
	CR/LFINF	14,3%		17,2%	
	CR/LFLS	3,6%		0,6%	
	CR/LFLSLINF	9,5%		14,8%	
	CR/LWAL	0,8%		0,8%	
	CR+PC/LWAL	0,0%		0,1%	
	S+SR/LFM	2,7%		1,1%	
	S+SL/LFM	5,8%		1,9%	
	S/LFBR	1,0%		0,5%	
	S/LO	0,0%		0,1%	
Casas en Zonas Urbanas, Barrios y Rurales	MCF/LWAL	8,9%	51,9%	5,1%	60,5%
	MUR+CLBRS	2,8%		0,2%	
	MUR+ADO	1,5%		0,0%	
	MUR+CLBRH	8,8%		8,1%	
	MUR+CLBRH/LH	29,9%		47,0%	
	MUR+STRUB	0,0%		0,0%	
Rancho y Vivienda Indígena en Barrios y Zonas Rurales	W+WWD	1,9%	6,8%	0,7%	2,3%
	W+WLI	0,3%		0,0%	
	W+WHE	0,0%		0,0%	
	W+WBB	0,4%		0,0%	
	ER+ETR	2,5%		0,0%	
	MATO-UNK	1,7%		1,7%	

5. CONCLUSIONES

Se proponen 22 tipologías estructurales básicas para clasificar las edificaciones de vivienda en Venezuela. Se indican las características a utilizar para clasificar las tipologías detalladamente de acuerdo a la escala de evaluación. Se proponen dos metodologías para la estimación de las edificaciones expuestas a los terremotos: una basada en los datos del Censo del INE (2011) y la opinión de expertos, y otra a partir de la definición de zonas homogéneas y el muestreo mediante inspecciones. La aplicación de estas metodologías resulta en una distribución porcentual de las tipologías en Venezuela y en el AMC en donde los resultados indican como predominante las estructuras de mampostería o viviendas populares seguidas de los pórticos de concreto reforzado. Estos resultados son un insumo esencial para la evaluación de la vulnerabilidad de estas tipologías y el riesgo sísmico.

6. AGRADECIMIENTOS

Al financiamiento del Convenio de Colaboración GEM-FUNVISIS. A Jairo Valcárcel y Catalina Yepes-Estrada (SARA-GEM); Víctor Gonzales, Ana Cañizales, Rafael Cadenas y Niurka Cabrera del INE, a Humberto Rengel y Jonathan Pérez en la elaboración de mapas.

7. REFERENCIAS

Bendito, A. J., Rozelle, J., and Bausch, D. (2014) “Assessing Potential Earthquake Loss in Mérida State, Venezuela Using Hazus”. *International Journal of Disaster Risk Science* 5(3), 176-19. DOI 10.1007/s13753-014-0027-0.

BID (2015). Perfil de Riesgo de Desastres para Venezuela. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). División de Medioambiente Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres *Nota Técnica N° IDB-TN-831*. Junio 2015.

Brzev S., C. Scawthorn, A.W. Charleson, L. Allen, M. Greene, K. Jaiswal, V. Silva (2013). GEM Building Taxonomy Version 2.0. *GEM Technical Report* 2013-02.

Castillo, A. (2006). Seismic risk scenarios for buildings in Mérida, Venezuela. Detailed vulnerability assessment for non-engineered housing. *Doctoral diss., UPC*, Barcelona.

Coronel D. Gustavo y López. Oscar. A. (2013). Metodología para la Estimación de Daños Por Sismos en Edificios Escolares de Venezuela Mediante Curvas de Fragilidad. *Revista de la Facultad de Ingeniería, UCV*, Vol. 28, N° 2, 2013.

Delgado, J. y Ortiz, S., 2002. Diagnóstico de la vulnerabilidad urbana. Franja urbanizada ubicada en la cuenca norte del río Guaire. *Informe ejecutivo, Proyecto Ávila*, 162 pp.

FUNVISIS (2009). Informe Técnico Final, Volumen 1 Caracas, Proyecto de Microzonificación Sísmica en las Ciudades Caracas y Barquisimeto. *Proyecto FONACIT 200400738*. Disponible en <http://www.funvisis.gob.ve>

Grases, J., Malaver, A., Montes, L., Gonzales, M., Herrera, C., Acosta, L., Lugo, M., Madriz, J., Hernández, J., Vargas, R. (2004). Amenazas Naturales y Vulnerabilidad en Cumaná. *Boletín Técnico IMME*, Vol. 42, N. 3, pp 57-80.

Hernández, J.J. (2009). Confiabilidad sísmica-estructural de edificaciones existentes de Caracas. *Proyecto Pensar en Venezuela, C.I.V.*, Jornadas 18 y 19 de septiembre de 2009. *Memorias*, 115 pp.

IMME, FUNVISIS y FEDE. (2011). Reducción del Riesgo Sísmico en Edificaciones Escolares de Venezuela. *Informe Técnico Final*. Proyecto FONACIT 2005000188, Caracas, 05/12/2011.

INE (2011). XIV Censo Nacional de Población y Vivienda, Instituto Nacional Estadística (INE), disponible en <http://www.ine.gob.ve/> (acceso 17 Agosto 2015).

JICA (2005). Estudio sobre el plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela. *Informe Final*. Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).

López O. A., Coronel D. G., Ascanio W., Rojas R., Páez V., Olbrich F., Rengel J. G. y González J. (2014). Índices de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico. *Informe Técnico FUNVISIS, FUN-002*, 2014.

López O. A., Coronel D. G., Rojas R. (2014). Índices de Priorización para la Gestión del Riesgo Sísmico en Edificaciones Existentes. *Revista de la Fac. de Ing. U.C.V.*, Vol. 29, N° 4, pp. 107-126.

Marinilli, A., Fernández, N., López O. A. y Coronel D., G. (2015). Inspección de Edificaciones Escolares en Áreas Sísmicas de Venezuela. *Revista de la Fac. de Ing. UCV*, Vol. 30, N° 1, 2015.

Safina S. (2005). Funciones de Vulnerabilidad para las Principales Categorías de Edificaciones de la Ciudad de Caracas. *Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica IX Jornadas*, 16-19 de Noviembre de 2005, Concepción – Chile.

Safina S., López A., Luis A. Lirio B., Castillo L., Marval N., Gonzalez J. y Prieto J. (2009). Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones en el Municipio Chacao, Área Metropolitana de Caracas. *Informe Final. Proyecto IPCA-FUNVISIS*. Caracas.

Yepes-Estrada C., Silva V., Valcárcel J., Acevedo A., Tarque N., Hube M., Coronel G., Santa María H. (2015). Modelling the Residential Building Inventory in South America for Seismic Risk Assessment. *Earthquake Spectra*, under review.

VALORACIÓN PAISAJÍSTICA DEL CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS. ESTIMACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA.

Dra. Aguedita Coss Lanz

Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMB) / Facultad Arquitectura y Urbanismo (FAU). Directora CENAMB-UCV / Investigador-docente categoría Asociado.
E-mail: aguedita.arquitecturaintegral@gmail.com

RESUMEN

La Huella Ecológica es un índice territorial de sustentabilidad con una connotación implícita de compromiso social ante la problemática ambiental del caso estudio, convirtiéndolo de suma utilidad para la toma de decisiones de problemas complejos en donde se entrecruzan factores físicos, bióticos y socio-culturales, como lo es el *campus* de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC). Permite comprender cómo funciona el sistema con la finalidad de procurar la regulación de su metabolismo urbano; todos aquellos elementos que un desarrollo urbano requiere consumir del capital natural para su funcionamiento y los pertenecientes a la producción de desechos. Cada uno de estos componentes será una unidad de consumo o residuo generado por unidad evaluada y luego será convertido por medio de unos índices de emisión de dióxido de carbono (CO₂) relativos a cada factor evaluado. Estas emisiones serán posteriormente traducidas a superficie de bosque necesaria para asimilarlas. Se tiene como objetivo estimar la huella ecológica del *campus* de la CUC con la finalidad de comprender cómo funciona el sistema para hacerlo más eficiente. Con base en estudios de Rees (1996), Rueda (1999), Wackernagel M. y Rees W (2001), se tomó como referente la metodología de cálculo de huella ecológica en universidades de Noelia López Álvarez (2009), de la oficina de desarrollo sostenible, Universidad de Santiago de Compostela, España. Obtendremos la estimación de la Huella Ecológica de la CUC; con el valor de captación local (ha/persona/año) y global (hag/persona/año), ubicada dentro de un cuadro comparativo de estudios realizados en 23 Universidades del mundo.

Palabras clave: sostenibilidad urbana, valoración paisajista, metabolismo urbano, huella ecológica, *campus* Ciudad Universitaria Caracas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte de la Tesis Doctoral de la autora intitulada: “Valoración y sostenibilidad paisajística del *campus* de la Ciudad Universitaria de Caracas.” (2014). Se centra en la aproximación a la estimación del indicador urbano de sostenibilidad de la huella ecológica del *campus* de la Ciudad Universitaria Caracas a partir del estudio de su metabolismo urbano, dentro de una concepción de valoración paisajista, que significa el rescate del patrimonio mediante un enfoque integral de revalorización. Como la senda, para lo que creemos hace falta para la estimación patrimonial tanto natural como cultural de ese conjunto urbano. Atendiendo así al principio de legar los valores patrimoniales a las futuras generaciones, presente en las reflexiones de John Ruskin (1956) y en el Informe Brundtland (UNESCO 1987).

Pensamos que el *campus* requiere de una redefinición de su capacidad de soporte en cuanto a entradas y salidas, asociadas a sistemas eléctricos, de telefonía, tecnología y aducción de agua, así como al ingreso y salida de materiales los cuales aún están soportados en las redes originales. Por esto es de vital importancia aproximarnos a estas cifras y contar con esta contabilidad de forma continua y sistematizada.

Los datos recabados y aquí presentados no son completos del todo, debido a la ausencia de información y a la dificultad de acceder a ella. Se realizaron en algunos casos estimaciones gruesas de distintos años y se hicieron extrapolaciones a los fines de unificar números por facultades en cuanto al consumo de agua, energía eléctrica y papel. En otros casos se tomaron estudios existentes que datan de alrededor de una década, y los combinamos con los recogidos en la experiencia docente Taller de Planificación y Gestión Ambiental II, de la Maestría en Planificación Integral del Ambiente del CENABM-UCV coordinado por la autora. Todo esto con miras a acercarnos a una valoración, demostrando con este ejercicio académico lo necesario de conseguir un banco de datos anual que permita darle continuidad a lo que este estudio inicia. En este papel de trabajo revisaremos de forma general dentro de la sostenibilidad urbana el origen del concepto de huella ecológica y algunos métodos que se generaron a partir de éste para ser adaptados a conjuntos universitarios. A partir de estos referentes aplicarlo en el *campus* de la CUC y obtener la estimación de su huella ecológica. Finalmente se presenta este dato dentro del contexto internacional, para arribar a las conclusiones propias de nuestro caso estudio.

1. SOSTENIBILIDAD URBANA. HUELLA ECOLÓGICA. CAPACIDAD DE CARGA.

La sostenibilidad urbana dependerá de la economía que se haga de los materiales en las ciudades; que sea menos extractiva y con mayor tendencia a la reducción, reutilización y reciclaje de insumos y residuos, remplazando modelos de flujos lineales por circulares. A partir de los trabajos de los urbanistas canadienses William Rees y Mathis Wackernagel en los años noventa se introduce el concepto huella ecológica, indicador que nos permite una aproximación para medir la sostenibilidad urbana. Los datos para su estimación se soportan en que podemos caracterizar y contabilizar los materiales que ingresan y salen de una ciudad y la cantidad de energía que en esta dinámica se degrada.

Esta noción parte del término de “capacidad de carga” la cual la define en 1986 el sociólogo estadounidense William Robert Catton como: “La capacidad de carga ambiental es la carga máxima que se puede soportar indefinidamente” (Catton como se citó en Rees, 1996, p. 28). Rees (1996) propone una ecuación inversa: ¿cuál sería la superficie productiva necesaria para mantener un número de habitantes determinado, sin tiempo ni espacio definido? Para ejemplificar la noción de “carga máxima” el autor nos plantea que imaginemos una porción de territorio con sus habitantes y modos de vida producción actual, encapsulado mediante una cúpula que no le permita ningún tipo entradas ni salidas (materiales y energía), quedando a los pocos días ahogada con sus emisiones y residuos y sin insumos para sus pobladores.

La Huella Ecológica deriva de invertir la relación que expresa la capacidad de carga, William Rees y Mathis Wackernagel (2001) la definieron como: “una medida de la ‘carga’ impuesta por una población dada a la naturaleza. Representa el área de tierra necesaria para sostener el actual nivel de consumo de recursos y la descarga de residuos de esa población”

(p 20). Para el cálculo de la huella ecológica se estima el espacio requerido para producir “sosteniblemente” cualquier recurso o servicio ecológico utilizado por una población definida, a un nivel tecnológico determinado. La suma de estos cálculos para todas las categorías de consumo, nos dará una estimación del capital natural requerido por una población, medido para un territorio. (Rueda, 1999, p. 33).

2. HUELLA ECOLÓGICA EN CAMPUS UNIVERSITARIOS.

El cálculo de la Huella Ecológica inicialmente estuvo dirigido a países (escala nacional) así como también a centros poblados (regional), aunque también puede estar dirigida a todo el planeta (global) así como a una sola persona (individual). A finales del Siglo XX, encontramos los primeros estudios destinados a instituciones de educación superior, las cuales se asientan en ciudades universitarias principalmente las de tipo *campus* que estimaron propicia su aplicación en el marco de sus políticas de actuación ambiental.

El primer registro de un estudio de cálculo de huella ecológica universitaria data del año 1998 y publicado en el año 2001, realizado para la Universidad de Redlands en California Estados Unidos de Norteamérica por Jason Venetoulis, quien desarrollo una metodología la cual es referencia importante para alguno de los estudios presentados en América. Otra metodología adaptada específicamente para *campus*, que es un referente importante principalmente en Galicia, España, así como también en América Latina, es la metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades, de Noelia López Álvarez (2008), de la oficina de desarrollo sostenible, de la Universidad de Santiago de Compostela, la cual será nuestra forma de abordar las estimaciones en el presente caso estudio.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se emplean factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes, se priorizan los factores de emisión local, en caso de que estos no existan se utilizan factores aceptados internacionalmente. Las emisiones se obtienen multiplicando los consumos por los factores de emisión. Será aplicado para los siguientes componentes: agua, construcción de edificios, energía eléctrica, consumo de papel y producción de desechos. A esta cantidad de bosque se sumará directamente también el espacio ocupado por los edificios del *campus*. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, la huella ecológica se calcula aplicando la ecuación tomada de la metodología señalada la cual presentaremos a continuación:

$$Huella \left(\frac{ha}{año} \right) = \frac{Emisiones(tonCO_2)}{C.Fijación \left(\frac{tonCO_2}{\frac{ha}{año}} \right)} + SuperficieCampus \left(\frac{ha}{año} \right)$$

[E.1]: (López, N., 2009, p. 6)

Para el cálculo directo de las emisiones de CO₂, en el caso de disponer de datos de consumos se aplica directamente el factor de emisión y se obtienen las emisiones de CO₂, tal y como se muestra en la siguiente fórmula, donde *un* indica las unidades en las que se computa cada consumo considerado:

$$Emisiones (KgCO_2) = Consumo (un) \times FactorEmisión \left(\frac{KgCO_2}{un} \right)$$

La estimación de la huella ecológica por persona de un *campus* consiste en sumar las superficies utilizadas para cubrir las necesidades de sus actividades de consumo de agua, energía, alimentos, materias primas y de superficie ocupada para luego ser dividida entre el número de su población: estudiantes y empleados. Si se utiliza más tierra de la que su territorio físico posee, se plantea un déficit ecológico, esto implica tomar recursos y generar residuos y emisiones de y a eco bases foráneas, agotando los factores presentes en la naturaleza y negándoles oportunidades a generaciones futuras.

3. HUELLA ECOLÓGICA EN CAMPUS CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

En la Figura 1 que presentamos a continuación, observamos un esquema del *campus* de la CUC como un sistema integrado dentro de su entorno, con los recursos que cuenta y las entradas asociadas al consumo de recursos naturales; todos aquellos elementos que un desarrollo urbano requiere consumir del capital natural para su funcionamiento, así como también los componentes pertenecientes a la producción de desechos. Cada uno de estos elementos será una unidad de consumo o desecho generado por unidad evaluada y luego será convertido por medio de unos índices de emisión de dióxido de carbono (CO₂) relativos a cada consumo o componente evaluado. Estas emisiones serán posteriormente traducidas a superficie de bosque necesaria para asimilarlas, es de hacer notar que se incluye la cantidad de bosque tropical y de bosque estándar mundial.

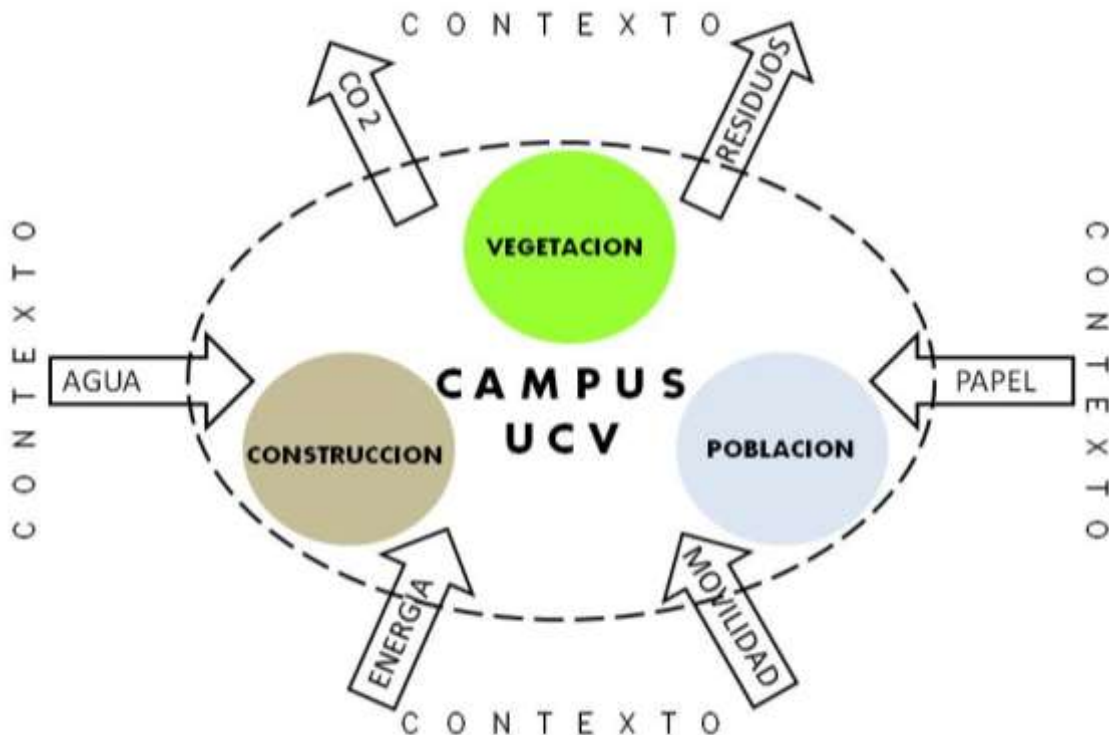


Figura 1. Esquema *campus* CUC como sistema. Fuente: Coss, A. 2014.

Para el desarrollo de la estimación de la huella ecológica del *campus* de la CUC con la metodología de cálculo de la huella ecológica en universidades, de la autora Noelia López Álvarez (2009), referida anteriormente, se consideraron los siguientes elementos: consumo de agua, energía eléctrica, movilidad, papel y área de construcción. Referente a la producción de residuos: los desechos sólidos urbanos y las emanaciones de CO₂ a la atmosfera, para éstas últimas se emplearon factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes, se privilegiaron los factores locales de emisión y en los casos donde no se encontraron se utilizaron factores tomados de la metodología aplicada. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Factores de emisión de CO₂. Agua, Electricidad, Papel, Residuos y Construcción.
Fuente: López N. (2009). Elaboración y adaptación Coss, A. 2014.

Consumo	Factor Emisión	Unidad	Fuente
Agua	0,50	kgCO ₂ /m ³	Ayuntamiento de Santiago, como se citó en López, N., 2009, p.9
Energía eléctrica	0,57	kgCO ₂ /kWh	Instituto Energético Galicia (2007) como se citó en López, N., 2009, p. 9
Papel	1,84	kgCO ₂ /kg papel	López, N., 2009, p. 9
Residuos Sólidos	91,70	kgCO ₂ /kg residuo	IPCC (2006) como se citó en López, N., 2009, p. 9
Construcción edificios	520	kgCO ₂ /m ²	Informe MIES (1999) como se citó en López, N., 2009, p. 9
Movilidad			
Vehículo privado	2,33	kg CO ₂ /L. Gasolina	IPCC 2006
Vehículo colectivo	0,04	kg CO ₂ /km	López, N., 2009, p. 11 y 12
Sistema Metro	0,02	kg CO ₂ /km	López, N., 2009, p. 11 y 12

Las emisiones de CO₂ de cada componente se obtienen multiplicando los consumos anuales (ingreso y/o salida) y las contabilizaciones de componentes tales como: agua, energía eléctrica, movilidad, papel, producción de desechos, superficie de vegetación y área de construcción (Ver Tablas 2 y 3), por los factores de emisión que corresponda en cada caso. (Ver Tabla 1). En cuanto al dato del tamaño de la población total del objeto del estudio es importante para la obtención de la estimación del índice de CO₂ utilizado por personas del *campus* de la CUC (ha/persona/año o hag/persona/año). Todos estos datos se presentan en forma resumida y serán utilizados en los cálculos que realizaremos a continuación, según la metodología que se explicó previamente.

Tabla 2. Consumos anuales componentes del Metabolismo Urbano *campus* CUC. Entradas y Salidas. Fuente: Coss, A. 2014.

Componente Metabolismo Urbano <i>campus</i> UCV	Consumo anual	Unidad
Agua	229.296,00	m ³ /año
Energía Eléctrica	23.974.120,00	Kv/H/año
Papel	1.192.199,00	Kg/año
Residuos Sólidos	973.285,00	Kg/año
Movilidad		
Vehículo Particular	7.320.240,00	L. Gasolina/año

Vehículo Colectivo (Público y UCV)	1.598.116,80	Km/año
Sistema Metro Caracas	939.100,80	Km/año

Tabla 3. Contabilización de Recursos del Metabolismo Urbano *campus* CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Componente Metabolismo Urbano <i>campus</i> UCV	Contabilización	Unidad
Vegetación total	95,26	Ha
Bosque	84,39	Ha
Matorral	7,41	Ha
Gramínea	3,46	Ha
Construcción total	915.938	m ²
Población total	63.432	Personas

A continuación, se expondrá el análisis del cálculo directo de las emisiones de CO₂, de cada uno de los elementos de consumo de recursos y producción de desechos, posteriormente se presentará un cuadro síntesis de la aproximación a la estimación de la Huella Ecológica realizada al *campus* de la Ciudad Universitaria de Caracas.

3.1. Vegetación. Capacidad de Fijación de CO₂ de la CUC.

La vegetación del *campus* de la CUC y del Jardín Botánico de la UCV, poseen un aspecto relevante dentro de la trama urbana de Caracas. Gran parte del área del *campus* está constituido principalmente por un bosque de tipo caducifolio que fue implantado en los años cincuenta del Siglo XX, junto al área verde constituida por vegetación de distintos estratos que pertenece al Jardín Botánico. Para el cálculo del coeficiente de fijación de CO₂ se emplearon los datos utilizados por el MARN 2002, (Ver Tabla 4), éste se obtuvo multiplicando el coeficiente de fijación de captura por la superficie de bosque de la CUC.

Tabla 4. Valores máximos de vegetación natural para cálculo coeficientes de fijación de Captura CO₂. Fuente: MARNR, 2002. Adaptado Coss, A. 2014.

Tipo de Bosque	Coefficiente de Fijación tonCO ₂ /ha/año
Bosque Deciduo	290,94
Bosque Pre-montano	343,63
Matorral	273,13
Gramínea	50,00

Una vez aclaradas las consideraciones anteriores se presenta a continuación los datos arrojados en cuanto a la capacidad de fijación de CO₂ para la Ciudad Universitaria y el Jardín Botánico de la UCV, la cual se estima en **26.749,32** (tonCO₂/ha/año), este dato servirá para contrastar las emisiones de CO₂ de cada variable y establecer posteriormente su huella ecológica. (Ver Tabla 5)

Tabla 5. Cobertura Vegetal del *campus* de la CUC y su capacidad de fijación (ton CO₂/ha/año). Fuente: Coss, A. 2014.

Tipo de cobertura	Superficie (ha)	Coefficientes de Fijación Captura CO ₂ (tonCO ₂ /ha/año)	Captura total (ton CO ₂ /ha/año)
Bosque deciduo	84,39	290,94	24.552,43
Matorral	7,41	273,13	2.023,89
Gramínea	3,46	50,00	173,00
TOTAL			26.749,32

Aunque fue válido el uso de los valores anteriores y el procedimiento de dividir la emisión por la tasa de fijación de un bosque tropical, si se pretende comparar con otras universidades del mundo, es necesario utilizar otro índice basado en la tabla que presentaremos a continuación, López N (2009) afirma que debe utilizarse el factor 1,34 de bosques (Ver Tabla 6 y 7), debido a que: “las emisiones producidas por una universidad son asimiladas por este tipo de superficie” (p. 7). De ser así se utilizaría una columna en función de un bosque tropical con el valor local (ha) y otra con este índice a modo de comparación universal (hag) hectárea global que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos. López, N., (2009), P. 6. (Ver Tabla 8)

Tabla 6. Factores de equivalencia para cálculo de los coeficientes de fijación de Captura de CO₂. Fuente: wwwf, Informe Planeta vivo (2006) citado en López, N (2009), p. 7. Adaptado Coss, A. 2014.

Tipo de área	Factor de equivalencia (hag/ha)
Agricultura (tierras principales)	2,21
Agricultura (tierras marginales)	1,79
Bosques	1,34
Ganadería	0,49
Pesca (aguas marinas)	0,36
Pesca (aguas continentales)	0,36
Artificializado	2,21

Tabla 7. Cobertura Vegetal del *campus* de la CUC y su capacidad de fijación (ton CO₂/hag/año). Fuente: Coss, A. 2014.

Tipo de cobertura	Superficie (ha)	Factor de equivalencia (hag/ha)	Captura total (ton CO ₂ /hag/año)
Bosque deciduo	84,39		
Matorral	7,41		
Gramínea	3,46		
TOTAL	95,26	1,34	127,6484

Tabla 8. Fijación de Captura de CO₂ del *campus* de la CUC. Local y Global. Fuente: Coss, A. 2014.

Tipo de cobertura	Superficie (ha)	Captura total (ton CO ₂ /ha/año)	Captura total (ton CO ₂ /hag/año)
Superficie vegetal	95,26	26.749,32	127,6484

3.2. Consumo de Agua. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC.

Con base a la estimación realizada del consumo anual de agua de la CUC la cual resultó de 229.296 m³/año y al ser multiplicado por el factor de emisión a la atmósfera de 0,50 KgCO₂/m³ (Ver Tabla 1), obtenemos que las emisiones totales se estiman en **114, 648** toneladas de CO₂. (Ver tabla 9)

Tabla 9. Consumo de Agua. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Consumo anual (m ³ /año)	Coefficiente de emisión (KgCO ₂ /m ³)	Emisiones (KgCO ₂ /año)	Emisiones (TonCO ₂ /año)
229.296,00	0,50	114.648,00	114,65

3.3. Consumo de Energía Eléctrica. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC.

Con base a la estimación realizada del consumo de energía eléctrica de la CUC anual la cual resultó de 23.974.120,00 kWh/año y al ser multiplicado por el factor de emisión a la atmósfera de 0,57 KgCO₂/kWh (Ver Tabla 1), obtenemos que las emisiones anuales se estiman en **13.665,25** toneladas de CO₂. (Ver tabla 10)

Tabla 10. Consumo de Energía eléctrica. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Consumo anual (kWh /año)	Coefficiente de emisión (kgCO ₂ /kWh)	Emisiones (KgCO ₂ /año)	Emisiones (TonCO ₂ /año)
23.974.120,00	0,57	13.665.248,40	13.665,25

3.4. Consumo de Papel. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC.

Con base a la estimación realizada del consumo anual de papel virgen en la CUC la cual resultó de 1.192.199,00 Kg/año y al ser multiplicado por el factor de emisión a la atmósfera de 1,84 kgCO₂/kg papel (Ver Tabla 1) obtenemos que las emisiones anuales se estiman en **2.193,65** toneladas de CO₂. (Ver tabla 11)

Tabla 11. Consumo de Papel. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Consumo anual (Kg/año)	Coefficiente de emisión (kgCO ₂ /kg papel)	Emisiones (KgCO ₂ /año)	Emisiones (TonCO ₂ /año)
1.192.199,00	1,84	2.193.646,16	2.193,65

3.5. Generación de Residuos Sólidos no Peligrosos. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC.

Con base a la estimación realizada de la generación anual de residuos sólidos no peligrosos en la CUC la cual resultó de 973.285,00 Kg/año y al ser multiplicado por el factor de emisión a la atmósfera de 91,70 kgCO₂/kg residuo (Ver Tabla 1) obtenemos que las emisiones anuales ocasionadas se estiman en **89.250,23** toneladas de CO₂. (Ver tabla 12)

Tabla 12. Generación de Residuos Sólidos no Peligrosos. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Consumo anual (Kg/año)	Coefficiente de emisión (kgCO ₂ /kg residuo)	Emisiones (KgCO ₂ /año)	Emisiones (TonCO ₂ /año)
973.285,00	91,70	89.250.234,50	89.250,23

3.6. Movilidad. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC.

Con base a las estimaciones realizadas sobre la Movilidad de la CUC y que para la estimación de las emisiones de CO₂ anuales ocasionadas se realizaron de forma separada. Para Vehículo Particular que fue de 7.320.240,00 Litros de gasolina/año se tomó el factor de 2,33 kg CO₂/litro de gasolina que indican las directrices del panel intergubernamental sobre cambio climático (por sus siglas en ingles IPCC, 2006). Para el vehículo colectivo (1.598.116,80 Km/año), y el del Sistema Metro Caracas (939.100,80 Km/año), y al ser multiplicados por los factores de emisión a la atmósfera de: 0,04 kgCO₂/km, y 0,02 kgCO₂/km respectivamente (Ver Tabla 1). Al sumar tanto las de vehículos privados y colectivos obtenemos que las emisiones anuales ocasionadas por la movilidad son de: **3.234,43** toneladas de CO₂ (Ver tabla 13).

Tabla 13. Movilidad. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Movilidad Tipo Vehículo	Consumo anual (Km/año)	Coefficiente de emisión	Emisiones (KgCO ₂ /año)	Emisiones (TonCO ₂ /año)
Vehículo Particular	7.320.240,00	2,33 kg CO ₂ /L. Gasolina	3.141.733,90	3.141,73
Vehículo Colectivo (Público y UCV)	1.598.116,80	0,04 (kg CO ₂ /km)	63.924,67	63,92
Sistema Metro Caracas	939.100,80	0,02 (kg CO ₂ /km)	18.782,02	18,78
TOTAL			3.224.440,59	3.224,43

3.7. Construcción. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC.

Para la aproximación del cálculo de las emisiones de CO₂ que implicó la construcción de la CUC, se tomó como referencia tal y como lo indica la metodología utilizada, el informe Modelo de Investigación de Edificación Sostenible (MIES) de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallés (UPC) de donde se obtiene el coeficiente de emisión a la atmósfera de 520 Kg CO₂/m² construido (Ver Tabla 1), y al ser multiplicado por la estimación realizada sobre el área total de construcción la cual resultó de 915.938,00 m² obtenemos que las emisiones totales son de 476.287,76 toneladas de CO₂., se dividió entre los cincuenta (50) años de vida útil del conjunto urbano (dato anual), tal como se realizó con las demás emisiones de los distintos componentes del metabolismo urbano, entonces tenemos que las emisiones por año por concepto de construcción son de **9.525.76** toneladas de CO₂. (Ver tabla 14).

Tabla 14. Construcción. Emisiones Toneladas CO₂ Año de la CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Área construida (m ²)	Coefficiente de emisión (kgCO ₂ /m ²)	Emisiones totales (KgCO ₂)	Años de construcción	Emisiones (KgCO ₂ /año)	Emisiones (TonCO ₂ /año)
915.938,00	520	476.287.760,00	50	9.525.755,20	9.525.76

3.8. Aproximación al cálculo de la Huella Ecológica del campus de la CUC.

Toda vez realizado el cálculo de la capacidad de fijación de CO₂ del *campus* de la CUC junto al Jardín Botánico, así como también la valoración de las emisiones de dióxido de carbono anuales (CO₂/año) de cada componente de consumo y generación de residuos del metabolismo urbano de la CUC, se culmina con un cuadro síntesis de las emisiones totales en donde se obtiene como resultante **108. 458,21** toneladas de CO₂ anual, para la realización de la primera aproximación de la estimación de la huella ecológica del *campus* de la CUC. (Ver Tabla 15)

Tabla 15. Emisiones de CO₂ de los componentes del metabolismo urbano CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Consumo	Emisiones (tonCO ₂ /año)
Agua	114,65
Energía eléctrica	13.665,25
Papel	2.193,65
Residuos sólidos no peligrosos	89.250,23
Movilidad	3.234,43
Construcción	9.525.76
Total Emisiones (tonCO₂/año)	108.458,21

En la Figura 2 podemos observar la distribución porcentual de las emisiones de CO₂ que los componentes del metabolismo urbano aportan al ambiente, en donde destaca que la generación de residuos sólidos es el componente que mayor contribución realiza de este gas a la atmosfera presentando un 82,29 % del total de las emisiones, le sigue con un 12,60 % el consumo eléctrico, las emisiones relativas para el área construida son de 8,78 %, luego con un 2,98 % a la movilidad, para el consumo de papel se obtiene un 2 % y el menor aporte se encuentran en el consumo de agua.

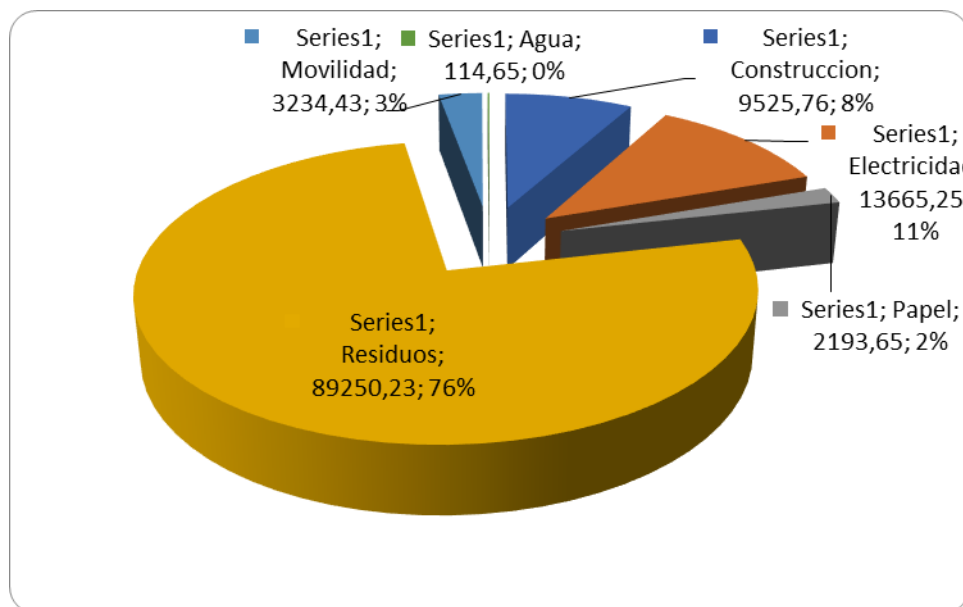


Figura 2. Distribución porcentual de Emisiones de CO₂ componentes del metabolismo urbano CUC. Fuente: Coss, A. 2014.

Considerando que la totalidad anual de las emisiones de dióxido de carbono de los elementos del metabolismo urbano del *campus* de la CUC contemplados para la presente estimación es de **108.458,21** TonCO₂/año y que dentro de los valores locales de capacidad de fijación presenta un coeficiente de 26.749,32 TonCO₂/ha/año (Tabla 5), y que la superficie total de la CUC y el Jardín Botánico es de 167,97 ha, al aplicar la fórmula [E.1]: (López, N., 2009, p. 6), se obtuvo que la Huella Ecológica de la Ciudad Universitaria de Caracas es de **172,02** ha/año y **0,0027** ha/persona/año. (Ver Tabla 16)

Tabla 16. Estimación Huella Ecológica de la CUC. Valor de captación local (ha/persona/año). Fuente: Coss, A. 2014.

Emisiones CO ₂ UCV (TonCO ₂ /año)	Capacidad de Fijación (TonCO ₂ /ha/año)	Superficie <i>campus</i> UCV (ha)	Huella ecológica (ha/año)	Población Total UCV	Huella ecológica (ha/persona/año)
108.458,21	26.749,32	167,97	172,02	63.378.	0,0027

Tal y como lo indica la metodología utilizada López, N. (2009) “Para poder comparar resultados de huella ecológica obtenidos a partir de áreas con diferentes características, se deben expresar siguiendo una única medida común: *hectárea global (hag)*, que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos” (p. 6).

Tabla 17. Estimación Huella Ecológica de la CUC. Valor de captación global (hag/persona/año). Fuente: Coss, A. 2014.

Emisiones CO ₂ UCV (TonCO ₂ /año)	Capacidad de Fijación (TonCO ₂ /hag/año)	Superficie <i>campus</i> UCV (ha)	Huella ecológica (hag/año)	Población Total UCV	Huella ecológica (hag/persona/año)
108.458,21	26.749,32	167,97	172,02	63.378.	0,0027

108.458,21	127,6484	167,97	1.017,63	63.378.	0,016
------------	----------	--------	-----------------	---------	--------------

En la Tabla 17 presentada anteriormente expusimos los datos necesarios para ese cálculo, el cual fue realizado obteniendo una capacidad de fijación de 127,6484 TonCO₂/hag/año (Ver Tabla 7), con este valor global se obtuvo que la huella ecológica de la CUC es de **1.017,63** hag/año y **0,016** hag/persona/año y así analizarla comparativamente con sistemas de igual desempeño. (Ver Tabla 17).

Tabla 18. Cronología estudios huella ecológica en universidades. Fuente: Coss, A. 2014

Nombre de Institución Universitaria	Ubicación Geográfica	Año del Estudio	Población. Estudiantil y/o total	Categorías Estudiadas	Huella Ecológica (ha/año)	Huella Ecológica (ha/per/año)
Universidad de Redlands ²⁰	California, EEUU	1998	3.000 Estudiantil	Agua, energía, transporte, residuos	2.300	0,85
Universidad de Newcastle ²¹	Newcastle, Australia	1998 1999	19.200 Población total	Energía, alimentos transporte, servicios, construcción	3.592	0,19
Holme Lacy College	Herefordshire, Reino Unido	2001	524 Población total	Agua, energía, alimentos, transporte, residuos	296	0,56
Colorado College ²²	Colorado, EEUU	2002	Sin dato	Agua, energía, transporte, alimentos	5.602,6	2,241
Universidad A. de Madrid ²³	Madrid, España	2003	32.583	Energía, papel, movilidad	4.656,4	0,145
Universidad de Willamette ²⁴	Salem, Oregon, EEUU	2003 2004	3.393	Consumo de bienes y servicios, energía, transporte, alimentos, construcción, residuos	Sin dato	0,008
Universidad San Francisco ²⁵	Quito, Ecuador	2004	3.988	Agua, energía, transporte, residuos	828	0,21
Universidad de Texas A&M ²⁶	College Station, Texas, EEUU	2004	Estudio con 22 estudiantes	alimentos, movilidad, residencia y bienes y servicios	Sin dato	1 evaluación 19,5 2 evaluación 16,8
Universidad de Toronto ²⁷	Mississauga, Ontario, Canadá	2004 2005 2006 2009	Sin dato 7.509 8.183 11.622	Agua, energía, alimentos, materiales, transporte, residuos, construcción	49.149 7.827 8.743,87 10.589,3	7,6 1,04 1,07 0,91
Kwantlen University ²⁸	C. Británica, Canadá	2005	17.734	Agua, energía, papel, alimentos, construcción, superficie ocupada	3.039	0,33
Universidad de León ²⁹	León, España	2006	14.000	Agua, energía, alimentos, materiales, transporte, residuos, construcción	6.646,04	0,45
Universidad de Ohio State ³⁰	Columbus, Ohio, EEUU	2007	70.293 Población total	Energía, transporte, materiales y residuos	650.665.70	8,66
Universidad de Northeastern ³¹	Shenyang, China	2007	Sin dato	Agua, energía, alimentos, papel, transporte, residuos, construcción	24.787	1,06
Universidad de Santiago de Compostela ³²	Santiago de Compostela, España	2007 2008 2009	32.246 Población total	Agua, energía, papel, movilidad, residuos, construcción, superficie ocupada	5.217,08 5.022,90 5.212,22	0,162 0,134 0,158
Universidad de Valencia ³³	Valencia, España	2007 2008 2009	46.969 Población total	Agua, energía, papel, alimentos, construcción, residuos	2.949 2.782 3.344	0,724 0,678 0,805
U. Central Marta Abreu ³⁴	Santa Clara, Cuba	2008	5.231	Agua, energía, papel, alimentos, movilidad, residuos, construcción, superficie ocupada	6.492,75	0,215
Universidad de La Coruña	La Coruña, España	2008	Sin dato	Agua, energía, papel, movilidad, residuos, construcción, superficie ocupada	3.475	0,15
Universidad de Illinois ³⁵	Chicago, EEUU	2008	36.640 Población total	Agua, energía, movilidad, materiales y residuos, alimentos, superficie ocupada	97.601	2,66

²⁰ <http://faculty1.coloradocollege.edu/~hdrossman/ev120/efcampus.pdf>

²¹ <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1502519&show=pdf>

²² <http://coloradocollege.edu/sustainability/pdf/EcoFootprint.pdf>

²³ http://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/descargas/investigacion/Resumen_PFC_Indicadores.pdf

²⁴ <http://www.willamette.edu/about/sustainability/pdf/0708IndicatorsReport.pdf>

²⁵ <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1069/1/75496.pdf>

²⁶ http://research.arch.tamu.edu/epsru/pdf/CEER_A_168864.pdf

²⁷ <http://geog.utm.utoronto.ca/ecofootprint/efprogressreports.html>

²⁸ http://www.kpu.ca/_shared/assets/Ecological_Footprint_Study6847.pdf

²⁹ <http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n113/docs/Articulo3En.pdf>

³⁰ <https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/handle/1811/28365/Janis?sequence=1>

³¹ Li, G.J., et al., 2008. Application of the componential methodology for ecological footprint calculation a Chinese university campus. Ecol. Indic. 8, 75–78.

³² http://educacion.tamaulipas.gob.mx/formacion/cursos_2011/No13/AP/S8/A8P1.pdf

³³ <http://www.conama10.es/conama10/download/files/CT%202010/1335816566.pdf>

³⁴ <http://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/viewFile/268345/355916>

Universidad de East Anglia ³⁶	Norfolk, Reino Unido	2009	18.000 Población total	Agua, energía, transporte, residuos, construcción, superficie ocupada	13.160,59	0,73
Universidad de Granada ³⁷	Granada, España	2010	Sin dato	Agua, energía, papel, movilidad, residuos, construcción, superficie ocupada	4.810,45	0,08
Universidad de Málaga	Málaga, España	2010 2011	38.417 Población total	Agua, energía, movilidad, residuos, construcción	8.820,59 7.952,63	0,22 0,20
Malboro College ³⁸	Vermont, EEUU	2011	390	Agua, energía, movilidad, materiales y residuos, alimentos, superficie ocupada	971	2,50
Universidad Central de Venezuela	Caracas, Venezuela	2014	63.378 Población total	Agua, energía, movilidad, papel, residuos sólidos, construcción	172,02	0,0027

La Tabla 18 expone una cronología de estudios de huella ecológica realizado por distintas universidades internacionales, con diversidad de alcances, metodologías y resultados. El criterio unificador para su selección fue que contemplaran más de cuatro categorías y que de esta manera se acercara a un dato complejo. De las instituciones universitarias allí revisadas, el sesenta por ciento está destinado a entes españoles (7) y norteamericanos (7), cobrando sentido el hecho de que sus esquemas urbanos están planificados en forma de *campus* y esto lo acerca a un modelo de ciudad, espacio para lo que fue concebido el referido indicador urbano adaptándose satisfactoriamente.

4. CONCLUSIONES

Luego de esta primera aproximación se arribó a unos resultados sobre este ejercicio académico y de carácter experimental, en donde realizaremos unas reflexiones finales sobre este análisis, a fin de constatar las potencialidades, así como también las limitaciones y debilidades que este indicador de sostenibilidad urbana tiene en los casos de *campus* universitarios y que por medio de esta experiencia permitirá realizar los ajustes y mejoras necesarias del caso.

Destacamos que el valor que se obtuvo de la estimación de la huella ecológica del *campus* de la CUC es considerablemente menor a las Instituciones Universitarias en el mundo revisadas (Ver Tabla 18), lo cual puede estar vinculado a diversas causas, entre otras, que la CUC cuenta con un bosque urbano que es parte del *campus* y el del Jardín Botánico, cuya cobertura vegetal representa un 61,79 % de del total de su superficie, con una gran capacidad de captura total 26.749,32 ton CO₂/ha/año la cual aprehende en buena medida las emisiones de dióxido de carbono que se generan en él.

Otra de las consideraciones radica en la ausencia de datos de algunos factores de emisión dentro de la generación ciertos de residuos y que por lo tanto no fueron incluidos en este trabajo, tales como los desechos peligrosos provenientes del Hospital Clínico Universitario, la Facultad de Odontología, el Instituto Anatómo-Patológico, la Escuela de Bioanálisis, el Instituto Nacional de Higiene, el Ambulatorio y el Instituto de Investigaciones Oncológicas. Se puede inferir por el tipo de actividades allí que se realizan que el muestreo de dichos desechos tóxicos podría estar constituido por envases impregnados de solventes, oxidantes; material médico quirúrgico usado, materiales usados para protección humana contra agentes químicos y biológicos peligrosos. Materiales y envases de químicos usados o vencidos con características peligrosas, empleados para fines especiales, como revelado

³⁵ http://iesp.uic.edu/Publications/Faculty%20Publications/Theis/Theis_AnUrbanUniversityEcologicalFootprint.pdf

³⁶ http://lmgmacweb.env.uea.ac.uk/green_ocean/positions/Buitenhuis/EF/footprintUEA2009.pdf

³⁷ http://dcab.ugr.es/pages/unidad_calidad_ambiental/huellaeologica

³⁸ <http://www.marlboro.edu/about/sustainability/documents/footprintmanual11>

fotográfico, centros de copiado, entre otros. Materiales radiactivos usados para fines médico odontológicos, investigación y desechos humanos infecto-contagiosos.

El estándar medio de carbono de 1,71 tonCO₂/ha/año que está estipulado como factor del método utilizado (López, N., 2009) corresponde a terrenos forestales gallegos, además se utiliza para instituciones universitarias donde las personas realizan todas las actividades, cosa que en nuestra universidad no se cumple. En nuestro caso al no existir la pernocta de la comunidad (residencias) la cantidad de horas de uso intenso que tiene el *campus* aproximadamente es de ocho horas de actividad principalmente académica por parte de sus trabajadores, estudiantes y visitantes.

El indicador urbano de la Huella Ecológica aplicado al *campus* de la CUC, tomado como instrumento para la planificación ambiental, dejó notar la importancia de la implementación de políticas y planes para la disminución de la generación de residuos urbanos, para la reutilización y el reciclaje de los materiales que en él ingresan. Así como mejorar la eficiencia energética en los sistemas de iluminación y electrificación.

La necesidad de un Plan de Mantenimiento de envergadura a las instalaciones de las edificaciones que cuentan con más de sesenta años. La posibilidad de tener un transporte interno alimentado con energía alterna y la conversión de gasolina a gas de las unidades de transporte actuales.

Aunque el consumo de agua fue uno de los componentes del metabolismo urbano estudiado que generó el menor porcentaje de emisiones a la atmosfera de dióxido de carbono, sería oportuno incorporar de manera mixta al sistema de aducción actual, los acuíferos existentes para el riego de sembradíos y áreas verdes tanto del *campus* como del Jardín botánico así como la captación de aguas de lluvia que puedan ser almacenadas y reutilizadas, todo esto dentro de un proyecto de gestión y planificación ambiental para la Ciudad Universitaria de Caracas, ya que la sostenibilidad del *campus* apunta al ahorro y recuperación del agua que se consume de fuentes extra locales.

REFERENCIAS

COSS, A. (2014). Valoración y sostenibilidad paisajística del *campus* de la Ciudad Universitaria de Caracas. Tesis Doctoral no publicada. Doctorado en Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la U.C.V. Caracas.

LOPEZ, N., (2009). *Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades*. Universidad de Santiago de Compostela. Oficina de Desarrollo. En Congreso Nacional del Medio Ambiente, Cumbre del Desarrollo Sostenible, COAMA 9. Madrid.

MARNR (2002). *Estado Actual del Biocomercio en Venezuela*. Oficina Nacional de Diversidad Biológica.

REES, W. (1996). *Indicadores Territoriales de sustentabilidad*. págs. 27-41. Ecología Política Cuadernos de debate internacional. Icaria Editorial. Barcelona.

RUEDA, S (1999). *Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles*. Recuperado de <http://www.forumambiental.org/pdf/huella.pdf>

RUSKIN, J. (1956). *Las siete lámparas de la arquitectura*. Librería “El Ateneo” Editorial. Buenos Aires.

UNESCO, Comisión Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCDE) (1987). *“Informe Brundtland” sobre nuestro Futuro Común*. Oxford University Press, ISBN 0-19-282080-X

VENETOULIS, J. (2001). *Assessing the ecological impact of a university: the ecological footprint for the University of Redlands*. International Journal of Sustainability in Higher Education Vol 2, No 2, pp. 180-196. Recuperado de <http://faculty1.coloradocollege.edu/~hdrossman/ev120/efcampus.pdf>

WACKERNAGEL, M. (1996). *Indicadores Territoriales de sustentabilidad*. págs. 43-50. Ecología Política Cuadernos de debate internacional. Icaria Editorial. Barcelona.

WACKERNAGEL, M., REES, W. (2001) *Nuestra huella ecológica, Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. Ediciones LOM. Santiago de Chile, 2001.

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL ESPACIO PEATONAL

Lic. Dione Escobar García¹ y Lic. Josefina Flórez Díaz²

¹ Departamento de Planificación Urbana, Urbanismo, Universidad Simón Bolívar, e-mail: *dioneescobar@usb.ve*

² Departamento de Planificación Urbana, Urbanismo, Universidad Simón Bolívar, e-mail: *jflórez@usb.ve*

RESUMEN

Este artículo presenta un instrumento que permite evaluar las características y condiciones de mantenimiento del espacio construido y los flujos peatonales, que inciden en la calidad de los desplazamientos a pie. Como prueba piloto, el instrumento es aplicado a uno de los principales nodos de carácter metropolitano de la ciudad de Caracas, Chacaíto-El Rosal-Las Mercedes, centralidad de transporte y de actividades empleadoras, de ubicación estratégica y presencia de espacios públicos de relevancia. Con la validación del instrumento se logran identificar segmentos de espacio público que presentan un mal estado físico e interrupciones en el recorrido, lo cual coincide con aquellos ejes que soportan altos flujos peatonales, provocando baja calidad del espacio peatonal, viéndose además comprometida la circulación de los transeúntes.

Palabras clave: Movilidad peatonal, evaluación de espacios públicos, desplazamientos a pie, caminabilidad, flujos peatonales.

INTRODUCCIÓN

Los crecientes problemas de movilidad del Área Metropolitana de Caracas (AMC) se deben, entre otras razones, a que las inversiones en infraestructura están dirigidas principalmente a mejorar la circulación del vehículo, a través de la construcción de nueva vialidad y al mejoramiento de la ya existente, dejando en un segundo plano aquellos proyectos urbanos que promuevan el mejoramiento de la circulación del peatón. En consecuencia, no se cuenta con una red peatonal integrada entre sí y a los diferentes modos de transporte, que brinde espacios adecuados para la circulación a pie, por el contrario, la falta de iniciativas en movilidad peatonal ha traído como consecuencia el deterioro del entorno urbano y la falta de conexión entre sectores de la ciudad, favoreciendo así la separación entre zonas urbanas adyacentes, la aparición de “territorios separados” (Machín y Ghidini, 2013) y la desvinculación de la calle con su función como zona de encuentro (Flórez, 2007).

Con base en la revisión bibliográfica, se diseña un instrumento de evaluación a partir de la identificación de las variables que caracterizan el espacio público e inciden en la movilidad

a pie. Luego de levantar la información en un caso en específico, ésta es procesada a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

El instrumento es aplicado a uno de los principales nodos de carácter metropolitano, Chacaíto-El Rosal-Las Mercedes centralidad de transporte y de actividades empleadoras del AMC, de ubicación estratégica y presencia de espacios públicos de relevancia, como la Plaza Brión y Bulevar de Sabana Grande. Lugar donde las autoridades metropolitanas pretenden llevar a cabo un Plan Especial Metropolitano para la recuperación de la zona, como parte de las actuaciones para la ciudad.

El resultado de este trabajo se considera una contribución para la gestión urbana, ya que la definición de un instrumento de evaluación del espacio peatonal permite generar información concreta sobre la calidad del sistema, sirviendo de insumo para la formulación de acciones y lineamientos dirigidos a mejorar la movilidad peatonal. Resulta además un mecanismo versátil y de fácil adaptación a diferentes casos de estudios, compatible con diversos contextos.

La ponencia se encuentra estructurada en cinco apartados incluyendo esta introducción. El segundo contiene lo relacionado a la definición de las variables y los fundamentos conceptuales que soportan la investigación. Posteriormente se presenta el caso de estudio, se establecen las características generales, la aplicación de la evaluación y los resultados parciales obtenidos. En el cuarto apartado se presentan los resultados y el análisis de las variables y, finalmente, se exponen las conclusiones.

2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL ESPACIO PEATONAL

2.1 Variables influyentes en la calidad del espacio peatonal

La movilidad peatonal se caracteriza por estar disponible para todas las personas (con las limitaciones propias de las condiciones físicas) y sin costo monetario alguno, es beneficioso para la salud y permite la flexibilidad y libertad de movimiento, es decir, el individuo determina su ruta de desplazamiento (Flórez, Muniz y Portugal, 2014). En el entorno urbano existe una serie de variables que determinan la calidad del espacio y que inciden en el desarrollo de los desplazamientos a pie (Talavera-García, Soria y Valenzuela, 2014). Por medio de la descripción de dichas variables, es posible caracterizar y entender el funcionamiento de ciertos sectores de la ciudad con el propósito establecer medidas de transformación de las condiciones física de la red peatonal y su funcionamiento, que permitan satisfacer las necesidades y requerimientos del peatón.

Talavera-García, Soria y Valenzuela (2014) formulan un modelo denominado “Método de caracterización peatonal de entornos de movilidad (CPEM)”, que define los factores urbanos que condicionan la movilidad peatonal. Estos entornos de movilidad son definidos como unidades espaciales delimitadas por espacios urbanos con características homogéneas (densidad, diversidad y diseño urbanos) en los que se aprecia una preferencia por los desplazamientos a pie.

Como marco de referencia del estudio, destacan los factores condicionantes de la calidad peatonal considerados en el método CPEM y definidos como: accesibilidad, seguridad, confort y atracción. Se establece que en la medida en que estos factores sean satisfechos, el entorno peatonal será atractivo e incentivará la caminata (Talavera-García, Soria y Valenzuela, 2014)

De acuerdo a estos autores, la accesibilidad es el primer factor condicionante, relativo a la existencia de infraestructura acorde, es decir, dimensiones de acera, pendientes y materiales adecuados. Seguidamente, la seguridad se relaciona con el comportamiento del tránsito, entendiendo que la velocidad de circulación y volumen de los vehículos tiene repercusiones sobre la sensación de seguridad y, en consecuencia, en la calidad de los desplazamientos. El confort se encuentra condicionado por aquellos elementos de diseño urbano que permiten hacerle frente a las condiciones climáticas (generalmente vegetación, arbolado), el ruido, el ratio entre altura de las edificaciones adyacentes y ancho de la vía. Y la atracción tiene que ver con las zonas de actividades comerciales y culturales que atraen a los peatones produciendo un incremento del flujo en ciertas áreas (ver Tabla 1).

FACTORES CONDICIONANTES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN
Accesibilidad	Sección peatonal	Ancho de la plataforma peatonal
Seguridad	Fricción modal	Velocidad máxima permitida y el número de carriles de la vía
Confort	Densidad de arbolado	Número de árboles por hectárea
	Ruido (Lden)	Información de ruido diaria por momento del día
	Ratio entre altura y anchura	Anchura de la sección de calles y altura de los edificios
Atracción	Complejidad comercial	Densidad de comercios (Índice de Shanon)

Tabla 1: Factores condicionantes de la calidad peatonal según el Método CPEM
Fuente: Elaboración propia, con base en el modelo de calidad peatonal desarrollo por Talavera-García, Soria y Valenzuela (2014).

Por su parte, Machín y Ghidini (2013) recopilan y evocan aquellas cualidades o condiciones favorables para el desarrollo de los desplazamientos peatonales en los espacios urbanos. Entre los criterios que guían la adaptación y tratamiento del espacio para la correcta circulación del peatón se encuentran: accesibilidad y autonomía, relacionadas con la organización del espacio para facilitar el acceso a cualquier persona (con o sin limitaciones) y brindar independencia en la movilidad; sociabilidad, relativa a la necesidad de incentivar las relaciones sociales en los espacio públicos; y habitabilidad, criterio que hace referencia a las condiciones ambientales y como deben ser encausadas para que sean agradables para el transeúnte.

El concepto de “caminabilidad” es introducida en el estudio de Machín y Ghidini (2013), resalta la importancia de su medición a través de un sistema de valuación, que sirva como mecanismo para la transformación física de la red peatonal. El índice de caminabilidad, establecido por Chris Bradshaw (1993, en Machín Gil y Ghidini, 2013), se basa en las condiciones que deben ser satisfechas para que el entorno peatonal cuente con la calidad

necesaria para que el peatón se desplace en condiciones adecuadas o “se desplace en forma satisfactoria (ver Tabla 2):

CRITERIOS	CARACTERÍSTICAS	INDICADORES
Accesibilidad y autonomía	Buen caminar	Aceras niveladas
		Intersecciones pequeñas
		Calles estrechas
		Mobiliario urbano acorde
		Ausencia de obstrucciones
Sociabilidad	Destinos útiles	Presencia de comercios, servicios, empleo, oficinas y recreación
	Cultura social local diversa	
Habitabilidad	Ambiente natural	Moderación de las condiciones del tiempo

Tabla 2: Relación entre los criterios de adaptación del espacio y las características básicas de la buena caminabilidad.

Fuente: Elaboración propia, con base en lo desarrollado por Machín Gil y Ghidini (2013).

También como referencia, se tiene la investigación realizada por Esquivel, Hernández y Garnica (2013), quienes elaboran un modelo basado en un Sistema de Información Geográfica que permite la evaluación de la calidad de la red peatonal. Esto se ve traducido en el Índice de Accesibilidad Peatonal a Escala de Barrio (IAPEB), a través del cual se busca evaluar cada elemento que conforma la infraestructura peatonal que incentiva su utilización partiendo de tres aspectos que resultan clave: seguridad, comodidad y legibilidad.

El IAPEB se compone de una serie de aspectos agrupados en: cruces y aceras. Resulta de especial interés para la investigación aquellos que evalúan la calidad de acera y que cuentan con los respectivos indicadores: estructura de la red peatonal medido por el ancho de la acera y los obstáculos verticales y horizontales; la infraestructura se evalúa por la presencia de alumbrado, arbolado y mobiliario urbano; y el confort peatonal que tiene como indicador el estado de la fachada (ver Tabla 3).

ASPECTOS	INDICADORES
Estructura de la red peatonal	Ancho de la acera
	Obstáculos verticales
	Obstáculos horizontales
Infraestructura de la red peatonal	Alumbrado público
	Arbolado
	Mobiliario urbano
Confort de la red peatonal	Estado de la fachada

Tabla 3: Aspectos considerados en la construcción del Índice de Accesibilidad Peatonal.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Índice de Accesibilidad Peatonal de Esquivel, Hernández y Garnica (2013).

2.2 Instrumento de evaluación de la calidad del espacio peatonal

La calidad del espacio peatonal se refiere al conjunto de propiedades físicas de la red peatonal, en donde se incluye sistema de aceras y espacios públicos, que caracterizan y condicionan la movilidad peatonal. Partiendo de este concepto y del soporte bibliográfico descrito, se elabora un instrumento de evaluación de la calidad del espacio peatonal, conformado por variables, indicadores y rangos evaluativos.

Las variables a definir para el instrumento, si bien parten de los criterios anteriormente expuestos, son adaptadas con el objeto de facilitar su aplicación al caso práctico. La evaluación propuesta, se basa en el Índice de Accesibilidad diseñado por Esquivel, Hernández y Garnica (2013), y se incluyen nuevas variables e indicadores. Las variables son clasificadas en dos categorías: físicas, las cuales describen el espacio la infraestructura y el mobiliario urbano, es decir, lo referente a las cualidades físicas de las aceras; y las relacionadas con la dinámica, donde se considera la diversidad de actividades, la intensidad de los flujos peatonales y su comportamiento (ver Tabla 4).

Cada una de estas variables es evaluada de acuerdo a un rango de evaluación establecido. Las mediciones y los cálculos de proporción son realizados utilizando como herramienta un Sistema de Información Geográfica (SIG), por medio del software ArcGIS, en donde se cargan capas de información con atributos específicos, entre los cuales resaltan los metros lineales de acera y metros cuadrados de superficie.

TIPOS DE VARIABLES	VARIABLES	INDICADORES	RANGOS DE EVALUACIÓN
Físicas Infraestructura y mobiliario urbano	Dimensión de aceras	Ancho de aceras en metros	Inadecuado: < 1,60 m. Adecuado: ≥ 1,60 m.
	Proporción de la acera con respecto a la calzada	Superficie (m ²) de vías peatonales	Proporción insuficiente: <60% Mínimo requerido: 60%-75% Deseable: >75%
	Mobiliario urbano	Tipo de mobiliario urbano	Descripción del tipo y ubicación
		Calidad del mobiliario urbano	Buen estado En proceso de deterioro Mal estado o deteriorado
	Presencia de obstáculos	Tipos de obstáculos	Verticales y horizontales
	Infraestructura para movilidad reducida	Presencia de rampas	Adecuado: presencia de rampas Inadecuado: no hay rampas
Evaluación de la calidad de las aceras	Calidad de las aceras	Buen estado Estado regular Mal estado	
Dinámicas Movilidad peatonal	Polos generadores de viajes	Tipo de actividades y usos del suelo	Usos del suelo Actividades empleadoras
	Intensidad del flujo peatonal	Nivel de intensidad del flujo	Volumen peatonal alto Volumen peatonal moderado Volumen peatonal bajo
	Patrón de circulación peatonal	Sentido de del flujo peatonal en horas pico	Desde/hacia el polo generador en horas pico

Tabla 4: Instrumento de evaluación de la calidad del espacio peatonal.

Fuente: Elaboración propia con base en Escobar (2015).

La primera variable física es la *dimensión de las aceras*, para medirla se toma en consideración las dimensiones mínimas requeridas por la Norma Venezolana No. 2733 sobre Entorno urbano, edificaciones y accesibilidad para las personas (2004). Se establecen como dimensiones no adecuadas las que estén por debajo de 1,60 m., y adecuadas iguales o mayores de 1,60 m.

Con relación a la *proporción de la acera con respecto a la calzada*, se utiliza el indicador de “Reparto de vía”, establecido dentro del sistema de indicadores y condicionantes para las ciudades grandes y medianas de la Agencia Ecológica Urbana de Barcelona (2011). Este indicador, relativo al ámbito de movilidad y servicio, se basa en la contabilización de las vías peatonales (aceras, áreas peatonalizadas, bulevares y plazas) y las calzadas vehiculares, relacionado la superficie de vías peatonales con la superficie de vías totales:

$$V_{\text{peatones}} (\%) = \frac{\text{superficie de vías peatonales}}{\text{superficie de vías total}}$$

El resultado se evalúa de acuerdo a tres rangos definidos en el indicador: menor de 60% de espacio destinado al peatón es considerado insuficiente, de 60 a 75% es el mínimo requerido y mayor a 75% sería la proporción deseable.

A objeto de evaluar la variable *presencia de mobiliario urbano*, se identifica el tipo y su ubicación dentro de la acera, y su *calidad*, de acuerdo a una clasificación que parte del estado físico perceptible: buen estado, en proceso de deterioro y en mal estado o deteriorado.

Además, se incluye dentro del mismo grupo de variables, la *presencia de obstáculos u obstrucciones*, es decir, elementos que se encuentran dispuestos sobre la acera que interrumpen el paso de los peatones, poniendo en riesgo a los mismos. Dentro del caso práctico se establecen los tipos de obstáculos con base en lo observado durante la aplicación de la evaluación.

Y, por último, se considera la *infraestructura para movilidad reducida*, referida al tratamiento de los espacios públicos para favorecer la circulación de personas con movilidad reducida y de esa manera promover el uso equitativo e igualitario de los espacios por cualquier usuarios, se basa en lo establecido en la norma COVENIN No. 2133 (2004). En ésta se establece que el ancho mínimo requerido de las aceras debe ser 1,60 metros, y en las esquinas deben ubicarse rampas de acceso de 1,20 metros conforme al diseño de la norma COVENIN No. 3656 (2001).

Por otro lado se presentan las variables dinámicas. En primer lugar se consideran los *polos generadores de viajes*, áreas de la ciudad que concentran gran cantidad de actividades, generalmente no residenciales, que producen desplazamientos desde y hacia ellas (Portugal y Flórez, 2012). Esta variable se basa en la identificación de los usos del suelo y su importancia como generador de viajes dentro del sistema urbano en estudio. La intensidad del flujo peatonal, se define tomando en consideración conteos peatonales y lo observado en el caso práctico. El mismo se clasifica, de acuerdo al volumen de personas que transitan por determinado segmento de acera, en tres niveles de intensidad: alto, moderado y bajo.

Por su parte, también se encuentra el *patrón de la circulación peatonal* de acuerdo a las horas pico. Esta variable se encuentra íntimamente relacionada con los polos generadores de viajes, ya que estos determinan la direccionalidad del desplazamiento.

3. CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio seleccionado para la aplicación del instrumento de evaluación de la calidad del espacio peatonal es el nodo Chacaíto-El Rosal-Las Mercedes, localizado en la jurisdicción de los municipios Chacao, Baruta y Libertador del Área Metropolitana de Caracas (AMC). Cuenta con una superficie aproximada de 46,21 has., y una población residente estimada de 3.699 habitantes (Escobar, 2015).

Esta zona es la elegida para evaluar la aplicabilidad del instrumento, por representar un nodo vital dentro de la estructuración del sistema de movilidad peatonal de la ciudad del AMC en sentido este-oeste, y con potencial de desarrollo en sentido norte-sur.

3.1 Caracterización general del nodo Chacaíto-El Rosal-Las Mercedes

La zona se caracteriza por la diversidad de usos que presenta, destacando las actividades comerciales y su combinación con el uso residencial multifamiliar y con el uso de oficina (ver Figura 2). El sector funciona como un nodo de intercambio modal, que facilita el enlace entre diferentes sistemas de transporte, tanto subterráneo, representado por la estación Chacaíto que maneja un volumen estimado de 88.053 usuarios por día (PDUL Chacao, s.f.:84), como superficial, a través de las rutas interurbanas de Metrobús y las de operadoras privadas hacia el sureste y noroeste del AMC (ver Figura 2).

Además concentra gran flujo vehicular y peatonal, debido a las actividades desarrolladas en los espacios públicos y por la confluencia de gran cantidad de rutas de transporte colectivo (ver Figura 1).



Figura 1: Caracterización general del caso de estudio (usos de suelo, vialidad y transporte).
Fuente: Escobar, 2015.

3.2 Aplicación del instrumento al caso de estudio

La aplicación de la evaluación de la calidad peatonal al caso de estudio se realiza de manera cualitativa y cuantitativa por medio de la observación el levantamiento de información a través de una planilla (de formato variable), y el registro fotográfico. Bajo esta metodología

se caracteriza y analiza la movilidad peatonal en la zona, con base en los indicadores establecidos.

Tomando en cuenta en la definición de las variables, se plantea como fueron evaluadas cada una y se presentan resultados parciales por aspecto, tomando en consideración los rangos de evaluación establecidos en el instrumento.

3.2.1 Evaluación de las variables físicas

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada una de las variables físicas evaluadas. Con relación a las dimensiones por segmento de acera, se obtiene que el 61,2% corresponde a aceras que se encuentran por debajo del rango adecuado, es decir, menos de 1,60 metros de ancho, incumpliendo con los requerimientos mínimos establecidos en la norma COVENIN.

En cuanto a la proporción de acera, se contabiliza la superficie destinada a la circulación exclusiva del peatón y la superficie de vías destinadas al vehículo, por medio del SIG. Se obtiene que solo el 31% de la superficie corresponde a aceras y espacios públicos, es decir, representa una proporción insuficiente de acuerdo a los tres rangos definidos: insuficiente, mínimo requerido y deseable.

Referente al mobiliario urbano, se identifican los tipos y su disposición en el espacio. La zona cuenta con arborización, bancos de concreto, quioscos, sombrillas, paradas formales de transporte público, alumbrado público, bolardos, semáforos vehiculares y peatonales, vallas informativas (señalización vertical), vallas publicitarias a nivel de peatón, papeleras y cabinas telefónicas.

La evaluación de la calidad del mobiliario, se realiza por manzana, con base en la clasificación establecida. Se extrae que la mayoría del mobiliario se encuentra deteriorado o en proceso de deterioro y necesita ser reemplazado, además se encuentra dispuesto de forma discontinua, sin seguir un patrón determinado.

En el caso de estudio, se identifican cuatro tipos de obstáculos: estacionamiento en la acera, disposición de desechos sólidos, arborización inadecuada y mobiliario urbano inadecuado. Los dos primeros se presentan de manera más evidente en las áreas donde se desarrollan actividades comerciales de elevada intensidad. La arborización está relacionada a la presencia de árboles en la acera que no guardan relación con la dimensión de ésta o que por sus raíces levantan el pavimento creando un gran obstáculo que debe ser esquivado. Y el mobiliario inadecuado, es aquel que no se encuentra bien ubicado sobre la acera o que cuenta con dimensiones inapropiadas para el ancho de la vía (generalmente postes de luz y kioscos).

Para evaluar la infraestructura para personas con movilidad reducida, se identifican aquellos elementos que faciliten la circulación y acceso de personas con movilidad reducida, en el área solo se identifican algunas rampas de acceso en las esquinas de las

aceras, parcialmente adecuadas a las necesidades de las personas con silla de ruedas, es decir, no todas cuentan con las mismas dimensiones, pendiente, calidad o estado físico.

Interrelacionado las variables físicas evaluadas se obtiene la calidad de la aceras (ver Tabla 4), que se clasifican en: buen, regular y mal estado. Las aceras en buen estado son las que cuentan con dimensiones superiores a las mínimas establecidas, que presenta mobiliario urbano ubicado adecuadamente y que se encuentran en buen estado, con ausencia de obstáculos y que cuenta con elementos para la accesibilidad de personas con movilidad reducida.

Las aceras en estado regular están caracterizadas por tener las dimensiones mínimas requeridas en la norma (1,60 m.), donde el mobiliario urbano necesita de mantenimiento, con presencia de obstáculos y la inexistencia de infraestructura para la movilidad reducida. Y las que se encuentran en mal estado, tienen dimensiones menores a las mínimas establecidas, donde se hace notable y evidente el elevado nivel de deterioro, y falta de mantenimiento del mobiliario urbano presente; además los obstáculos se presentan de manera constante sobre el espacio público y es inexistente la infraestructura para la movilidad reducida

Partiendo de la clasificación, se contabilizan por medio del SIG, los metros lineales de acera por estado físico, de lo cual se extraen que el 45% de estas se encuentra en un estado regular, el 31% que se encuentran en mal estado con un elevado nivel de deterioro, y un 24% que se encuentra en buen estado.

3.2.2 Evaluación de las variables dinámicas

Con base en los usos del suelo, se tiene que el área de estudio es un gran productor y atractor de viajes y se estima un total aproximado de 18.500 empleos (Escobar, 2015). Se logran identificar tres polos de atracción de viajes desde los nodos de transporte localizados en la zona. El primero corresponde al Bulevar de Sabana Grande, al oeste del sector, en donde se concentran actividades comerciales y centros empresariales de ámbito metropolitano e intermedio. La urbanización Las Mercedes se posiciona como otro de los polos, siendo una zona comercial, empleadora y de ocio de prestigio. Y en tercer lugar, la Av. Francisco de Miranda (Urbanización Campo Alegre y El Rosal), corredor de actividades empresariales, comerciales y culturales.

La intensidad del flujo peatonal como variable dinámica fue evaluada tomando en consideración algunos conteos realizados en intersecciones estratégicas por diferentes instituciones (PDUL Chacao, s.f.; PDVSA La Estancia, 2008; Escobar, 2015), así como en las observaciones en campo. Partiendo de esto, se tiene que los flujos altos se encuentran en los ejes peatonales que estructuran el sector y que concentran las actividades comerciales y empleadores, así como donde se encuentran los nodos de transporte: Bulevar de Sabana Grande-Plaza Brión-Av. Francisco de Miranda y Plaza Brión-Av. Lazo Martí-Av. Ppal. de Las Mercedes.

Con base en los tres polos atractores identificados y de los flujos peatonales observados, se pueden establecer dos patrones de circulación peatonal según la hora del día. El primer patrón corresponde a la hora pico de la mañana, donde el flujo de personas que proviene de la estación de metro y las paradas de transporte público se dirige hacia los centros empleadores de la Av. Francisco de Miranda, la urbanización Las Mercedes y el BSG; el otro patrón es el que se observa en la hora pico de la tarde, en el que se invierte el comportamiento de la mañana, las personas que vienen de sus lugares de trabajo se dirigen a la estación de metro y hacia las paradas de transporte público (ver Figura 2).



Figura 2: Comportamiento del flujo peatonal en hora pico de la mañana y la tarde.
Fuente: Escobar, 2015.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

La dificultad de recorrido está asociada a las características físicas y dinámicas de la red peatonal. Esta se presenta con complicaciones durante el desplazamiento a pie debido a la existencia de obstáculos que interrumpen el paso y a las inadecuadas condiciones físicas del espacio público.

Como se mencionó, el 31% de las aceras del área de estudio se encuentra en mal estado. Se logran identificar segmentos de espacio público que presentan un mal estado físico e interrupciones del recorrido, lo cual coincide con aquellos ejes que soportan los altos flujos peatonales, donde se ve comprometida la circulación de los transeúntes: eje BSG-Plaza Brión, eje Plaza Brión-Av. Francisco de Miranda y eje Plaza Brión-Av. Ppal. de las Mercedes (Av. Lazo Martí).

La fragmentación del flujo se produce cuando en algunos segmentos del espacio público se produce la discontinuidad de la red, bien sea porque la características de la acera cambian o porque ésta desaparece. En esos puntos las personas deben cambiar el recorrido y tomar decisiones sobre la ruta a tomar para continuar con el recorrido, produciendo un quiebre en la circulación. Se logran identificar tres segmentos, que coinciden con aquellos donde se presentan dificultades de desplazamiento (ver Figura 3).

Por otra parte se identifican los conflictos peatonales, puntos dentro del sistema peatonal en donde las condiciones físicas no son las deseadas y se observa la discontinuidad de la red, además, representan zonas de confluencia entre diferentes modos de transporte. Es decir, son áreas donde la seguridad del peatonal se ve comprometida. Los puntos conflictivos del caso de estudio son las intersecciones viales sobre los ejes estructurantes de la zona, en donde además se producen los más altos flujos vehiculares y peatonales. Se logran contabilizar un total de siete nodos de conflicto (ver Figura 3).

En definitiva, las dificultades en la movilidad peatonal como problema central identificado, a través del instrumento evaluativo, cuenta con múltiples causas. La presencia de obstáculos, la falta de adecuación de las aceras existentes, el deterioro del mobiliario urbano y el mal estado del pavimento generan la discontinuidad y deterioro de la red peatonal, que junto con la inapropiada operación de los semáforos y los altos volúmenes peatonales y vehiculares, provoca el incremento de los conflictos entre peatón y vehículo en las intersecciones y el debilitamiento de la conexión peatonal, dos de las principales causas de la dificultad para el desplazamiento a pie en el nodo Chacaíto-El Rosal-Las Mercedes. Es importante destacar que a pesar de que los conflictos se encuentran distribuidos en todo el sector, existen concentraciones de ellos especialmente en los ejes estructuradores del sector, donde se produce el intercambio modal y el desarrollo de las actividades comerciales y empleadoras de impacto metropolitano.



Figura 3: Síntesis evaluación de la calidad peatonal del caso de estudio.
Fuente: Escobar, 2015.

4. CONCLUSIONES

El instrumento de evaluación de la calidad del espacio público arrojó valiosa información relacionada con la problemática general del caso de estudio en materia de movilidad peatonal, y sirve como mecanismo de caracterización y evaluación de las condiciones actuales de la red peatonal, mediante la valoración de cada uno de los elementos que la componen. A través de la aplicación a un caso de estudio, se validaron las variables e

indicadores definidos, demostrando que es posible su implementación a otros sectores del AMC, por su sencillez y flexibilidad.

El sector Chacaíto-El Rosal-Las Mercedes es un nodo de gran importancia metropolitana, con alto valor inmobiliario, por considerarse una prestigiosa área empresarial y comercial, y con espacio públicos de trascendencia para la ciudad (BSG y Plaza Brión), a pesar de ello, no cuenta con las condiciones del espacio que incentiven la caminata y que permita trayectos a pie cómodos y seguros.

Se puede afirmar que este instrumento, a pesar de su utilidad, está sujeto a modificaciones y mejoras en la medida en que se avance en la revisión de metodologías y estudios similares de evaluación de la movilidad peatonal, donde puedan añadirse nuevas variables o prescindir de algunas de las consideradas, así como de incluir ponderaciones y pesos específicos de manera de que el instrumento deje de ser netamente cualitativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (2011). *Sistema de indicadores y condicionantes para las ciudades grandes y medianas*. Barcelona.

Alcaldía de Chacao. (s.f.). *Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) de Chacao*. Etapa 2 Actualización del Diagnóstico Urbano. Caracas.

Escobar, D. (2015). *Análisis de la movilidad peatonal en el sector Chacaíto-El Rosal-Las Mercedes*. Informe de pasantía. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas.

Bradshaw, C. (1993). *Creating and using a rating system for neighborhood walkability*. 14th. International Pedestrian Conference Boulder, Colorado.

Esquivel, M., Hernández, O. y Garnica, R. (2013). *Modelo de Accesibilidad Peatonal (MAP)*. Bitácora 23, Universidad Nacional de Colombia, 2, 21-41.

Flórez, J. (2007). *Un viejo paradigma urbano: la calle como lugar de encuentros cara a cara*. En: Lombardo, J. (compilador), *Paradigmas Urbanos. Conceptos e ideas que sostienen la ciudad actual*, pp. 79 - 100. Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Flórez, J., Muniz, J. y Portugal, L. (2014). *Pedestrian quality of service: Lessons from Maracanã Stadium*. Procedia. Social and Behavioral Sciences, 160, 130 - 139.

Gerencia de Patrimonio de PDVSA La Estancia (2009). *Subproyecto de usos de suelo y movilidad del Bulevar de Sabana Grande*. Caracas: PDVSA La Estancia.

Machín, H. y Ghidini, R. (2013). *Buenas condiciones para el peatón*. Recogida de información técnica. Revista dos Transporte Públicos ANTP, 35 (2), 81-102.

Norma Venezolana Industrial COVENIN (2004). *Norma Venezolana de Entorno urbano edificaciones accesibilidad para las personas*. G.O. No. 2.733. Venezuela: Fondonorma.

Portugal, L. y Flórez, J. (2012). *Polos geradores de viagens orientados a qualidade de vida e ambiental: Modelos e taxas de geração de viagens*. Mundo Nuevo, 9, 287 - 298.

Talavera-García, R., Soria, J.A. y Valenzuela, L.M. (2012). *La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana*. Documents d'Análisi Geogràfica, 60/1, 161-187.

**VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICIOS APORTICADOS DE ACERO
ESTRUCTURAL CONSTRUIDOS CON PERFILES TUBULARES EN
VENEZUELA.**

Esp. Ing. Sigfrido A. Loges F.¹

¹ IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.
e-mail: sloges@gmail.com

RESUMEN

Se plantea la relación que existe entre el uso de miembros con secciones transversales tubulares y la vulnerabilidad sísmica de los edificios aporticados de acero estructural. En los últimos años en Venezuela, se ha evidenciado que edificios de acero estructural, construidos con perfiles tubulares para los miembros resistentes principales (vigas y columnas, especialmente), pudieran resultar significativamente vulnerables a las acciones sísmicas. El uso cada vez más frecuente de este tipo de perfiles en el país, debido entre otras cosas a los problemas de disponibilidad de materiales para la construcción en acero, genera incertidumbres acerca de si las estructuras construidas con perfiles tubulares tendrán la capacidad suficiente para resistir sismos importantes, y si se tomaron en cuenta consideraciones sismorresistentes en los detalles de las conexiones entre vigas y columnas, entre otras. Se explica el comportamiento inelástico que presentan algunos tipos de acero empleados en la construcción, sobre todo para zonas con mediana y alta sismicidad. Se indican disposiciones específicas y recientes aplicables de las Normas Americanas AISC relacionadas, sobre todo en cuanto a la necesidad de disponer de columnas tubulares mixtas (acero – concreto) para construcciones en zonas sísmicas. Se concluye, que los perfiles tubulares huecos para columnas, no cumplen con los límites de esbelteces mínimas necesarias para comportarse satisfactoriamente en el rango inelástico y que las conexiones viga – columna deben disponer de elementos intermedios para la adecuada transferencia de tensiones entre los componentes de edificios aporticados de acero.

Palabras clave: Perfiles Tubulares, Vulnerabilidad, AISC, Conexiones.

INTRODUCCIÓN

El uso de perfiles con sección transversal tubular (en lo sucesivo, STT) en la construcción de edificios de acero, es una práctica muy difundida en muchos países. Una de las tantas razones, se debe a los innegables beneficios arquitectónicos de sus formas (cuadradas, rectangulares o circulares), y a la buena adaptabilidad de éstas a los acabados finales de las edificaciones, entre otros, llegadas de paredes y diversos tipos de cerramientos, y que junto a la uniformidad de propiedades estructurales, tales como Inercia, entre otros, en ambas direcciones principales de la sección (ejes principales), sobre todo en STT cuadradas y circulares (especialmente empleadas como columnas o miembros a flexocompresión biaxial), los convierten en una alternativa atractiva para arquitectos e ingenieros estructurales.

Estructuralmente hablando, sin embargo, y especialmente en zonas con medianas y altas sismicidades, los perfiles STT no se comportan de manera necesariamente satisfactoria. Uno de sus principales problemas radica en el espesor delgado de sus paredes, las cuales en general, no los califican como perfiles ideales para permitir un adecuado desempeño sismorresistente de la edificación, y estudios o análisis de segundo orden por elementos finitos mediante programas estructurales avanzados de computación (ANSYS y ABAQUS, por ejemplo) así lo confirman (GARZA, L. 2011).

Sin embargo y pese a lo anterior, es una opción permitida para emplearse en edificaciones y las actuales normativas de la construcción en acero estructural, entre ellas, AISC 360-10 así lo confirman, al dedicar incluso, un capítulo completo al tema de conexiones entre STT (Capítulo K). En Venezuela, sin embargo, la actual normativa que rige la construcción en acero, COVENIN 1618:1998 *Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites (1ra. Revisión)*, no los incluye al indicar, específicamente, en su Art. 1.2 Alcance, lo siguiente: *Se excluyen del dominio de aplicación de esta Norma los perfiles tubulares, los perfiles formados en frío y las vigas de alma abierta (joists), los cuales se regirán por normas específicas. Véase las Disposiciones Transitorias”*.

En Venezuela, los actuales problemas para la obtención de divisas que permitan la adquisición de perfiles europeos, entre otros, es por mucho la razón principal que motiva la escasez de secciones transversales en forma de I, H, L, ampliamente empleadas en edificaciones de acero estructural con importantes requerimientos de desempeño sismorresistente, y han motivado el empleo de secciones cuya disponibilidad resulta más inmediata. En este particular, las STT pasan a llenar el vacío de los otros tipos de secciones transversales. Sin embargo, es importante conocer su desempeño sísmico y en especial, los distintos y adecuados tipos de conexiones entre los miembros (vigas y columnas, principalmente) para zonas de mediana y alta sismicidad, para no adicionar un aspecto de disminución de capacidad estructural a la edificación por fallas en conexiones por su pobre ejecución y/o caracterización de las mismas.

2. DESARROLLO

Las STT, son aquellos tipos de perfiles estructurales de acero de alta resistencia (Norma ASTM A572 Grado 50), caracterizados por sus formas geométricas cuadradas, rectangulares y circulares, y espesores reducidos de sus paredes, cuya conformación se logra mediante procesos en frío, es decir, a temperatura ambiente, mediante deformaciones plásticas paulatinas del metal a su paso por rodillos de laminación, lo cual le infiere al material una gran resistencia (ANDARA, J. 2007), y cumpliendo con los lineamientos establecidos en la Norma ASTM A500 Grado C (UNICON, 2011), principalmente (es posible el empleo de otros tipos de grados, como el A y el B). Los aceros laminados en frío presentan mayor dureza en comparación con los procesos de laminado en caliente, el cual se realiza a altas temperaturas y permitiendo que el metal se recristalice sin endurecimiento posterior, como en el caso de los perfiles conformados en frío. Este tipo de acero tiene, entre sus propiedades resistentes, valores de la tensión cedente (F_y) de 3515 kgf/cm² y resistencia de agotamiento a tracción (F_u) de 4360 kgf/cm². Sin embargo, se destaca como

un aspecto sísmicamente relevante en el tipo de acero ASTM A572, su menor capacidad de disipación de energía o ductilidad (ver Fig. No.1) en comparación con otros tipos de aceros (por ejemplo, ASTM A36, A992, entre otros), lo cual condiciona su empleo en muchos tipos de edificaciones ubicadas en zonas con sismicidad importante (media a alta). A continuación, se muestran las principales STT empleadas para miembros estructurales como vigas, columnas y arriostramientos (Foto No. 1). Debido a las propiedades resistentes de los perfiles y necesidades estructurales, las STT cuadradas y circulares se emplean, en general, para columnas (mismas características geométricas en ambos ejes principales, lo cual les da una excelente capacidad para resistir flexocompresión biaxial), mientras que las rectangulares para vigas y miembros secundarios horizontales (en donde se requiere mayor inercia en la dirección de la carga externa). Para el caso de arriostramientos, cualquiera de las tres tipologías es válida, ya que son miembros solicitados principalmente por tensiones axiales debidas a tracciones y compresiones, en general.

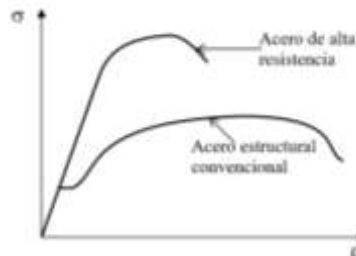


Fig. No.1: Capacidad de Deformación Inelástica entre Aceros.
Fuente: HERRERA, R. (2009).



Foto No.1: Secciones Transversales Tubulares.
Fuente: <http://www.cintac.cl/tubulares/>

Diferencias	Usos	Normas Aplicables	Designación Comercial		Espesores		Longitudes Estándar			
			DN (1)	NPS (2)	mm	in (3)	mm	in (4)		
Tubos Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Centros de salud de diferentes tipos ✓ Edificaciones habitacionales (viviendas, condominios, gubernamentales, departamentos, departamentos y sus servicios varios) ✓ Torres de telecomunicaciones ✓ Puentes peatonales y vehiculares ✓ Señalización ✓ Señales viales ✓ Vallas comerciales ✓ Señalización vial ✓ Mangos ✓ Centros de tráfico aéreo ✓ Terminales de pasajeros ✓ Ferrocarriles ✓ Calentadores de uso industrial (sistemas metalométricos) 	ASTM A 500 (Grados A, B y C)	DN (1)	Circular 2 - 12 1/2	2,25 - 11,00	0,010 - 0,433	6	30		
				Cuadrado 90x90 - 250x250	2,25 - 11,00	NA (5)	6	30		
				NA (1)	Cuadrado 1 x 1 - 8 x 8	NA (1)	0,010 - 0,250	6	30	
				Rectangular (6) 90x40 - 300x175	2,25 - 11,00	NA (1)	6	30		
				NA (1)	Rectangular 2 x 1 - 8 x 4	NA (1)	0,010 - 0,250	6	30	
				NA (1)	Rectangular 2 x 1 - 8 x 4	NA (1)	0,010 - 0,250	6	30	
			EN 10219 (Grados S235, S275 y S355)		Cuadrado 20 x 20 - 120 x 120	NA (1)	2,00 - 5,00	NA (1)	6	30
				Rectangular 50 x 30 - 100 x 50	NA (1)	2,00 - 5,00	NA (1)	6	30	

(1) DN: Designación comercial del producto en milímetros.
 (2) NPS: Designación comercial del producto en pulgadas.
 (3) in: No aplica. Esta especificación no contempla este parámetro.

Fig. No.2: Características de STT para uso Estructural en Venezuela.

Fuente: <http://unicon.com.ve/documentos/UNICON%20estructural%20espanol%20v2.0%20-%20i.pdf>

En el tema de la llegada de cerramientos, en cuanto a la arquitectura, presentan grandes ventajas, por ejemplo, en debido a que la zona de encuentro entre perfil y el cerramiento facilita mucho los diferentes detalles constructivos. Por esta y otras razones, en muchos proyectos arquitectónicos se consideran primeramente sobre otros tipos de perfiles, como por ejemplo, aquellos conformados por secciones transversales en I, H, U, etc.

En Venezuela, país catalogado como prácticamente sísmico en todo su territorio, de acuerdo con el vigente mapa de zonificación sísmica (COVENIN, 1756-1:2001), desde hace ya varios años, se están realizando numerosas edificaciones empleando STT para los miembros estructurales principales (vigas y columnas). En muchos casos, se aprecia que no se han cuidado los detalles estructurales en las conexiones entre los miembros, entre otros, lo cual, sumado a las características propias del material y procesos de conformación en frío de las STT, se pudieran estar generando vulnerabilidades importantes en las edificaciones y afectando por ende su desempeño sismorresistente, condición indispensable en construcciones en el país.

2.1 Secciones Compactas, No Compactas y Compactas Sísmicas.

Es muy importante cuando se emplean STT en proyectos de edificaciones aporticadas en zonas sísmicas, conocer las relaciones entre los espesores de las caras de los perfiles y sus longitudes, lo cual permitirá determinar su capacidad de plastificación durante un sismo, es decir, su capacidad de alcanzar deformaciones inelásticas más allá del punto en el cual se logra la cedencia de la sección. Cuando una sección transversal de acero es compacta, se supone que ésta puede desarrollar el momento plástico sin que previamente se produzca pandeo local de algún elemento comprimido de su sección transversal, pero si resulta no compacta, aunque puedan alcanzar la tensión de cedencia en sus elementos comprimidos sin que se alcance el pandeo local de alguno de ellos, no pueden alcanzar el momento plástico requerido en zonas de mediana y alta sismicidad. El AISC 341-10 indica un tipo adicional de secciones, las compactas sísmicas, o aquéllas en las cuales se pueden alcanzar valores de rotaciones inelásticas del orden de 6 ó 7 veces mayores que los valores de las deformaciones por cedencia. En las secciones compactas, este valor es de unas 3 veces mayores que la deformación por cedencia. Esto significa, que las relaciones de esbeltez de los elementos comprimidos de la sección (b/t) sísmicamente compacta (λ_p) indicados en el AISC 360-10 (Tablas II.1a y II.1b) deberán satisfacer adicionalmente, en zonas sísmicas, los requerimientos indicados en la Tabla D1.1 del AISC 341-10, la cual evidentemente resulta en valores de relaciones de esbeltez de elementos comprimidos mucho más restrictivos aún.

En el caso de los perfiles disponibles localmente en Venezuela, especialmente las secciones transversales cuadradas y circulares, generalmente empleadas para miembros en flexocompresión (columnas), resultan los siguientes valores para las secciones huecas sin relleno de concreto:

Tabla No.1: Relaciones de Esbeltez en STT Cuadradas Huecas.
Fuente: Elaboración Propia.

AISC 341-10 (Tabla D1.1) (Secciones Tubulares Cuadradas Huecas)						
SECCION	LADO (b) (mm)	Espesor Nominal (t) (mm)	Radio externo (mm)	b/t	λ_{hd} (Alta Sismicidad)	λ_{md} (Mediana Sismicidad)
60x60	60	2.25	6.75	20.67	13.44	15.64
70x70	70	2.25	6.75	25.11		
90x90	90	2.50	7.50	30.00		
100x100	100	3.00	9.00	27.33		
110x110	110	3.40	10.20	26.35		
120x120	120	4.00	12.00	24.00		
135x135	135	4.30	12.90	25.40		
155x155	155	4.50	13.50	28.44		
175x175	175	5.50	16.50	25.82		
200x200	200	5.50	16.50	30.36		
200x200	200	7.00	21.00	22.57		
220x220	220	7.00	21.00	25.43		
220x220	220	9.00	27.00	18.44		
260x260	260	9.00	27.00	22.89		
260x260	260	11.00	33.00	17.64		

Como se puede apreciar, en la columna b/t, todos los valores superan los indicados para zonas de alta sismicidad (λ_{hd}) y mediana sismicidad (λ_{md}). Por lo tanto, ninguna de las secciones mostradas en la tabla resulta apropiada para su empleo en zonas en donde se requiere adecuada capacidad de disipación de energía y deformaciones inelásticas importantes de los miembros estructurales. La misma situación se puede apreciar para STT circulares huecas.

Tabla No.2: Relaciones de Esbeltez en STT Circulares Huecas.
Fuente: Elaboración Propia.

AISC 341-10 (Tabla D1.1) (Secciones Tubulares Circulares Huecas)					
SECCION	Diámetro Externo (b) (mm)	Espesor Nominal (t) (mm)	b/t	λ_{hd} (Alta Sismicidad)	λ_{md} (Mediana Sismicidad)
3	76.20	2.25	33.87	22.70	26.29
3 1/2	88.90	2.25	39.51		
4 1/2	114.30	2.50	45.72		
5	127.00	3.00	42.33		
5 1/2	139.70	3.40	41.09		
6	152.40	4.00	38.10		
6 5/8	168.30	4.30	39.14		
7 5/8	193.70	4.50	43.04		
8 5/8	219.10	5.50	39.84		
9 5/8	244.50	5.50	44.45		
9 5/8	244.50	7.00	34.93		
10 3/4	273.10	7.00	39.01		
10 3/4	273.10	9.00	30.34		
12 3/4	323.85	9.00	35.98		
12 3/4	323.85	11.00	29.44		

1.2 Conexiones entre STT.

El tema de las conexiones entre STT es sumamente discutido desde hace ya varios años. Se han hecho muchas propuestas y se han realizado numerosos ensayos, nacional (ANDARA, 2007; UGARTE et. al 2006) e internacionalmente (GARZA, L. 2011), para verificar si la capacidad que tienen ciertos tipos de conexiones, sobretodo en edificios aporricados de acero que emplean STT para sus miembros principales, vigas y columnas, resultan ciertamente adecuadas para poder clasificarse como Conexiones Rígidas, o dicho de otra manera, resistentes a momento. Existen muchas clasificaciones de conexiones en acero, y una de ellas las cataloga en tres tipologías: Flexibles, Semirrígidas y Rígidas. Las primeras son aquellas con una capacidad de resistir flexión relativamente baja (menos de un 10%), y por lo tanto, se considera en su análisis un valor nulo de capacidad a flexión. Las segundas, tienen una capacidad intermedia (cercana a un 50%), y las terceras, una capacidad a flexión muy elevada (superior al 90%).

Independientemente del tipo de conexión que se emplee, un aspecto fundamental es evitar completamente la unión directa de miembros estructurales mediante soldaduras sin el empleo o adición de elementos que permitan una adecuada transferencia de tensiones en los puntos de unión y miembros estructurales (ver Fig. No.3). El problema que se presenta es similar cuando las columnas se encuentran rellenas o no de concreto, exigencia de la normativa actual (Artículo I1.4, AISC 360-10 y Capítulo D, AISC 341-10) cuando se emplean STT en la construcción de edificaciones, ya que los reducidos espesores de las paredes de estos perfiles hacen posible la aparición de fenómenos de debilitamiento en las mismas con la posibilidad de aparición de rasgaduras, y por lo tanto, fallas en las conexiones (HERRERA, R. 2009). Una falla en una conexión entre perfiles en un edificio de acero estructural, no solamente es muy grave, sino potencialmente catastrófica para el comportamiento e integridad de toda la estructura. En análisis plásticos, la falla de un miembro estructural obliga a una redistribución de tensiones a otras zonas o miembros de la estructura. Por lo tanto, si todas las conexiones entre STT de una estructura se realizaron de manera similar, la falla de una pudiera ser el preámbulo de la falla de otras, con lo cual se imposibilitaría una eficiente redistribución de tensiones.

Por ello, las Normas referenciales de estructuras de acero mundiales, han establecido procedimientos y detalles estructurales, para garantizar un mejor comportamiento de conexiones en acero para STT. Una de las asociaciones internacionales dedicadas al estudio de la construcción con STT, es el CIDECT (*Comité Internacional para el Desarrollo del Estudio de Construcciones Tubulares*), la cual se ha propuesto la tarea de impulsar el estudio de diversas alternativas y prácticas constructivas para mejorar el comportamiento y detallado de edificaciones hechas con STT. En lo referente a las conexiones a momento entre vigas y columnas para edificios aporricados, y en especial en zonas sísmicas, se muestran varias tipologías empleando elementos intermedios para la transferencia de tensiones, tales como diafragmas y planchas, los cuales buscan que esa transferencia sea más uniforme y predecible y así evitar la formación de mecanismos frágiles de falla. La Fig. No.3 muestra algunas de las conexiones a momento sugeridas, las cuales se encuentran

en la Guía de Diseño para Conexiones de Columnas Estructurales de Sección Tubular (CIDECT No.9, 2005).

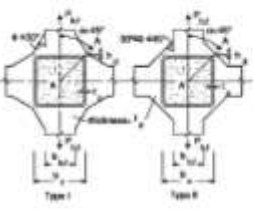
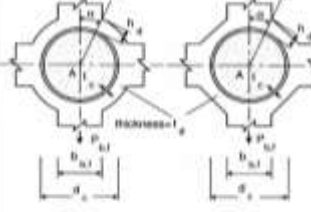
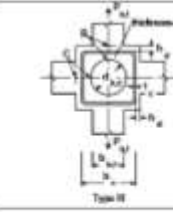
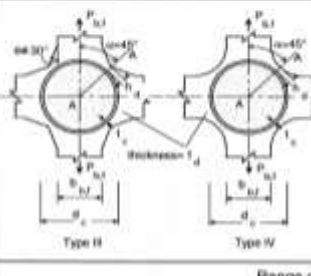
Shape of external diaphragm	Ultimate resistance equation		
 <p>Type I</p> <p>Type II</p>	<p>Type I connection: The design resistance is the larger of the values calculated by Eqs. 1 and 2.</p> $P_{b,r}^* = 2.74 \left(\frac{t_c}{d_o} \right)^{1/2} \left(\frac{t_d}{d_o} \right)^{1/2} \left(\frac{L_c - h_c}{d_o} \right)^{1/2} b_s^2 \sigma_{sc} \quad (1)$ $P_{b,r}^* = 2.95 d_c t_c + t_d^2 J_{sc} + 3.30 h_c A_1 t_c \quad (2)$ <p>If $t_{cy} > t_{dy}$, then calculate with $t_{cy} - t_{dy}$.</p> <p>Type II connection: The design resistance is given by Eq. 2.</p> <p>Symbols: t_{cy} = Yield strength of column material t_{dy} = Yield strength of diaphragm material σ_{sc} = Ultimate tensile strength of diaphragm material $P_{b,r}$ = Axial load in tension flange</p>	 <p>Type III</p> <p>Type IV</p>	$P_{b,r}^* = 3.09 f_c(\alpha) A_1 t_{cy} + 1.77 f_d(\alpha) A_2 t_{dy} \quad (1)$ <p>where</p> $f_c(\alpha) = \sin \alpha$ $f_d(\alpha) = \sqrt{2 \sin^2 \alpha + 1}$ $A_1 = \left(0.63 + 0.88 \frac{b_s}{d_o} \right) \sqrt{d_o t_c} + t_c t_c$ $A_2 = h_c t_c$ <p>Symbols: t_{cy} = Yield strength of column material t_{dy} = Yield strength of diaphragm material $P_{b,r}$ = Axial load in tension flange α = Slope of critical section</p>
 <p>Type III</p>	<p>Type III connection: The design resistance is the smaller of the values given by Eqs. 3 and 4.</p> $P_{b,r}^* = 1.43 b_s + 2 h_c - d_o \left(\frac{b_s}{d_o} \right) t_{cy} \quad (3)$ $P_{b,r}^* = 1.43 (b_s + 2 h_c - d_o) t_{dy} \quad (4)$ <p>Symbols: See above.</p>	 <p>Type III</p> <p>Type IV</p>	$P_{b,r}^* = 2.19 A_1 t_{cy} + 2.53 A_2 t_{dy} \quad (2)$ <p>where</p> $A_1 = \left(0.63 + 0.88 \frac{b_s}{d_o} \right) \sqrt{d_o t_c} + t_c t_c$ $A_2 = h_c t_c$ <p>Symbols: See above.</p>
Range of validity		Range of validity	
$20 \leq h_c/d_o \leq 50$, $0.75 \leq t_{dy}/t_c \leq 2.0$, $t_{dy} > t_{cy}$, $t_{dy}/h_c \geq 0.15 t_{dy}/t_c$ (Type I), $h_c/d_o \geq 0.15 t_{dy}/t_c$ (Type II)		$20 \leq d_o/t_c \leq 50$, $h_c/d_o \leq 0.3$, $0.25 \leq t_{dy}/d_o \leq 0.75$	

Fig. No.3: Conexiones entre STT con elementos intermedios (diafragmas).

Fuente: CIDECT No.9 (2005).

En la evaluación de la conexión elegida se aprecia, entre otras cosas, el rango de validación geométrica y el cálculo de la fuerza de tracción ($P_{b,r}^*$) con la cual se obtiene el espesor definitivo de los diafragmas. Es un procedimiento relativamente simple y que permite obtener conexiones con excelente capacidad y comportamiento sismorresistente, en general. Siguiendo este procedimiento de análisis y detallado de la conexión entre STT, se evita la introducción de condiciones de vulnerabilidad estructural por conexiones con niveles de empotramiento semirrígido en vez de rígido que presentan, por ejemplo, aquellas entre vigas y columnas soldadas directamente entre sí sin algún elemento intermedio (diafragma). Con esto, el comportamiento de las estructuras aporticadas resultaría más predecible y ajustado a la realidad arrojada del modelo matemático analizado en el computador, en donde y en general, se consideran niveles elevados de empotramiento en el extremo de los miembros.

Obsérvese en las dos imágenes siguientes, cómo la introducción de los diafragmas permite descargar de tensiones del perfil estructural de la columna, quedando por lo tanto demostrado el comportamiento rígido de la conexión versus el semirrígido que resulta de la práctica común de soldar directamente los miembros entre sí (vigas y columnas), sin elementos intermedios para la transferencia de tensiones entre ellos. La abolladura sectorizada de la columna con la consecuente rotación del extremo de la viga ponen de manifiesto la reducción de la capacidad a flexión de la conexión.

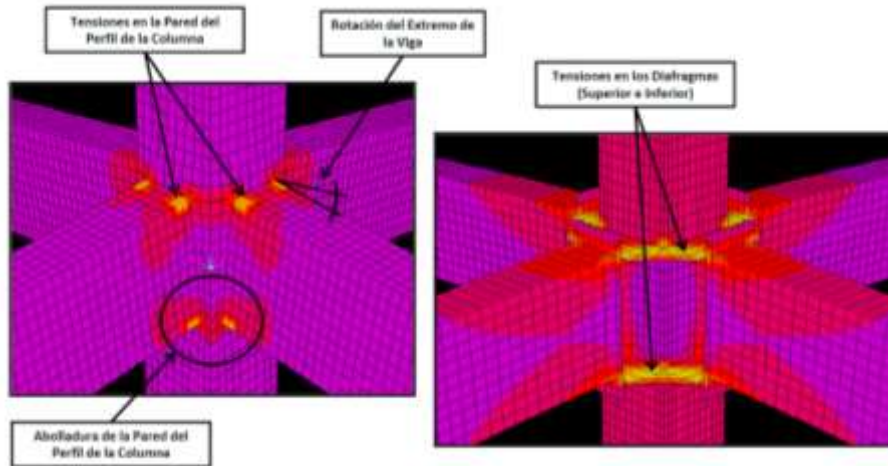


Fig. No.4: Conexiones entre STT (sin diafragmas y con diafragmas).
Fuente: LOGES, S. (2016)

El comportamiento semirrígido de la conexión entre STT sin elementos intermedios ha sido documentado con amplitud, obteniéndose de ensayos realizados a pórticos de acero estructural, deformaciones importantes de las paredes del perfil de la columna y fallas en las conexiones (FERNÁNDEZ, I., CASTAÑEDA, J. 1999). Esta práctica es hoy por hoy aún difundida en Venezuela, lo cual genera numerosas incertidumbres acerca del comportamiento sismorresistente de algunas edificaciones fabricadas con STT y su ductilidad real. Se ha podido constatar la similitud entre modelos por elementos finitos y ensayos reales. La abolladura del perfil de la columna y las fallas en soldaduras son los principales problemas que este tipo de conexiones presentan, sobre todo en zonas sísmicas, en donde se requiere que éstas tengan la suficiente capacidad estructural para soportar las cargas alternantes producidas por el fenómeno en sí.

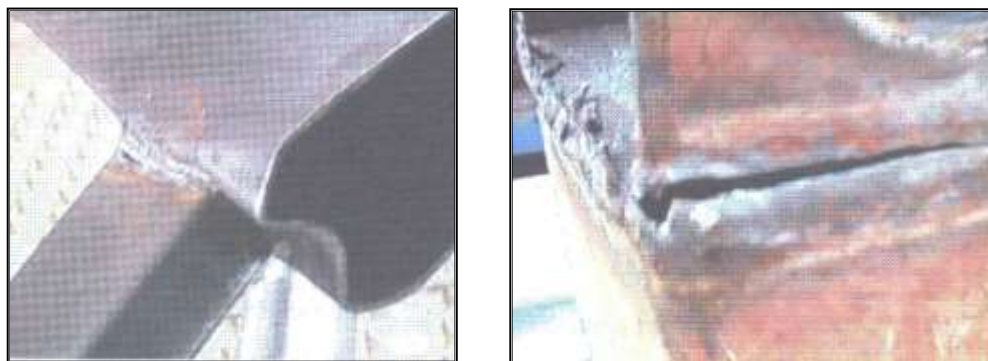


Foto No.2: Fallas en ensayos de conexiones directas entre STT.
Fuente: FERNÁNDEZ, I., CASTAÑEDA, J. (1999).

Un importante antecedente acerca de ensayos a perfiles tubulares fue el realizado por UGARTE, A., SARCOS, A. y FLORES, J. (2006) y publicado bajo el título

Comportamiento de Tubos Cuadrados a Flexión Monotónica. En ese trabajo se concluyó lo siguiente: “El tubo cuadrado de pared delgada cuando es sometido a flexión monotónica fuerte presenta un comportamiento inadecuado que limita su uso en zonas sísmicas de Venezuela o en diseño de estructuras sometidas a vientos fuertes o incluso cargas estáticas fuertes que no estén perfectamente establecidas, ya que éste no posee ductilidad y se podrían generar fallas frágiles de las estructuras diseñadas con estos elementos, sin embargo si se desea emplear este tipo de elementos en el diseño de estructuras de acero, se recomienda considerar una ductilidad de uno ($D = 1$).”

La especificación AISC 358-10, “*Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications*” (Conexiones precalificadas para Pórticos Especiales e Intermedios a Momento para Aplicaciones Sísmicas), material de consulta indispensable para el análisis y diseño de conexiones precalificadas (aquellas que han sido ensayadas y cuyo procedimiento de análisis es validado por resultados experimentales, resultando así apropiadas para ser empleadas en zonas con sismicidades medias a altas debido a su predecible y satisfactoria respuesta estructural), presenta muchos tipos de conexiones en acero estructural. Entre ellas, especialmente se indica una en la cual empleo de perfiles tubulares en columnas llama la atención. Es el Sistema ConXtech® ConXL™, ideal para edificaciones de 2 a 10 pisos de altura, y la cual presenta, uniones de vigas con las columnas soldando específicamente en las esquinas de los perfiles de dichas columnas, o zonas de mayor resistencia de este tipo de STT, y empleando elementos intermedios para la transferencia de tensiones. Éstas conexiones han sido ensayadas con amplitud, y actualmente se emplean en numerosas edificaciones para usos diversos, entre ellos, estacionamientos. El aspecto negativo, sobretodo para los Ingenieros Estructurales venezolanos, es que se incluye en una gama de conexiones precalificadas patentadas, las cuales no se encuentran disponibles en el país, por lo que su uso es sumamente restringido y costoso.



Foto No.3: Sistema ConXtech® ConXL™
Fuente: MURRAY, T. (2011).



Foto No.4: Preparación de una Conexión para Columna Tubular Circular y vigas IPE de acuerdo a CIDECT No.9

Fuente: Fotografía de LOGES, S. (2008).

2.3 Columnas STT Rellenas de Concreto

Un aspecto característico e indispensable en zonas sísmicas, es rellenar las columnas STT con concreto, lo cual retrasa la aparición de fallas locales por pandeo de la columna. Esta condición se encuentra contenida en las Normas actuales, entre ellas, AISC 341-10, guía complementaria de la AISC 360-10 y a la cual supera en exigencia de sus requerimientos. Es muy importante destacar, que el concreto que se vacía internamente en la STT, debe cumplir con ciertas especificaciones normativas, entre las cuales se encuentran las siguientes (CARRASCO, S. 2010):

- a) Para concretos con peso unitario normal (iguales a 2400 kgf/m^3), el valor de $f'c$ se encuentra entre 210 kgf/cm^2 y 700 kgf/cm^2 .
- b) Para concretos con pesos unitarios livianos (iguales o menores a 1840 kgf/m^3), el valor de $f'c$ se encuentra entre 210 kgf/cm^2 y 420 kgf/cm^2 .

El concreto interno de la STT le proporciona a la ahora sección mixta (concreto – acero) una importante ganancia de capacidad, por lo que su empleo resulta más adecuado en zonas sísmicas. Esto se puede evidenciar en las siguientes tablas, en donde las secciones se pueden incluir en las categorías de alta y media sismicidad, de acuerdo a las exigencias de AISC 341-10:

Tabla No.3: Relaciones de Esbeltez en STT Cuadradas Rellenas de Concreto.
Fuente: Elaboración Propia.

AISC 341-10 (Tabla D1.1)						
(Secciones Tubulares Cuadradas Rellenas de Concreto)						
SECCION	LADO (b) (mm)	Espesor Nominal (t) (mm)	Radio externo (mm)	b/t	λ_{hd} (Alta Sismicidad)	λ_{md} (Mediana Sismicidad)
60x60	60	2.25	6.75	20.67	34.22	55.24
70x70	70	2.25	6.75	25.11		
90x90	90	2.50	7.50	30.00		
100x100	100	3.00	9.00	27.33		
110x110	110	3.40	10.20	26.35		
120x120	120	4.00	12.00	24.00		
135x135	135	4.30	12.90	25.40		
155x155	155	4.50	13.50	28.44		
175x175	175	5.50	16.50	25.82		
200x200	200	5.50	16.50	30.36		
200x200	200	7.00	21.00	22.57		
220x220	220	7.00	21.00	25.43		
220x220	220	9.00	27.00	18.44		
260x260	260	9.00	27.00	22.89		
260x260	260	11.00	33.00	17.64		

Se aprecia que rellenas de concreto, todas las STT cuadradas son aptas para su uso en zonas con altas sismicidades. Para el caso de STT circulares rellenas de concreto, resulta lo siguiente:

Tabla No.4: Relaciones de Esbeltez en STT Circulares Rellenas de Concreto.
Fuente: Elaboración Propia.

AISC 341-10 (Tabla D1.1)					
(Secciones Tubulares Circulares Rellenas de Concreto)					
SECCION	Diámetro Externo (b) (mm)	Espesor Nominal (t) (mm)	b/t	λ_{hd} (Alta Sismicidad)	λ_{md} (Mediana Sismicidad)
3	76.20	2.25	33.87	45.41	89.62
3 1/2	88.90	2.25	39.51		
4 1/2	114.30	2.50	45.72		
5	127.00	3.00	42.33		
5 1/2	139.70	3.40	41.09		
6	152.40	4.00	38.10		
6 5/8	168.30	4.30	39.14		
7 5/8	193.70	4.50	43.04		
8 5/8	219.10	5.50	39.84		
9 5/8	244.50	5.50	44.45		
9 5/8	244.50	7.00	34.93		
10 3/4	273.10	7.00	39.01		
10 3/4	273.10	9.00	30.34		
12 3/4	323.85	9.00	35.98		
12 3/4	323.85	11.00	29.44		

Todas las STT circulares rellenas de concreto, salvo el perfil 4 ½”, cumplen con los lineamientos establecidos en AISC 341-10 para su uso en zonas con alta sismicidad. Sin embargo, especial cuidado debe tenerse con la sección 7 5/8”, cuyo límite de esbeltez se encuentra cerca del rango máximo para altas sismicidades.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente documento, se han explicado aspectos importantes que condicionan el uso de perfiles estructurales de acero con STT en zonas en donde los requerimientos sismorresistentes resultan importantes. Estos requerimientos se refieren no solamente al tipo de perfiles, sino también a la manera en la cual éstos se unen o conectan entre sí. Pese a que se plantearon exclusivamente cuatro consideraciones de análisis y detallado importantes, relacionados con el material, tipos de conexiones, esbelteces de los elementos constitutivos de las STT y relleno de columnas con concreto, son éstos, principalmente, los que no se están cuidando en las construcciones que emplean este tipo de perfiles. En general y con gran preocupación, se observan edificaciones construidas o en plena construcción con STT en Venezuela, las cuales pudieran presentar problemas de desempeño sobre todo por las conexiones entre sus vigas y columnas, la tipología de dichas conexiones (soldadura directa entre perfiles sin elementos intermedios) y ausencia de relleno de concreto en los STT de las columnas, (condición indispensable para asegurar el retraso de fallas prematuras por pandeo local de los elementos de la sección), con lo cual y basado en resultados experimentales varios, pudieran no estar cumpliendo con los requerimientos mínimos de capacidad y seguridad estructural necesarios en zonas de mediana y alta sismicidad. Es muy importante que el profesional responsable del análisis y detallado estructural tome en cuenta, adicionalmente, que las ductilidades de referencia propias de estructuras aperticadas e indicadas en las distintas Normas sísmicas, son un aspecto muy importante a considerar, y en algunas investigaciones se ha recomendado, incluso, utilizar ductilidades con valores unitarios, que esencialmente resaltan el bajo nivel de disipación de energía que las STT presentan ante acciones sísmicas.

4. REFERENCIAS

Andara, J. (2007). *Análisis de Tubos Cuadrados de Acero Sometidos a Flexo-Compresión Uniaxial con Carga Axial Variable*. Trabajo de Grado para optar al título de Magister Scientiarum en Ingeniería Estructural. Universidad del Zulia. Maracaibo. 139 págs.

ANSI / AISC 360-10, (2010). *Specification for Structural Steel Buildings*. Chicago, USA. 612 págs.

ANSI / AISC 358-10, (2010). *Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frame for Seismic Applications*. Chicago, USA. 178 págs.

ANSI / AISC 341-10, (2010). *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*. Chicago, USA. 402 págs.

ASTM A500/A500M-09. *Especificación Normalizada para Tubos Estructurales de Acero al Carbono Conformados en Frío, Electrosoldados y sin Costura, de forma Circular y no Circular.* (Versión en Español).

ASTM A572/A572M-07. *Especificación Normalizada para Acero Estructural de Alta Resistencia de Baja Aleación de Columbio-Vanadio.* (Versión en Español).

HERRERA, R. (2009). *Conexiones para Elementos Compuestos.* (s/i). 11 págs.

Carrasco, S. (2010). *Recomendaciones de Diseño de Columnas Compuestas de Acero – Hormigón Sometidas a Esfuerzos Básicos.* Trabajo Final de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 119 págs.

CIDECT No.9 (2005). *Design Guide for Structural Hollow Section Column Connections.* Colonia, Alemania. 213 págs.

COVENIN – MINDUR 1756-1:2001. *Edificaciones Sismorresistentes. Parte 1: Articulado.* Caracas. 89 págs.

Fernández, I. y CASTAÑEDA, J. (1999). *Evaluación de Uniones Viga – Columna Soldadas en Estructuras Tubulares Metálicas Aperticadas.* Trabajo Final de Grado para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Metropolitana. Caracas.

Garza, L. (2011). *Conexiones PRM Calificadas en Colombia.* Encuentro Internacional del Acero en Colombia (EAC).

Loges, S. (2016). *Dibujo y Detallado de Conexiones Soldadas y Empernadas. Coherencia del Análisis, Detallado y Construcción.* Taller de Diseño y Detallado de Conexiones, Pagmarketing Soluciones-SIVENSA. Caracas. 221 págs.

Murray, T. (2011). *Prequalification of Moment Connections.* Encuentro Internacional del Acero en Colombia (EAC).

Ugarte A., SARCOS A. y FLORES J. (2006). *Comportamiento de Tubos Cuadrados a Flexión Monotónica.* Boletín Técnico IMME v.44 n.2, pp. 01-20. Caracas.

Safina, S. y GONZALEZ, F. (2011). *Diseño de Estructuras de Acero con Perfiles Tubulares UNICON.* Caracas. 304 págs.

LA ALFABETIZACIÓN TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA UNA CIUDAD SUSTENTABLE

Lic. Argentina Morúa¹, Lic. Yelitza Mendoza²

¹ Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *moruat@gmail.com*

² Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *yelitza.mendoza@ucv.ve*, *yelimen@gmail.com*

RESUMEN

Objetivo: Conocer las bondades de la alfabetización tecnológica como herramienta para el desarrollo sustentable de ciudades.

Los vertiginosos avances en las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han puesto sobre el tapete la necesidad de incorporarse a esos cambios para que las interrelaciones sociales sean de forma rápida, efectiva y en tiempo real, lo que significa el aprendizaje y uso adecuado de todos los canales tecnológicos posibles, que permita a los individuos el acceso, producción y difusión de información, bien sea a pequeña o masiva escala.

El cúmulo de información que genera la dinámica de las ciudades y sus procesos urbanos ha generado que los ciudadanos tengan que adaptarse a diversos cambios, entre ellos el tecnológico estrechamente vinculado con lo social-comunicacional. Esta realidad ha incentivado interés y búsqueda de mecanismos de aprendizaje que permita la adquisición de competencias tecnológicas para hacer uso de estas vías de comunicación y estar al día con el acontecer de su entorno, local y global.

Una manera de satisfacer esa necesidad es procurar la alfabetización tecnológica como vía para contribuir a generar una cultura de producción, intercambio y socialización de información y saberes, en forma digital, que reduzca el consumo de materiales y recursos de nuestro ecosistema.

La investigación es de tipo descriptiva, la recolección de información se ha realizado a través de la observación directa de un caso puntual. Los resultados asoman la relevancia de la Alfabetización Tecnológica en procesos socio-comunicacionales para interrelacionarse como ciudadanos, ante los retos de sostenibilidad que presentan las ciudades.

Palabras clave: Alfabetización Tecnológica, ciudad sustentable, procesos urbanos socio-comunicacionales.

INTRODUCCIÓN

La organización de las XXXIV Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (FAU-UCV), estimula la oportunidad para conocer e intercambiar diversos referentes y estudios realizados sobre la vital importancia y el impacto de la relación del ser humano con su entorno natural, en cuyo marco interesa referir aquellas prácticas sociales que desde lo local alientan la cultura ciudadana para el desarrollo urbano sostenible, eje temático que se abre en estas Jornadas de Investigación IDEC 2016 denominado “Desarrollo Urbano, vulnerabilidad y Cultura”, en el cual se inserta la propuesta de la presente ponencia privilegiándose en la misma una mirada social.

De tal manera, el interés en esta exposición se centra en conocer las bondades de la alfabetización tecnológica como herramienta para el desarrollo sustentable de ciudades, en cuyo sentido se comparte en este evento apuntes y aproximaciones respecto de una experiencia puntual realizada en el marco de las acciones que se vienen gestando en el seno de la Red Comunidad-Universidad UCV.

Desde esta experiencia de trabajo comunitario universitario, se ha llevado a cabo un mutuo acercamiento con miras educativas, de intercambio de saberes y acopio de conocimientos en torno a posibles soluciones de problemáticas de la realidad en el ámbito urbano local, que engrana con aspectos de responsabilidad social y ecológica. Como estrategia para poner en marcha las acciones se inició un trabajo conjunto con estudiantes universitarios como posibilidad para la prestación del Servicio Comunitario. En este caso especifico cuenta con la participación organizada de las comunidades, el apoyo de la Escuela de Computación de la Facultad de Ciencias de la UCV, con la Red Comunidad-Universidad y con el espacio físico y aval que ofrece el Instituto de Urbanismo -FAU-UCV.

Se estructura este trabajo, poniendo en valor los siguientes tópicos: 1) Ciudades sustentables, las TIC y los procesos socio-comunicacionales. 2) El Servicio Comunitario desde la Red Comunidad-Universidad UCV: En busca de coordenadas para la sensibilización social y la conciencia ciudadana. 3) Estrategia metodológica como vía para conformar la experiencia de la Alfabetización Tecnológica desde el Servicio Comunitario. 4) El Servicio Comunitario y la Alfabetización Tecnológica del adulto mayor: Descripción, Resultados y Contribuciones 5) Consideraciones finales.

1. CIUDADES SUSTENTABLES, LAS TIC Y LOS PROCESOS SOCIO-COMUNICACIONALES

El tema de la sustentabilidad no es sólo una palabra para alertar a la población sobre las graves consecuencias que acarrea desestimar la importancia del cuidado ambiental ni para llamar la atención sobre los cambios que se deben efectuar para dar respuesta a las nuevas dinámicas de las ciudades. Con más fuerza cada día, la sustentabilidad se ha convertido en una acción en la cual deliberadamente apuestan sus seguidores en aras de convivir en armonía con el planeta, así como en equidad entre nosotros mismos. En el caso de algunas

ciudades se observa que el tema de la sustentabilidad se convierte en un eje transversal que busca engranar todos los ámbitos urbanos en términos del eficiente funcionamiento de la ciudad, vale decir, en lo económico, lo político, lo social, como estrategia para lograr el equilibrio con el ecosistema urbano, y con su fin último que es a favor de la *calidad de vida de las generaciones presentes, sin comprometer a las generaciones del futuro*, tal como por definición se conoce el *desarrollo sustentable* (cfr. Tetreault, 2004; Ramírez, Sánchez & García, 2003).

Así, que referirse al tema de “la ciudad” no es posible sin aludir a “la gente” y a su “hábitat”, en contrapeso con “la calidad de vida”, visto éstas como nociones básicas, intrínsecas en todo intento de comprensión de lo urbano como categoría social; nociones que a su vez pudieran contextualizarse para pensar el tema de las prácticas sociales cotidianas en el marco de la formulación de premisas y políticas urbanas para la consolidación de una ciudad sustentable.

Desde esta perspectiva se vislumbran pistas sobre un conjunto integrado de conceptos en los cuales media la diversidad de procesos y registros vivenciales y un mundo de significaciones que dan cuenta de la vitalidad que se proyecta sobre el entorno que se habita, como espacio tiempo de lo social. Interesa en particular referir aquellas prácticas sociales que desde un ámbito local pueda inducir en lo cotidiano una manera de sentir, pensar y hacer en la ciudad (cfr. Morúa, 2015), cónsona con la idea de construcción de una ciudad sustentable. Vale decir, interesa en esta ponencia describir aquellos procesos urbanos socio-comunicacionales, presentes en la implementación de acciones que alientan la adquisición de competencias para promover una cultura ciudadana que innove en destrezas relacionadas con las redes sociales, que explore en nuevas formas de comunicación y de interrelación social y que evidencie un comportamiento ciudadano incorporado en la dinámica y bondades de la informática, entre otras, la participación en comunidades virtuales y la conformación de redes para atender asuntos propios o colectivos.

Así, se subraya en esta exposición que lo social cobra relevancia como aspecto fundamental en la trayectoria alcanzada por las nuevas tecnologías de información y comunicación en tanto éstas van al ritmo de novedosos procesos interactivos, ya que facilita canales para satisfacer intereses socio-comunicacionales, así como el interés social en estar al día con el acontecer del entorno local y global. Esta es una dinámica que en fin de cuentas, presta atención a las interrelaciones sociales en su diversidad de manifestación es para que las mismas se realicen en forma rápida, efectiva y en tiempo real. La tendencia de las TIC vinculado a los procesos socio-comunicacionales cobran fuerza en la discusión sobre el tema urbano, tal como aquí se propone, en tanto que los avances tecnológicos se han convertido en

“...nuevas formas de comunicación e información tanto en las esferas públicas, como privadas, y deben ser integradas a los sistemas educativos como elección de recurso didáctico. Además de ser una vía por la que personas de cualquier nacionalidad, raza, religión, ideología política, etc., tienen acceso a la información con mayor facilidad, y pueden aprender a través de las TIC como medio de coordinación, y mejorar las experiencias de interacción para consolidar el aprendizaje.” (Carranza, 2007, S/P).

En este sentido, las TIC están estrechamente ligadas con el resultado de los cambios que a nivel tecnológico y comunicacional están teniendo las ciudades, siendo de utilidad urbana los avasallantes y globales avances en materia tecnológica, cuya correlación es vista por Finquelievich y Kisilevsky (cfr.2005), como una arista que merece especial atención pues ello redundaría en la generación de nuevos procesos sociales, producción de transformaciones culturales, construcción de nuevas visiones de mundo y conformación de nuevas relaciones económicas.

A este respecto, ha habido una constante actualización de los mecanismos de información y comunicación, no solo como parte del proceso mundial que existe, sino como parte del proceso que facilita estar comunicado y socializar con los otros. Lo atractivo de todas estas tecnologías es que “designan a la vez un conjunto de innovaciones tecnológicas y herramientas que permiten una redefinición radical del funcionamiento de la sociedad” (Carranza, 2007: S/P). Por tanto, los cambios producidos en las ciudades a nivel mundial, ha llevado a que las mismas se adapten a las nuevas dinámicas de comunicación e información tecnológica y situarlos al servicio de los cambios que se aspiran en los diversos aspectos que integran la ciudad.

De esa manera, la dinámica social se mueve al ritmo de la información y la comunicación, siendo éstos elementos clave para la transformación y funcionamiento de la urbe, a partir de quienes intervienen la ciudad desde sus diferentes e inherentes actuaciones: Estado, empresas y comunidades (cfr. Mendoza, 2015). Dentro de estos cambios, el desarrollo sustentable ha cobrado fuerza por la disminución de los recursos no renovables y por el impacto que el uso y abuso de dichos recursos ha causado en el planeta. Interesa vincular esos aspectos socio-comunicativos con su utilidad en procesos de aprendizaje y manejo de herramientas que incentiven y contribuyan con una cultura de cuidado del ambiente en procura de una calidad de vida, desde el entorno local, compartiendo aquí una ventana de reflexión sobre el tema, a partir de experiencias puntuales como la señalada. Asumiendo que “Lo global y lo local son complementarios, creadores de sinergia social y económica...” (Borja y Castells, 1996:10).

8. EL SERVICIO COMUNITARIO DESDE LA RED COMUNIDAD-UNIVERSIDAD UCV: EN BUSCA DE COORDENADAS PARA LA SENSIBILIZACIÓN SOCIAL Y CONCIENCIA CIUDADANA

En el caso especificado, se destaca que la actividad llevada a cabo mediante el Servicio Comunitario, es un requisito académico a cumplir por los estudiantes en formación (pregrado), que en el caso venezolano queda estipulado en la *Ley de Servicio Comunitario del estudiante de Educación Superior*, basados en “...principios constitucionales de solidaridad, responsabilidad social, igualdad, cooperación, corresponsabilidad, participación ciudadana, asistencia humanitaria y alteridad” (Art. 2). Asimismo, contempla dicha Ley que con el Servicio Comunitario se evidencia la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación, destinados al beneficio de comunidades como acto de reciprocidad con la sociedad (Cf. Art. 4 y 7). Con respecto a los proyectos en los que debe participar el estudiante, según la Ley se contemplan que los mismos “...deberán ser

elaborados respondiendo a las necesidades de las comunidades, ofreciendo soluciones de manera metodológica, tomando en consideración los planes de desarrollo municipal, estatal y nacional” (Art. 21).

Sobre esta práctica social-académica-institucional, se han encontrado referentes sin fronteras, siendo su común denominador la búsqueda de solidaridad, compromiso y sensibilidad social para profundizar y ampliar capacidades profesionales desde las vivencias y aprendizajes al servicio de necesidades del entorno. En algunos países es conocida como *aprendizaje servicio*. En la Universidad de Sevilla, éste se concibe como una forma de aprendizaje activo, en el marco del currículum, en la idea que los estudiantes aprendan y maduren mediante experiencias de servicio organizadas que les permitan adquirir conocimientos y responder a necesidades sociales (cfr. Rodríguez, Ordoñez, 2015). En Costa Rica, en la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, se denomina como *aprendizaje en servicio* y es definida como una metodología educativa integrada al currículum académico, para aprender desde la práctica no solo en beneficio propio, sino en servicio de otros, mediante la participación en proyectos socialmente útiles (cfr. ULACIT). En la experiencia en Argentina, se indica que mediante el aprendizaje-servicio se promueve una educación para la ciudadanía basada en la práctica participativa y el aporte solidario al desarrollo local, concebido como eje transversal a la educación formal incluso desde la educación inicial (cfr. González, Giorgetti - Comp.). Con estas referencias de casos semejantes al servicio comunitario, se enfatiza un enfoque sobre diversas prácticas sociales, que se muestran bajo enfoques educativos como coordinadas para estimular la sensibilización social y la conciencia ciudadana, según los criterios del caso que describimos.

Resaltamos el potencial de la *educación ciudadana* como un eje fundamental que conjuga dichas prácticas sociales urbanas, a través de la cual se puede incentivar la participación ciudadana para el compromiso con nuestro entorno natural habitado, tal como se refiere en la experiencia urbana de Mockus (cfr. 2002, 2010) sobre la función educativa en el logro espacios para el desarrollo de la ciudadanía. Previendo que las acciones para la educación ciudadana son parte del ejercicio de responsabilidad social que debe ponerse en marcha desde las diversas instituciones existentes en el ámbito urbano, para orientar y afianzar la convivencia y sus procesos socio comunicacionales.

En este marco de acciones se ha tenido la inquietud permanente de indagar sobre el tema urbano, abordando el espacio público desde su relevancia local, como modo de incidir en las transformaciones del hábitat; apostando que más allá de lo teórico-conceptual sobre aspectos urbanos, del diseño de políticas globales y de elaboración de estrategias de acción mundial, pudiera conjugarse otras acciones de gestión, participación local y educación ciudadana, concebidas como prácticas sociales urbanas que integran una perspectiva socio-cultural, que pudiera aportar al desarrollo sustentable de la ciudad. Algunas acciones se materializan en el seno de la Red Comunidad – Universidad UCV, como una propuesta urbana local, en los cuales se participa con la comunidad organizada de la Parroquia San Pedro del Municipio Bolivariano Libertador – Distrito Capital (Morúa, Mendoza, 2009).

9. ESTRATEGIA METODOLÓGICA COMO VÍA PARA CONFORMAR LA EXPERIENCIA DE ALFABETIZACIÓN TECNOLÓGICA DESDE EL SERVICIO COMUNITARIO

Uno de los fines del Taller de Alfabetización Tecnológica para adulto mayor es estimular el uso de la información y el desarrollo del conocimiento, utilizando una estrategia: la implementación de un *Servicio de Información basado en Conocimiento* (cfr. Moros: 2003), producido a partir de procesos comunitarios-universitarios, con el objeto de respaldar su generación, sistematización, intercambio, transferencia, difusión y preservación del conocimiento. La perspectiva metodológica que se plantea en este sentido es cualitativa y la investigación es de tipo descriptiva, lo cual permite aproximarse al tema de estudio desde una realidad concreta (cfr. Hurtado y Toro: 2007). Para ello se enfoca un caso puntual, visualizando el Taller de Alfabetización Tecnológica para adulto mayor de la Parroquia San Pedro, el cual constituye un proyecto avalado por la Red Comunidad-Universidad del Instituto de Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UCV. Para la recopilación de información se emplean diversas herramientas como la observación directa y las encuestas, a fin de conocer en detalle las estrategias para el aprendizaje y los conocimientos impartidos en el Taller, desde las percepciones de los facilitadores (estudiantes) y participantes (comunidad).

Esta experiencia educativa que se da a través del Taller de Alfabetización Tecnológica conformado a partir del enlace con los prestadores del servicio comunitario, se orienta bajo criterios de aprender – haciendo, en donde quienes participan –estudiantes y comunidad– están dispuestos a aprender unos de otros. Así, se ajustan estrategias para facilitar los conocimientos de su formación profesional según el sondeo de necesidades. Para asimilar las competencias tecnológicas, hacer uso de éstas y otras vías de comunicación, para acceder, procesar y comunicar información sobre las problemáticas y alternativas de solución en su entorno, y que ayude a estar al día con el acontecer de su hábitat, local y global, en términos de reducir el consumo de materiales y recursos de nuestro ecosistema. Existe asimismo, la disposición de ser todos aprendices y beneficiarios del propio proceso educativo en el que están inmersos, como acción que se intenta *dar-recibir*, pues dicho proceso retroactúa en la sensibilización y conciencia social con el entorno.

Este Taller se ha convertido en un proyecto sólido, el cual tiene respaldo en los fundamentos del Plan Nacional de Alfabetización Tecnológica (PNAT) diseñado por la Fundación Infocentro (2008), el cual es relevante para el acceso y la apropiación del conocimiento y uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) por parte de las comunidades como sujetos sociales clave en el proceso de planificación participativa en el ámbito local. Este PNAT fue suscrito por la Escuela de Computación de la Facultad de Ciencias UCV, en calidad de proyecto para ofrecerlo como servicio comunitario a los estudiantes de esa carrera, mediante talleres dirigidos a las comunidades que así lo requirieran. Esta figura sirvió de enlace para la implementación del mismo a través de la Red Comunidad Universidad. Por otro lado, también se avala la puesta en marcha de este Taller, considerando los criterios de la UNESCO (2008) que al respecto de la Alfabetización Tecnológica señala que contiene propósitos educativos inaplazables y conforma un requisito

para el desempeño en la vida social y productiva, pues incentiva que individuos y grupos estén en capacidad de comprender, evaluar, usar y transformar objetos, procesos y sistemas tecnológicos.

10. EL SERVICIO COMUNITARIO Y LA ALFABETIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL ADULTO MAYOR: DESCRIPCIÓN, RESULTADOS Y CONTRIBUCIONES.

El Servicio Comunitario como actividad obligatoria a desarrollar por estudiantes en formación profesional, ha permitido que éstos retribuyan a la sociedad los conocimientos adquiridos durante su carrera. Ello se articula en un proyecto de facilitar/adquirir competencias tecnológicas formalizado a través del Taller de Alfabetización Tecnológica. Siendo una mutua necesidad desde las propias comunidades y desde los estudiantes. En este sentido, respondiendo y evaluando sus fortalezas y debilidades, se dibujan las primeras ideas de lo que es hoy un proyecto consolidado que otorga beneficio a muchas comunidades.

Las personas que se benefician con estos talleres son adultos mayores pertenecientes a la Parroquia San Pedro, y que más tarde se amplió a las comunidades del Área Metropolitana de Caracas; éste se inicia en el año 2009 en el denominado Centro de Gestión Parroquial, ubicado en las instalaciones del Liceo Ramón Pompilio Oropeza en la Urbanización Valle Abajo del Municipio Bolivariano Libertador, en un local recién dotado de una sala de computación. No obstante, en ese mismo año cambia de sede a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UCV, ante la petición de la comunidad para la continuidad del Taller.

Dentro de la programación del Taller se estima conocer las necesidades propias de la comunidad, en el desempeño en su entorno familiar, personal y laboral, y sobre todo en el quehacer comunitario. Por ejemplo, aprender a escanear, a llenar formularios vía internet, elaborar presentaciones de proyectos comunitarios, entre otros, por lo que el programa contempla procesamiento de datos empleando el paquete office y las redes sociales: correo electrónico, Facebook, Skype principalmente. El taller opera desde los siguientes módulos: I. Introducción a la Computadora, II. Microsoft Word, III. Microsoft Excel, IV. Microsoft Power Point, V. Internet y VI. Redes Sociales y Correo electrónico; los primeros módulos están dirigidos a aquellas personas que nunca han tocado una computadora, es decir, parten desde encender el equipo.

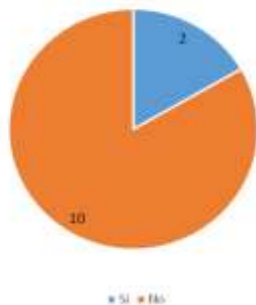
De los resultados de esta experiencia, se puede señalar que la población adulto mayor ha adquirido conocimientos y destrezas en el manejo de la tecnologías de información y comunicación como herramienta, que les ha permitido apropiarse de un conocimiento que consideraban de uso exclusivo de jóvenes, quedando manifiesta la percepción de sentirse incluidos en su período etario. En estos niveles la comunidad (participantes) trabajan de forma teórico - práctica lo que garantiza ejercitar y así afianzar los conocimientos adquiridos. Sobresale el interés y compromiso de los facilitadores más allá de la exigencia que establece la Ley de prestación del Servicio comunitario. Igualmente, se establece una retroalimentación entre participantes y facilitadores, lo que demuestra que no sólo es enseñar los conocimientos adquiridos en su formación profesional como parte de su

retribución social, sino que representa un aprendizaje en relación con principios como la solidaridad, el respeto, la ética y el compromiso, amén de aprender estrategias y desarrollo de herramientas didácticas, que le permitan comunicar y facilitar sus conocimientos profesionales, en forma efectiva.

Los resultados obtenidos a través de la observación directa y las encuestas aplicadas a los doce participantes arrojaron que la edad de la población beneficiada oscilaba entre los 50 y 70 años y su distribución por sexo siempre ha sido mayor la presencia de mujeres. Fue relevante saber el número de personas con experiencias previa en el manejo de computadores, procesador de datos y/o redes sociales, encontrando que la mayoría no poseía formación ni experiencia en manejo de computadoras. Se preguntó a los participantes si tenían computador, encontrando que la mayoría no dispone de este equipo; con esta información los facilitadores reforzaron y afianzaron las prácticas presenciales y tutoriales de vídeo (ver Gráficos N° 1 y 2). Igualmente, para saber si el programa de alfabetización tecnológica para adulto mayor está cumpliendo con su objetivo de educar a esta población, se procedió a indagar si para los participantes lo aprendido ha sido de utilidad en los diferentes ámbitos donde se desenvuelven como parte de su dinámica diaria. Las respuestas apuntan un 100% de utilidad, destacando algunos participantes que obtener estos conocimientos ha contribuido a su desarrollo personal, y trabajo comunitario, debido a que pueden manejarse entre los trámites que algunas actividades conllevan e incluso les ha permitido mejorar la comunicación con algunos familiares que se encuentran en el interior o exterior del país (ver Gráfico N° 3).

Gráfico N° 1. Experiencia previa de los participantes sobre computación

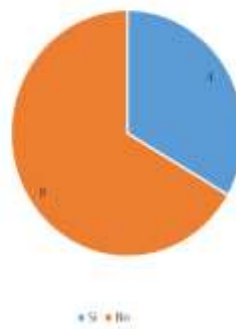
Gráfico N° 1. Experiencia previa de los participantes sobre computación



Fuente: López Jebialje. (2014).

Gráfico N° 2. Posee computador

Gráfico N° 2. Posee computador

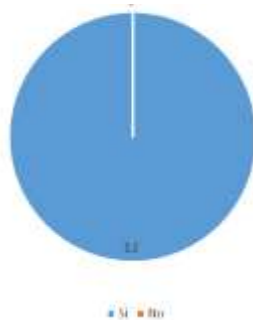


Fuente: López Jebialje. (2014).

En el programa de Alfabetización es trascendental conocer la opinión de los participantes con respecto al desempeño de los facilitadores del curso, ya que esa retroalimentación permitirá mejorar los aspectos metodológicos, didácticos y actitudinales de los estudiantes que prestan servicio comunitario a través de este proyecto. En este sentido, los participantes consideran que el desempeño de los facilitadores ha sido excelente y bueno en su mayoría, destacando en este caso el espíritu y la voluntad de enseñar de algunos estudiantes, superando así las expectativas de los participantes y coordinadores del servicio. No

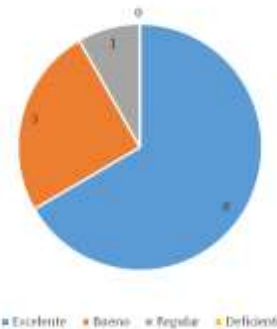
obstante, existe un porcentaje de estudiantes que es calificado como deficiente, algunos de ellos terminan cambiando de proyecto de servicio comunitario. (ver Gráfico N° 4)

Gráfico N° 3. Consideración por parte de los participantes que lo aprendido ha sido útil



Fuente: López Jebialje. (2014).

Gráfico N° 4. Calificación de la prestación del Servicio Comunitario



Fuente: López Jebialje. (2014).

Al finalizar las etapas, se entrega diplomas de aprobación para los participantes y certificación para los facilitadores, a fin de incentivar su continuidad en este tipo de experiencias. (ver fotos N° 1 y 2)



Foto N° 1 y 2: Facilitadores y Participante, recibiendo diploma Fuente: A. Morúa. Abril 2014.

11. CONSIDERACIONES FINALES

La experiencia se ha mantenido desde sus inicios en 2009 y en la actualidad continúa la capacitación a adultos mayores en el área de comunicación y nuevas tecnologías. Sin embargo, ampliando su radio de acción, se ha permitido ofrecer estos talleres a jóvenes y adultos contemporáneos, siendo aún mayoritario la presencia de personas de la tercera edad.

Se impulsa por medio del trabajo conjunto un espacio para la producción e integración de saberes comunitarios, técnicos y académicos, articulando con miembros de otras instancias universitarias, estudiantes de Servicio Comunitario/pasantías, logrando contribuir con los principios de solidaridad, respeto, ética, alteridad y compromiso y responsabilidad social. De esta manera, la búsqueda de la conciencia social y la ética se toman de la mano para contribuir con la formación de los futuros profesionales, que a través del proceso educativo ponen en práctica los conocimientos adquiridos, complementado así su formación a través de la experiencia junto a las comunidades, lo que constituye una alianza estratégica donde se logra el encuentro de saberes: comunitarios y académicos.

Para los estudiantes que se desempeñan como facilitadores ha sido una experiencia de vida, que ha contribuido con su crecimiento personal y profesional. Actualmente, no solo imparten la docencia sobre el tema, sino que participan en conjunto con la Red Comunidad-Universidad, en la creación de un Sistema que permita la sistematización de las experiencias, con la creación de un sistema automatizado para la gestión de datos, sobre las actividades propias del servicio para todos los participantes de este proceso educativo. La gestión del conocimiento y las nuevas tecnologías de la información convergen aquí para contribuir con el desarrollo sustentable de nuestra ciudad, a la vez que contribuyen holísticamente con la formación, la equidad y el respeto hacia nuestros pares y el ecosistema.

Esta experiencia ha contribuido con los objetivos propuestos en la concreción del Plan Nacional de Alfabetización Tecnológica que implementó el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de los Infocentros y suscritos a su vez dentro de los objetivos del Milenio como parte de las iniciativas que contribuyen con la inclusión social en lo tecnológico, vivir en armonía con el planeta y estar en vigencia con las nuevas tecnologías de información y comunicación.

12. AGRADECIMIENTOS

A los facilitadores y a los participantes, quienes con su presencia, dedicación y constancia hacen posible que estas actividades contribuyan en el desarrollo de los futuros profesionales en la Lic. en Computación, siempre de la mano con las comunidades y de cara a la calle brindando lo mejor de sí. A la Red Comunidad – Universidad por estar día a día trabajando en pro de buscar soluciones a las situaciones problemas que presenta la Parroquia San Pedro y las comunidades vecinas. A la Escuela de Computación de la Facultad de Ciencia de la UCV por brindar la oportunidad de desarrollar este proyecto en conjunto. Al Instituto de Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UCV, por creer en las acciones propuestas y brindar el espacio para que los adultos mayores se eduquen en el tema tecnológico.

13. REFERENCIAS

Borja, J. Y Castells, M.(1996). *Local y Global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Estambul. United Nation Center for human settlements. Habitat II.

Fleitas, J. (2005). *Hábitat Comunitario*(Informe de Pasantías). Red Comunidad Universidad – Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva FAU-UCV Archivos IU-FAU-UCV. Caracas.

Hurtado, Iván y Toro, Josefina. (2007). *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambios. (Modelos de conocimiento que rigen los procesos de investigación y los métodos científicos expuestos desde la perspectiva de las Ciencias Sociales)*. Editorial CEC, SA. Los libros de El Nacional. Caracas, Venezuela.

Latina. EGAL. Del 3 al 7 de abril 2009, Universidad de La República, Montevideo – Uruguay.

López J. (2014). *Taller de Alfabetización Tecnológica. Red Comunidad-Universidad UCV. (Informe Final de Servicio Comunitario)* Escuela de Computación, Facultad de Ciencias de la UCV. Archivos IU-FAU-UCV. Caracas.

Mendoza, Y. (2015). Servicio Comunitario: un espacio para la alfabetización tecnológica del adulto mayor. Presentado en el 4° Congreso Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. Poster. Círculo Militar, 4 al 6 de Noviembre - Caracas.

Morúa, A. (2015). Espacio público local y saberes: Anotaciones para pensar en la dialógica urbana. Presentado en el 4° Congreso Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. Poster. 04 al 06 de Noviembre. Círculo Militar Caracas.

Morúa, A, Mendoza, Y (2009). Dinámica de una práctica comunitaria en el rescate de espacios públicos. Ponencia N° 5664 presentada en 12° Encuentro de Geógrafos de América

Moros R., A. (2003). *Evolución del concepto de conocimiento desde la pirámide informacional: Propuesta de Servicio de Gestión del conocimiento científico para las instituciones de Educación Superior. (Tesis Doctoral)* Universidad Carlos III, de Madrid. Getafe-Madrid. Disponible en Centro de Información y Documentación “Willy Ossott” – FAU- UCV. Caracas.

Morúa, A. (2015). *Prácticas Sociales e intercambio de saberes. Incidencias en la transformación del espacio público local. Caso: Red Comunidad-Universidad. Parroquia San Pedro Municipio Bolivariano Libertador, Distrito Capital. (Proyecto de Tesis Doctoral)*. Presentado y aprobado el 03-07-15. Instituto de Urbanismo - FAU-UCV. Caracas.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2005). “*Ley de Servicio Comunitario*”. Publicada en Gaceta N° 38.272 de fecha 14 de septiembre de 2005 República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación. Fundación Infocentro. Plan Nacional de Alfabetización y Tecnología (2008). Disponible en <http://www.cnti.gob.ve/>. Consulta 15-03-16

En línea:

Carranza, M. (2007). *Las TIC, Sustentabilidad y Educación Ambiental. Razón y Palabra*, Volumen. 12 (número 58). S/P. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520717010>. Consulta 01-03-16.

Finquelievich, S. y Kisilevsky, G. (2005). *La sociedad civil en la era digital: Organizaciones comunitarias y redes sociales sustentadas por TIC en Argentina*. Documento de Trabajo N° 41 del Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. <http://webiigg.sociales.uba.ar/iigg/textos/documentos/dt41.pdf>. Consulta 06-05-16

GonzálezA., GiorgettiD. Compiladores (2008). *Educación Solidaria Itinerario y herramientas para desarrollar un proyecto de aprendizaje-servicio*. República de Argentina. Ministerio de Educación Presidencia de la Nación. Programa Nacional de Educación Solidaria Unidad de Programas Especiales. Disponible en <http://repositorio.educacion.gov.ar/dspace/bitstream/handle/123456789/94405/EL002874.pdf?sequence=1> . Consulta 2013

Mockus, A. (2002). *Convivencia como armonización de ley, moral y cultura*. Disponible en Revista Perspectivas vol.XXXII, n° 1, marzo 2002 La educación para aprender a vivir juntos. http://grupocisalva.univalle.edu.co/BPR2/esp/Descargas/Memorias/6_Mesa_sobre_convivencia_y_encuestas_Abr_2010/Convivencia_Mockus.pdf%20 Consulta abril 2014.

_____.(2010). Entrevista a AntanaMockus. Disponible en www.ciudadposible.com/2010/05/antanas-mockus-sobre-el-espacio-publico.html. Consulta Agosto 2010.

Ramírez, A., Sánchez, J. & García, A. (2003). *El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis*. Publicado en la Revista del Centro de Investigación de la Universidad de La Salle, México. Vol. 6 N° 21 Disponible en <http://200.10.243.34/ojs/index.php/rci/article/view/299/761>

Rodríguez, M., Ordoñez, R. (2015). *Una experiencia de aprendizaje servicio en comunidades de aprendizaje*. Publicado en Profesorado, Revista de Curriculum y formación del profesorado. Universidad de Sevilla. VOL. 19, N° 1 Enero-Abril 2015. Disponible en <http://www.ugr.es/~recfpro/rev191ART14.pdf> . Consulta Marzo 2015.

Tetreault, D. (2004). *Una taxonomía de modelos de desarrollo sustentable*. Universidad de Guadalajara. Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco. Revista Espiral. Estudios sobre Estado y Sociedad. Vol 10 N° 29. Enero – Abril 2004 Disponible en <http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/EEES/article/view/1271/1149> . Consulta Enero 2010

ULACIT. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología de Costa Rica. Página Oficial disponible en <http://www.ulacit.ac.cr/aprendizaje> . Consultado 21-02-16

UNESCO. (2008). *Estándares de competencias en TIC para docentes*. Disponible http://portal.unesco.org/es/ev.phpURL_ID=41553&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201. Html, <http://cst.unesco-ci.org/sites/projects/cst/default.aspx>. Consulta Julio 2009.

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Escuela de Computación. Proyecto de Servicio Comunitario de Alfabetización Tecnológica. Disponible http://www.ciens.ucv.ve/ciens/servicio_comunitario/ProyectosServicioComunitario/AlfabetizacionTecnologicaEleonora.pdf.

LA ACERA: ¿MEDIO DE MOVILIDAD?

MSc. Arq. Nathalie Naranjo de Moro¹

¹ Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela *naranjob@gmail.com*

RESUMEN

Bajo la óptica de la movilidad sostenible, pensando en proyectos realizados sobre los preceptos de sostenibilidad y accesibilidad universal, los trayectos de viajes cortos tendrían que ser realizados en modos no motorizados en aceras que deberían estar interconectadas, resultar interesantes, atractivas y lógicamente seguras para los peatones y los ciclistas. Cuando se realiza un recorrido por las calzadas de las ciudades venezolanas surge la interrogante si la acera se ha transformado en una simple conexión entre lo privado y lo público y a los efectos de movilidad en una mera transición entre el vehículo automotor y la edificación.

El objetivo del trabajo es mostrar, cualitativamente, el nivel de acondicionamiento para realizar trayectos a pie que presentan las aceras en diferentes tipologías de sectores urbanizados en Caracas, esto incluiría desde áreas residenciales de baja densidad, sectores mixtos (residenciales, comerciales y oficinas) y sectores con actividades empleadoras únicamente.

La metodología utilizada ha sido con base en la observación y medición de ciertos elementos descritos en el texto, la cualificación de las aceras para los adecuados y seguros trayectos a pie. En esta primera etapa se presentan los resultados de los sectores residenciales de diferentes densidades y años de desarrollo en el Municipio Baruta, donde se evidencia la carencia en la mayoría de los mismos de condiciones seguras para el peatón y donde se estima que el estado de las aceras lejos de incentivar los trayectos en modos no motorizados, son la causa para elevar los viajes en automóviles e incluso en motocicletas.

Palabras clave: Movilidad sostenible, accesibilidad, peatón, acera,

INTRODUCCIÓN

La información contenida en esta ponencia está referida a una ramificación de una investigación mayor, que se ha venido desarrollando desde el 2012 referida a la accesibilidad peatonal al transporte público.

Se inició la investigación sobre la accesibilidad peatonal al transporte público con la definición de aspectos conceptuales y operacionales de la accesibilidad los cuales ya han sido publicados en diferentes eventos científicos y académicos. El tema principal se ha enmarcado dentro de la movilidad sostenible, ya que la reducción de contaminación y congestión de las ciudades pasa por la utilización de modos de transporte más amigables

con el medio ambiente y más eficientes con el espacio urbano, donde el transporte público y modos no motorizados deben cobrar protagonismo.

En trabajos anteriores se ha puntualizado la estrecha relación entre el transporte público y la accesibilidad peatonal, mientras mejor sea esta mayor será el uso del primero. Lo cual se ha estudiado tanto en tejidos urbanos planificados como aquellos denominados autoproducidos; en ambos está muy claro qué debe hacerse para mejorar las sendas peatonales tanto para hacer viajes cortos a pie como para trayectos parte de viajes en transporte público lo que varía en ambos tejidos son las formas de acometer las obras necesarias.

También dentro de la realización de la investigación se ha ido abordando como es la relación entre modos de transporte específicos y el acceso a sus usuarios, estableciendo para todos los casos aspectos geográficos, físicos y temporales, llegando incluso a un elemento muy importante que es la seguridad vial. Una vez avanzado en los diversos temas citados anteriormente surge la inquietud sobre el medio físico por el cual discurre esa conexión peatón realizando los viajes requeridos a sus puntos de destino, o esa transformación entre ser peatón y usuario del transporte público y es cuando nace la interrogante ¿es la acera un medio de movilidad? Y se hace esta interrogante a raíz de los resultados de los trabajos anteriores donde el aspecto físico siempre sale con una calificación negativa. Como en los casos anteriores en los tejidos urbanos planificados se ha escogido al municipio Baruta del estado Miranda como base de estudio.

La investigación sigue enmarcada dentro una del tipo cualitativa descriptiva. La metodología utilizada fue a partir de la observación y con base a algunos criterios establecidos a través de la investigación bibliográfica cualificar las aceras en virtud de si pueden ser consideradas como medios de movilidad, en principio para viajes cortos y trayectos de conexión con el transporte público. Esta tarea se realizó para las áreas o sectores netamente residenciales del Municipio Baruta, para lo cual se mantuvo la división territorial, en sectores funcionales, que se ha venido manejando en diversos trabajos, a la cual se hará referencia igualmente en la sección del estudio de casos.

1. ACERA

“Si el mundo se redujera a un triángulo rectángulo, los peatones harían suya la hipotenusa.” Rodrigo Díaz, blogger de Ciudadpedestre.wordpress.com

13.1 Significado

El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRAE) en su versión digital define a la acera como: “Orilla de la calle o de otra vía pública, por lo general ligeramente elevada y enlosada, situada junto a las fachadas de las casas y particularmente reservada al tránsito de peatones”. A lo largo del texto se utilizará andén como sinónimo de acera, en virtud que en referencias bibliográficas citadas es la palabra utilizada.

De ese concepto llaman la atención orilla de la calle, ligeramente elevada, junto a las casas y reservada al tránsito de peatones. Lo primero que se resalta es orilla de la calle y junto a las casas, pareciera querer decir que no es el espacio del vehículo (calle) de lo público y tampoco lo es de las casas, de lo privado. Lo segundo que destaca es que lo de ligeramente elevada, lo que podría pensarse que como un tipo de forma de diferenciación del resto de los elementos de la sección transversal de la vía. Pero lo que más se destaca es que es para los peatones por lo cual debe estar adaptada a las necesidades de los peatones considerando sus características y circunstancias.

El Manual de Diseño de la Infraestructura Vial Urbana (Jerez, S, Torres, L. 2010), define la acera como aquel espacio longitudinal elevado o no de las calles, caminos o carreteras, que siendo parte del espacio público está destinada para el flujo y permanencia temporal del peatón y cuyas características dependerán del uso y ubicación de la misma. Este concepto mucho más amplio incorporara la variable uso como elemento que define a la acera: una ubicada en un área residencial de baja densidad no debiera ser igual a de una zona comercial por citar usos del suelo diferente, sin embargo en todos los casos deberá contar con un diseño y construcción que permita una independencia del viaje del peatón que la transite y que el mismo sea seguro, confiable y agradable.

De este último concepto se rescatan un primer elemento que la acera es un espacio con tres características que es público, más adelante se hablará que no es tan obvio que sea público; que puede ser elevado o no que es tanto para el flujo como para la permanencia del peatón.

En la Guía Práctica del Movilidad Peatonal Urbana (Instituto de Desarrollo Urbano, Alcaldía de Bogotá, 2008), define la acera como el espacio o área ubicado en el lateral de una vía, el cual está destinado a la permanencia y al tránsito exclusivo de peatones. Concepto que concuerda que el espacio es para el uso de la circulación y la permanencia del peatón, otorgando intrínsecamente condición de espacio público de convivencia, intercambio e interacción social.

En el manifiesto la Acera es peatonal (2013) diversas organizaciones y asociaciones civiles españolas firmantes expresan que:

“Las aceras de nuestras calles son espacios públicos esenciales para la vida urbana. Son lugares en los que nos comunicamos, conversamos, intercambiamos, jugamos, corremos, caminamos o, simplemente, estamos de pie o sentados.

Las aceras no son canales de circulación de vehículos. El tránsito de vehículos rompe la complejidad y el carácter que tienen, es decir, la forma en la que estamos y nos comportamos en ellas.”

Este concepto sigue reforzando la idea de la acera como espacio público, importante para el desarrollo de la vida urbana e introduce un elemento muy importante, cómo el vehículo ha venido a cambiar la percepción, características y uso que los peatones tienen de la acera. Como bien lo señala el alcalde de Bogotá que tanto ha abogado por el espacio público,

Enrique Peñalosa (2008): “Las aceras no son simplemente para pasar, para ir de un lado a otro; son para disfrutar de la ciudad, conversar, mirar. Quedan junto a las calles pero no son parientes de éstas. Lo son más bien de las plazas y de los parques Si la ciudad es un gran lugar de encuentro ciudadano, esto acontece antes que nada en su espacio público peatonal; los demás son espacios privados o vehiculares.”

Lo anterior queda recogido en la definición que la Cartilla de Andenes (Alcaldía Bogotá, 2007): “Los andenes forman parte del sistema de espacio público construido y constituyen el conjunto de espacios de uso público destinados al tránsito y permanencia de peatones. Son paralelos a las calzadas vehiculares, forman parte integral del perfil vial y se articulan funcionalmente con otros elementos del espacio público construido, con los elementos de la estructura ecológica principal, la red de ciclorrutas y los pasos y enlaces peatonales.” La importancia de este concepto es que muestra que las aceras son una parte de un sistema de una red que tiene al peatón y a los modos no motorizados como sujetos principales.

A lo largo de las definiciones presentadas se ha hecho énfasis en que la acera es un espacio público, que es para los peatones pero hay que reafirmar que aunque es parte del perfil urbano y de la sección transversal de la vía en general no es parte del espacio del vehículo sino todo lo contrario que debe estar resguardada de éste tal y como es expresado en la Cartilla de Andenes (Op Cit): “ ...Localizada entre la calzada vehicular y el paramento de los predios adyacentes; Normalmente se encuentra a un nivel más alto que la calzada vehicular, para protección del peatón, y separado de esta por el sardinel. Puede estar constituido por una franja de servidumbre de vía, una franja ambiental, una franja de circulación peatonal, una franja de ajuste a predios y eventualmente una ciclo-ruta

A partir de los elementos que se consideran más importantes de las definiciones reseñadas abordaremos de ahora en adelante la acera como el área que formando parte de la sección transversal de cualquier vía está destinada a la exclusiva, segura, cómoda y agradable permanencia y circulación de peatones, cualquiera sea su condición, encontrándose segregada de forma alguna del tránsito de otros modos de transporte pero constituyendo pieza integral de la red de espacios públicos.

13.2 Acera: espacio público no público.

La definición de acera o andén implica asumir que la prioridad de paso es del peatón, es asumir que el mayor espacio en la ciudad debe ser para la circulación a pie y en modos no motorizados tal y como es planteado en la pirámide la movilidad sostenible. Sin embargo, la realidad que enfrentan los peatones es totalmente diferente. Bien lo expresa (Díaz R, 2013) ser peatón en la actualidad significa reverencias a los conductores, cruces corriendo al compás de los bocinazos o las largas esperas agazapado en una esquina esperando por un poco de conmisericordia por parte del todopoderoso automovilista.

Y adicionalmente ser peatón significa sortear una serie de obstáculos a lo largo de las sendas que van desde mobiliario urbano mal ubicado, pasando por infraestructura mal mantenida hasta la privatización de la acera, esto último en favor del vehículo particular. En párrafos precedentes se mencionaba que aunque la definición de acera implica espacio

público la realidad muestra que las aceras en muchas de las ciudades venezolanas y latinoamericanas, si en algún momento fueron diseñadas para los peatones, se rindieron a la supremacía del automóvil. Cuando se señala la privatización de la acera en favor del vehículo se hace referencia a no solo que este último utilice el andén como estacionamiento, taller mecánico y en casos más extremos hasta como canal de circulación (modo motocicletas) evitando así la condición de seguridad que toda acera debe tener, sino que el diseño de vías, intersecciones, pasos peatonales y accesos a edificaciones y espacios privilegia al vehículo sobre el peatón atentando contra la comodidad y fluidez de la caminata; recordemos que el vehículo es motorizado y cuenta con la fuerza para superar fácilmente desniveles, acordes a un buen diseño vial; mientras que no todos los peatones cuentan con esas facilidades reduciendo en muchos casos la independencia de su viaje y el acceso a las actividades que ofrece su entorno e incluso la ciudad al no poder conectar con la red de transporte público.

Ejemplos del abuso vehicular, incluyendo otras actividades sobre las aceras, se tienen muchos, incluso aquellos que han sido planificados por autoridades locales con buena intención o con desconocimiento de lo que se realiza: como ornato y fuente de sombra para los peatones, las aceras se han acompañado de zonas ajardinadas que han sido sembradas con especies de árboles cuyas raíces, hojas, flores e incluso frutos son una seria amenaza para cualquier transeúnte. La siembra de mobiliario urbano también ha consumido buen espacio de las aceras: quioscos, paradas de transporte público, papeleras, cabinas de teléfono por citar aquellos que cumplen una función ciudadana, pero abundan y quizás hasta duplican el primer grupo, las estructuras de publicidad en formatos y materiales que son verdaderas armas contra el peatón sobre todo aquellos más vulnerables como niños, personas de la tercera edad y personas con requerimientos especiales de movilidad. Se concuerda que el mobiliario urbano y el ornato en el mejor de los casos pudieran crear una barrera que aisle del afluente motorizado, pero la acera es un lugar creado eminentemente para transitar a pie, y que el mobiliario urbano debe estar orientado a satisfacer sus necesidades, no a dificultarlas.

Para que las aceras sean verdaderos espacios para el transeúnte e impulsar la marcha en la ciudad lo primero que hay que hacer es reparar, perfeccionar y optimizar el espacio donde esta se desarrolla, haciéndola segura, cómoda y atractiva, pero sobre todo que el peatón internalice que la prioridad de paso la tiene él, tal y como señala Díaz R, (2013) concientizar al peatón para que conozca y haga respetar sus derechos. Esto último muy difícil mientras el modelo de movilidad siga orientado al vehículo particular. A pesar del avance de la movilidad sostenible, donde se reitera la prioridad del transeúnte sobre los vehículos, se encuentran acciones como el decálogo del peatón, realizadas por la seguridad de éste, pero que en el fondo lo que indican es que la preferencia es para la mejor y más rápida circulación de los vehículos, por ejemplo con mandamientos como, Siempre cruzo la calle por el paso peatonal, Avanza cuando el semáforo lo indique y los vehículos permanezcan en alto total, Uso los puentes peatonales, Hago contacto visual con los conductores, Me detengo completamente en la entrada de los estacionamientos.

Es conveniente señalar que no se está tratando de fomentar anarquía en la vía pública, ni que los peatones realicen cualquier maniobra que atente contra la seguridad de otros, pero debe haber un equilibrio de esfuerzos entre quienes lo hacen por motus propio y aquellos que tienen un motor que los hace por ellos.

13.3 Movilidad a pie: diseñando para los peatones

En las ciudades venezolanas, con Caracas como ejemplo con excepciones que se vienen realizando de un lustro a la fecha, los peatones siguen encontrándose en inferioridad de condiciones frente al resto de los modos de transporte. El caminar ha sido con diferencia el sistema de movilidad más subvalorado y relegado de las inversiones y de la planificación en infraestructura de movilidad, incluso en las de diseño urbano.

Como lo señala el portal Ecologistas en Acción (2013):

“Los peatones hemos sido históricamente los principales perjudicados por el creciente uso del automóvil, tanto por la pérdida de espacio físico cedido a la calzada, como por la inhibición a caminar por los efectos directos del tráfico –contaminación acústica y del aire– o indirectos –las barreras psicológicas creadas por miedo a ser víctimas de atropellos. El resultado ha sido el desarrollo y diseño de ciudades hostiles para el peatón. El trazado continuo de las calzadas para el tráfico, es decir al mismo nivel, y discontinuo para los viandantes en los cruces, o el hecho de que sólo la cuarta parte del espacio de las calles se dedique a las personas y el resto a la circulación o aparcamiento de coches, son ejemplos de la jerarquía vial existente”.

A lo anterior, en el caso venezolano, se suma la percepción de inseguridad, con cifras o no que den cuenta de delitos contra los peatones, pero espacios poco concurridos, con diseños poco diáfanos y sin iluminación atentan con la sensación de seguridad que todo peatón quiere tener cuando transita por una acera. Existe además en los peatones una suerte de complejo de inferioridad, porque se asume que el que camina no posee vehículo, por lo tanto carece del estatus socioeconómico anhelado. En ciudades de países con otro nivel de desarrollo, ciudadanía y civismos la situación es totalmente inversa, en ellos para desplazarse en la ciudad sus habitantes prefieren caminar, pedalear o usar el transporte público, medios más razonables en urbes que han mantenido su escala humana a través de los siglos, como el caso de las ciudades europeas, es en ellas donde el peatón del mayor estatus social, visto como alguien sano y preocupado por el medio ambiente. Incluso las ciudades norteamericanas, tan ganadas a amplias vías vehiculares están cambiando sus modelos de movilidad: Boston, Portland, Chicago y hasta el emblemático Nueva York.

13.4 Principios de diseño de las aceras

El diseño más sencillo de una buena acera de acuerdo a Plataforma Urbana (2015) debería considerar que el espacio destinado al andén contenga cuatro partes:

- Borde en acera: es una división entre la calle y el andén el cual debe contar con rampas para gente con discapacidad y otros accesos a la acera.
- Área de jardinería: actúa como una barrera entre los peatones y la calle, esta se destina para plantas y otros accesorios

- Zona peatonal: ésta debe ser amplia y el área debe estar pareja sin ningún tipo fisuras ni obstáculos.
- Área frontal: área entre la acera y los edificios, casas, etc.

Y dentro de esos espacios y como se ha puntualizado en párrafos precedentes la movilidad peatonal depende y afecta diferentes factores, sin embargo es conveniente considerar aspectos físico/geométricos básicos que una acera segura, confortable y transitable universalmente debe tener:

- Banda de paso, definida como el “pasillo” continuo formado por toda la longitud del itinerario y una sección libre de obstáculos a lo largo del mismo.
- Pendiente longitudinal, entendida como la inclinación de la acera en paralelo a la fachada de los edificios.
- Pendiente transversal, definida como la inclinación de la acera en perpendicular a la fachada de los edificios.

De la Guía Práctica de la Movilidad Urbana Peatonal realizada por la Alcaldía de Bucaramanga (sin fecha) se han tomado unos parámetros generales para el diseño y construcción de aceras seguras y confiables para los peatones:

- Tapas y rejillas deben estar rasantes con el nivel del piso.
- El piso de la franja de andén de circulación debe ser antideslizante
- El terminado de piso no debe tener protuberancias mayores a 0.005 m
- En las esquinas o cruces peatonales donde exista desnivel entre la calzada y la franja de andén de circulación éste se debe salvarse mediante rampa.
- Dimensiones
 - Ancho mínimo: 1.5 m
 - Posibilidad de giro a 90°, ancho libre 1.5 m
 - Alto libre de obstáculos: 2.20 m
 - Pendiente longitudinal máxima 12 %,
 - Pendiente transversal máxima 2 %

De la Cartilla de Andenes elaborado por la Alcaldía de Bogotá, se han tomado como referencia para el diseño y construcción de las aceras los siguientes elementos:

- Franja de seguridad del peatón (FS): Franja funcional de uso obligatorio que sirve como zona de protección del peatón con respecto al tránsito en la calzada. El ancho de la franja de seguridad puede variar entre cuarenta y cinco centímetros (45 cm) como mínimo y cincuenta centímetros (50 cm) como máximo. En esta franja solo se podrán localizar las rampas de acceso vehicular a predios o rampas de accesibilidad para personas con movilidad reducida y deberá estar libre de mobiliario urbano, pero pudieran estar ubicados los dispositivos de señalización vertical y semaforización.
- Franja de paisajismo y mobiliario (FPM): Franja funcional que aporta al mejoramiento de la calidad ambiental de los andenes y del espacio público en general. En esta franja se ubica la vegetación y los elementos del mobiliario urbano. La inclusión de la franja de paisajismo y mobiliario en el diseño del andén es opcional y se buscará cuando la sección transversal del andén tenga el ancho suficiente. El ancho de la Franja puede variar de acuerdo con el ancho del andén y la sección transversal de la vía. No obstante, el ancho mínimo aceptable es setenta

centímetros (70 cm) en los casos en los que la franja no incluya arborización. Se recomienda incluir cobertura vegetal extensiva de bajo a nulo mantenimiento. En ningún caso, el ancho de los contenedores de raíces puede ser mayor al ancho de la Franja de paisajismo y mobiliario.

- Franja de circulación peatonal (FCP): Franja funcional de uso obligatorio en todos los andenes. Está destinada al tránsito peatonal, incluyendo las personas con movilidad reducida. Debe estar libre de obstáculos (incluso libre de alcorques, postes y mobiliario urbano en general), con un trazado sencillo y predecible para el transeúnte, sin cambios de nivel, interrupciones o escalones imprevisibles. El diseño de esta franja debe buscar que el flujo peatonal se conduzca de manera directa y funcional. El ancho de la franja de circulación peatonal no puede ser inferior a ciento veinte centímetros (120 cm), sin contar el área requerida para el confinamiento de las piezas prefabricadas, cuando este sea requerido.
- Franja de ajuste a predios (FA): Es la franja funcional opcional localizada contra la línea de demarcación de los predios privados (lote o edificación). Permite garantizar la correcta composición de las demás franjas funcionales de acuerdo con las dimensiones típicas y el ancho total del tramo de andén a construir. Debe tener un ancho mínimo de veinte centímetros (20 cm). Cuando el ancho de un tramo de andén sea variable, esta franja puede tener áreas de ancho de menos de veinte centímetros (20 cm).

Los principios de diseño anteriormente señalados deben mantenerse uniformemente en todos las áreas de una ciudad no importa si es un sector de mayor valor inmobiliario que otra, lo que se debe variar son las dimensiones de la banda o zona peatonal y la cantidad de mobiliario urbano que sirve a las mismas. En algunos casos de ciudades venezolanas veremos que dependiendo del sector hubo una mejor intención por proveer aceras con un muy buen nivel: bien diseñadas, limpias, bien mantenidas, amables con las personas con discapacidad, sombreadas por frondosos árboles y provistas de una atractiva gama de mobiliario de acero inoxidable. Sin embargo la calidad de las aceras como medio para la caminata y conexión con el transporte público y con otros espacios peatonales en la mayoría de los casos es mala por igual, importando poco el valor de las propiedades que lo rodean. Lo que si pareciera directamente proporcional es el mal uso o el abuso por parte de los automovilistas del espacio de la acera. En el estudio de casos se podrá apreciar como en zonas con valores inmobiliarios más altos hay más prioridad para el vehículo en el diseño y construcción de las aceras. Es conveniente señalar que las personas con mayores recursos económicos son las que menos caminan, incluso en sus lugares de residencia; como pasa en Ciudad de México que relata Díaz R, (2013): “No salen de sus casas, y cuando lo hacen es a bordo de un auto que los deja en la puerta de su lugar de destino. Por temor o desidia, la experiencia urbana de la caminata es un profundo misterio para ellos, y por eso no tiene nada de extraño que las aceras que surcan sus barrios no se diferencien mayormente de aquellas construidas en zonas donde el dinero es un bien escaso”.

14. ESTUDIO DE CASOS: ZONAS RESIDENCIALES MUNICIPIO BARUTA

En la introducción se expresó que se ha venido trabajando el municipio Baruta perteneciente administrativamente al estado Miranda y funcionalmente al Distrito

Metropolitano de Caracas. Particularmente para el trabajo objeto de esta ponencia se tomaron las zonas únicamente residenciales. Como breves datos de la zona en estudio se puede citar que cuenta con una superficie de 9.392,65 ha, lo que representa el 14% aproximadamente del Área Metropolitana de Caracas. Contaba, de acuerdo a los resultados del censo 2011 (INE), con una población de 240.755 habitantes distribuidos en aproximadamente 107 urbanizaciones o sectores formales. La evaluación de las aceras se hizo en aquellas urbanizaciones con vías de circulación sin acceso controlado o aquellas cuyo ingreso fuese irrestricto en el horario diurno. Las urbanizaciones que se consideraron fueron las que están contempladas en un listado realizado por la Alcaldía, y que se venido trabajando a lo largo de varias investigaciones, en el cual se encuentran organizadas por los sectores en los cuales ha sido dividido el Municipio Baruta. Está conformado principalmente por áreas consolidadas y formales. Ver cuadro N° 1

Cuadro N° 1.- Urbanizaciones del Municipio Baruta según Sectores Funcionales

SECTORES	URBANIZACIONES
Sector 1	Urbanizaciones: Chuao, Caurimare, Santa Marta, Santa Sofía, San Luis, Santa Paula, El Cafetal, Colinas del Tamanaco, El Mirador, Santa Ana, Santa Clara, Lomas del Mirador, Vizcaya, Lomas de Chuao, Lomas de Maturín. Punto de Referencia: Hotel Eurobuilding.
Sector 2	Urbanizaciones: Santa Rosa de Lima, Las Mesetas, Santa Inés, Los Samanes, Colina de Manaure, Guaicay, San Miguel. Barrios: La Naya, Las Minas De Baruta. Conjunto Residencial Las Danielas, Conjunto Residencial Santa Fe. Parcelamiento Los Alpes. Puntos de Referencia: Colegio Americano, Centro Italo Venezolano.
Sector 3	Urbanizaciones: Las Esmeraldas, La Trinidad, La Tahona, Sorocaima, Charallavito, Lomas del Club Hípico, Piedra Azul, Baruta, Barrios: El Placer de María, La Palomera. Cjto. Res. La Bonita. Parcelamiento Casa de Campo. Bosque Real, Los Hornitos, Cjto. Res. El Naranjal Los Topitos, Punto de Referencia: Centro Médico Docente La Trinidad.
Sector 4	Parcelamiento Monte Pino, Barrios: Ojo de Agua, Monterrey. Monte Alto, Lugar denominado: Lomas de Los Mangos.
Sector 5A	Zona protectora El Volcán.
Sector 5B	Lugar denominado: El Gavilán, Alto de Pariaguán, Sisipa, San Andrés, La Hoyadita, San Joaquín, Las Adjuntas, Alto de La Loma. Parcelamiento: Las Cocuizas. Zona Protectora del AMC.
Sector 6	Lugar denominado Hoyo de La Puerta.
Sector 7	Urbanizaciones: El Placer, Los Guayabitos, Monte Elena, La Limonera. Sartenejas. Punto de Referencia: Universidad Simón Bolívar.
Sector 8A	Urbanizaciones: Lomas de Prados del Este, Manzanares, Conjunto Residencial Lomas de Terrabella,
Sector 8B	Urbanizaciones: Prados del Este, Alto Prado, El Peñón, Colina de Moser, Lomas del Club Hípico, Terrazas del Club Hípico, Parque Humboldt, La Ciudadela, Brisas de Prado, Parcelamientos: Santa Gertrudis, San Andrés, Brisas de Prados, Los Riscos, Los Manguitos, Barrio El Rosario, Barrio Santa Cruz del Este, Punto de Referencia: Caracas Sport Club.
Sector 9	Urbanizaciones: Cumbres de Curumo, Los Campitos, Valle Alto, Parcelamientos: El Morro, Arismendi.
Sector 10	Urbanizaciones: Parte de la sección La Montaña, Valle Arriba, Colinas de Valle Arriba, La Alameda, El Refugio, Santa Fe. Barrio El Güire.
Sector 11	Urbanizaciones: Colinas de Bello Monte, Lomas de Chulavista.
Sector 12A	Urbanizaciones: Las Mercedes, secciones de Las Mercedes: Cerro Quintero, La Calera, Los Naranjos de las Mercedes, parte de la urbanización La Montaña.
Sector 12B	Sección San Román (de Las Mercedes). Punto de referencia: Hotel Tamanaco.
Sector 12C	Sección La Peña de Las Mercedes.

Fuente: Naranjo, N.(2015) Accesibilidad a Modos de Transporte Urbano: Caso Transporte Individual (Taxi).

De los 16 sectores funcionales se escogieron aquellos con urbanizaciones con predominio del uso residencial y con cobertura del transporte público a saber los denominados: 1,2,3,8A, 8B, 9 y 11 y de cada uno de ellos se tomaron una o dos urbanizaciones con densidades residenciales y años de desarrollo diferentes en la medida de lo posible, resultando diez escogidas: Santa Paula, Vizcaya, Santa Rosa de Lima, Los Samanes, La Trinidad, La Tahona, Manzanares, Prados del Este, Cumbres de Curumo y Colinas de Bello Monte.

Cuando a las aceras de cada una de estas urbanizaciones se les aplicaron los aspectos físicos, constructivos, de diseño y seguridad escogidos en base a la revisión bibliográfica se pudo cualificar las mismas en función de ser la base para sendas peatonales. Para caracterización se utilizó la observación reforzada con el registro fotográfico de las aceras de las vías principales de las urbanizaciones por donde discurriera el transporte público y por aquellas que aunque solo es tránsito local de alguna manera condujeran a actividades como recreación, compras menores, asistencia a templos entre otras.

Las pendientes longitudinales se estimaron empíricamente al igual que las transversales, en está última además se consideró si las rampas de acceso vehicular a las propiedades se encontraban sobre la franja peatonal se tomaba como una medición negativa para la pendiente. La nivelación de tanquillas se amplió a nivelación de la superficie horizontal donde se evaluaron huecos, salientes, tornillos, diferencia de cotas entre otras. Sobre la existencia de pavimento antirresbalante más bien se midió la presencia de pavimentos que pudieran resultar resbaladizos como cerámica, caico entre otros que pudieran haber sido instalados como parte de la extensión del pavimento externo de las edificaciones.

La altura libre fue considerada sobre todo la presencia de arbustos, árboles, mobiliario urbano, publicidad e incluso elementos de las fachadas como balcones, luminarias o jardineras que interrumpían de alguna manera el paso franco de transeúntes.

En relación a las franjas se observó su presencia o no, su continuidad y si para el flujo peatonal observado mantenía una buena dimensión que permitiera la circulación de dos personas en sentidos contrarios.

Por último en el aspecto de seguridad, algunos recorridos se hicieron de forma nocturna de manera de evaluar la presencia y calidad de las luminarias, en otros solo se constató la presencia de la infraestructura eléctrica. En este apartado además se incluyó el ítem claridad del recorrido referido a si la visual del peatón permitía tener control de la senda a medida que él avanza sin encontrarse con recodos en los cuales pudiera hallarse con una situación de peligro.

Los resultados obtenidos son muy desalentadores para el modo peatonal porque ninguna de las aceras evaluadas llega a tener una valoración positiva en la mayoría de los aspectos, ver cuadro N° 2. Destaca la pendiente longitudinal, que apartando la diferencia de cotas que muchas de las urbanizaciones son bastantes pronunciadas, hay ángulos rectos para salvar la pendiente, sobre todo para no interrumpir o dañar el acceso vehicular a las edificaciones. En relación a al pendiente transversal suele ser un poco más respetada pero nuevamente favoreciendo a los vehículos se perjudica al peatón. En relación a la nivelación del pavimento, el 100% de la muestra tiene una evaluación negativa porque ninguna de las aceras está exenta de huecos, tanquillas a desnivel (inferior o superior), tornillos, viejos elementos de mobiliario, restos de escombros, entre los más observados. La presencia de pavimentos que pudieran resultar resbaladizos son más ocurrentes en las partes de las urbanizaciones de uso residencial de baja densidad con inmuebles tipo quinta no observándose en las áreas de edificaciones multifamiliares. La presencia de elementos que interrumpían la altura libre varía en las zonas de baja densidad son más frecuentes encontrarse elementos ornamentales y en las de alta densidad se encuentran más mobiliario urbano y publicidad como elementos que atentan contra el paso franco de los peatones.

En referencia al diseño, la franja de seguridad del peatón es prácticamente inexistente, la de paisajismo y mobiliario, realmente donde se encuentra es de paisajismo en la cuales se suelen encontrar grandes árboles, donde dependiendo de la especie, las raíces del mismo se han convertido en reductores de velocidad e incluso salto de obstáculos para los peatones, debido a que no se tomó en consideración la especie plantada, conocidos son los casos de los jabillos tan populares en Caracas, los cuales levantan la sección de la acera decenas de centímetros. Tampoco existe la franja de ajuste a los predios; la mayoría solo cuentan con la franja de circulación peatonal que empieza a dividirse en las otras dependiendo del ancho disponible. Esto último nos lleva a si las aceras existentes poseen la dimensión adecuada al flujo observado, y se habla del flujo observado y no la dimensión requerida por norma, porque si se exige esta última la calificación sería aún menor. Ciertamente en la mayoría de los casos la circulación peatonal es baja por lo que no se presencié ningún conflicto entre transeúntes a excepción de la Urbanización Colinas de Bello Monte donde si es un poco más intensivo el modo peatonal.

Por último está el aspecto de seguridad, aunque en mayoría de las aceras evaluadas se encuentra la infraestructura eléctrica, y en varias de ellas, se encuentran en funcionamiento, la iluminación no llega a ser del todo adecuada, porque se encuentra pensada para dar iluminación a la calzada y no necesariamente a la acera, con lo cual la luminaria se ubica a gran altura, incluso sobre la copa de los árboles, limitando la visibilidad nocturna de la senda peatonal. Con la evaluación de la claridad de los recorridos nos encontramos con que, sobre todo en las vías de las partes de uso residencial de baja densidad, los diseños de las fachadas crean espacios donde los peatones pueden ser abordados o investidos por la inseguridad, porque no tienen control visual sobre los mismos.

Cuadro N° 2.- Evaluación de las aceras en las urbanizaciones del Municipio Baruta seleccionadas.

Urbanización	Aspectos físicos			Aspectos Constructivos			Aspectos Diseño					Aspectos Seguridad	
	Nivelación	Pavimento	Obstáculos	Pendiente Longitudinal inf a 12%	Pendiente transversal inf. 2%	Altura libre	Franja Seguridad Peatón	Franja Paisajismo Mobiliario	Franja Circulación Peatonal	Franja ajuste a predios	Dimensión acorde al flujo	Iluminación	Claridad del recorrido
Santa Paula (Sector 1)	No	No	Si	Mayor	Mayor	Si	No	No	Interrumpida	No	Si	No	No
Vizcaya (Sector 1)	No	No	Si	Menor	Menor	Si	No	No	Interrumpida	No	Si	Si	Si
Santa Rosa de Lima (Sector 2)	No	No	Si	Mayor	Menor	Si	No	No	Interrumpida	No	Si	Si/No	No
Los Samanes (Sector 2)	No	No	Si	Mayor	Menor	Si	No	Si	Interrumpida	No	Si	No	No
La Trinidad (Sector 3)	No	No	Si	Mayor/menor	Mayor/menor	Si	No	No	Interrumpida	No	Si	Si/no	No
La Tahona (Sector 3)	No	No	Si	Mayor	Mayor/menor	Si	No	No	Interrumpida	No	Si	Si/No	Si
Manzanares (Sector 8A)	No	No	Si	Mayor	Menor	Si	No	No	Interrumpida	No	Si	Si/No	No
Prados del Este (Sector 8B)	No	No	Si	Mayor/menor	Mayor/menor	Si	No	Si/no	Interrumpida	No	Si	Si/No	No
Cumbres de Curumo (Sector 9)	No	No	Si	Menor	Menor	Si	No	Si/no	Interrumpida	No	Si	Si/No	No
Colinas de Bello Monte. (sector 11)	No	No	Si	Mayor/menor	Menor	No	No	No	Interrumpida	No	No	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

15. REFLEXIONES FINALES

A manera de reflexiones finales en primer lugar es conveniente señalar el aporte en tratar de definir la acera como un elemento importante en el desarrollo de la vida urbana, no solo desde el punto de vista de espacio público sino desde la movilidad sostenible. La acera como se definió es un elemento que forma parte de la sección transversal de la vía pero es mucho más que el resultado de un diseño vial y un estudio de tránsito, porque tiene componentes sociales a los cuales hay que darle una respuesta adecuada.

La segunda reflexión que queda inferida por el estado de las aceras es la inferioridad de la condición de ser peatón en las ciudades latinoamericanas y en las venezolanas, donde las inversiones de infraestructura, la planificación y el diseño en la gran mayoría de los casos están orientados al vehículo particular lo cual ha degenerado que los automovilistas consideren que tienen prioridad de paso en cualquier vía y bajo cualquier circunstancia. El peatón como colectivo lejos de reclamar sus derechos ha cedido espacio y se ha resignado a superar obstáculos a lo largo de la ciudad y en muchos casos a limitar su andar por la misma.

La siguiente reflexión viene dada por lo que debe ser el diseño y construcción de una acera adecuada para la caminata como modo de movilidad, conexión con el transporte público y como lugar de disfrute de la urbe. Una acera adecuada implica más que pendientes suaves, anchos y mobiliarios adecuados, requiere pensar como peatón, anticipar sus líneas de deseo y su forma de actuar ante posibles amenazas.

En relación al caso de estudio, se evidencian las carencias físicas, de diseño y constructivas que presentan las aceras inventariadas, sobre todo en la parte física con la presencia de obstáculos, así como el aspecto constructivo con pavimentos inadecuados, rampas fuera de norma y poco cuidado en la realización de las sendas peatonales y en la reiterada preferencia del paso vehicular sobre otros modos.

La evaluación pareciera que debiera ser extendida hasta parámetros cuantitativos tales como espacio vial versus espacio peatonal, posibilidad de ajustar las aceras a diseños adecuados entre otros aspectos. Esta acción amerita la disponibilidad de datos secundarios de gran calidad o de grandes recursos para el levantamiento ad hoc.

Se considera, además, que es necesaria la introducción de aspectos sociales y psicológicos referidos a la percepción del peatón de su movilidad y la evaluación histórica de la variación de los viajes a pie.

Surge, también la inquietud de evaluar si es posible la introducción de experiencias como la de la ciudad de Portland en Estados Unidos, que como meta se planteo hacer barrios o urbanizaciones denominadas 20, que conlleva a que las necesidades básicas de la población residente sean satisfechas en un radio que pueda ser cubierto a pie en un lapso de veinte minutos. El espectro de posibilidades de continuar desarrollando aspectos sobre la acera como modo sostenible de movilidad e interacción urbana es bastante amplio.

16. AGRADECIMIENTOS

Parte de esta investigación se ha realizado gracias al financiamiento del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela a través del programa de Apoyo a la Investigación Científica individual.

17. REFERENCIAS

Alcaldía de Bogotá (2007). *Cartilla de Andenes*. Bogotá, Colombia. Alcaldía de Bogotá.

Alcaldía de Bucaramanga (sin fecha) *Manual para el diseño y construcción del Espacio Público de Bucaramanga*. Bucaramanga, Colombia, Alcaldía de Bucaramanga.

Espacios peatonales, *Espacios Peatonales*. Extraído el 02 de febrero de 2016 de http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/OrdenamientoTerritorial/EspacioPublico/Sistema%20de%20Espacio%20P%20FAblico/dtep_espacios%20peatonales_0.pdf

Ecologistas en Acción, organización (2013) Manifiesto La Acera es peatonal. Madrid, España.

Instituto de Desarrollo Urbano, Alcaldía de Bogotá (2008), *Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana*. Extraído el 21 de marzo de 2015 de http://app.idu.gov.co/otros_serv/Download/2008/guia_de_movilidad_peatonal.pdf

Jerez, S, Torres, L. (2010) *Manual del Diseño de Infraestructura Peatonal Urbana*. Extraído el 14 de febrero de 2011 de <http://es.slideshare.net/CarlosGuano1/manual-disenoinfraestructurapeatonalurbana>

Naranjo, N. (2015). *Accesibilidad a Modos de Transporte Urbano: Caso Transporte Individual (Taxi)*. XXXIII Jornadas de Investigación del IDEC, Caracas, Venezuela

Pérez, M, Alvarado, R.; (2004) *Aceras, peatones y espacio público*. Serie Ordenamiento Territorial N° 5, San José. Costa Rica, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal.

Plataforma Urbana (2015) *Ciudades Caminables*. Extraído el 20 de marzo de 2015 de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2011/06/16/ciudades-caminables/>

Real Academia Española de la Lengua (2016) *Diccionario electrónico*. Extraído el 20 de febrero de 2016 de <http://dle.rae.es/?id=0NdwO9h>.

Serrano, M. (2013) *Movilidad peatonal: las aceras*. Ecomovilidad.net. Extraído el 12 de febrero de 2016 de <https://ecomovilidad.net/madrid/movilidad-peatonal-las-aceras/>

SISTEMAS ADAPTATIVOS. ESPACIOS PARA LA PRESERVACIÓN DE LAS COMUNIDADES PIAROA. UNA EXPERIENCIA DESDE LA ACADEMIA

MSc. Arq. Carlos Olaizola¹, Arq. Isabel Arias²

¹Universidad Simón Bolívar, email: olaizolarte@gmail.com

²Departamento de Diseño, Arquitectura y Artes Plásticas, Universidad Simón Bolívar
Email: isabelariascamero@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo estudia las transformaciones de los patrones de asentamiento de las comunidades Piaroa a partir de la introducción a finales de los años sesenta, de la tipología de vivienda criolla, que al sustituir las formas de vida nómada por otras sedentarias produjo cambios culturales que han conllevado al deterioro progresivo y continuado del suelo mediante su uso intensivo y comercial a través de la introducción de plantas y técnicas de cultivo exógenas que propenden a la destrucción del suelo fértil, la extinción de especies animales y la pérdida de conocimiento ancestral de las comunidades indígenas Piaroa en el Amazonas venezolano.

Este trabajo toma como base las investigaciones efectuadas en el taller Vertical Amazonas USB realizado en la Comunidad del raudal de Ceguera *Turi-Däya*, para generar un marco investigativo cualitativo experimental apoyado en el método etnográfico a partir del uso de sistemas abiertos adaptativos que propongan operaciones complejas de bajo impacto que involucren la arquitectura, la ecología y el paisaje, para contribuir a restablecer el frágil ecosistema Piaroa buscando que estas comunidades puedan mantenerse en el tiempo, incorporando las transformaciones propias de la vida moderna, pero preservando al mismo tiempo su cultura y la capacidad de adaptación a un medio ambiente cambiante.

Palabras clave: Comunidades Piaroas, Amazonas venezolano, sistemas complejos, arquitectura, paisaje

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es el resultado de una investigación aún en curso que busca proponer mecanismo de intervención arquitectónicas no invasivas en entornos frágiles que por su valor cultural, sea este ecológico, paisajístico, simbólico, histórico, antropológico, arqueológico, arquitectónico o urbanístico puedan sufrir alteraciones profundas en su sistema de relaciones simbióticas con su entorno a partir de la introducción de elementos de transformación significantes.

La investigación, que abarca el período de un año, se inició con una visita de campo, de una semana, a la Comunidad del raudal de Ceguera *Turi-Däya*, ubicada en el Amazonas venezolano, como parte de las actividades del Taller Vertical Amazonas “*La Casa del Niño Piaroa*” (2014) que se dictó en el trimestre abril – julio en la Universidad Simón Bolívar junto con el profesor Ignacio Cardona en el que se partió de una premisa inicial, ¿Cómo educar para un turismo sostenible? durante el cual se generó una reflexión en torno a las formas de intervención arquitectónica en éste lugar y que llevó a la formulación de varias

propuestas que fueron presentadas por los estudiantes en la Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo (BIAU) en Rosario, Argentina (2014), y al desarrollo de la Tesis de Grado de Isabel Arias titulada “*Cultivar El Amazonas. Espacios Para La Preservación de las Comunidades Piaroa*” que fue presentada en la U.S.B. en octubre de 2015 recibiendo Mención Honorífica por parte del jurado evaluador.

La relevancia de esta investigación en curso, viene dada por su carácter inusual y experimental, ya que transita un camino poco explorado, sobre el papel del arquitecto y la arquitectura en lugares sensibles donde pareciera posible, y más aún, deseable, una acción arquitectónica que deviniese en una arquitectura sin edificios. Allí entra en juego la aplicación de estrategias proyectuales no propias de la arquitectura, sino de otras disciplinas, como la arquitectura del paisaje, la ecología, la biología, la geografía, la antropología y el arte, entre otras, que aportan una visión holística para entender el lugar a partir de sus valores sígnicos en torno a grupos sociales y culturales singulares, inmersos en entornos frágiles, por su condición simbiótica con su medio ambiente, son sujetos de riesgo ante la irrupción de factores externos que puedan romper el precario equilibrio que los constituye como sistemas cerrados.

Así, surgen varias reflexiones: Cómo introducir elementos de transformación para, siguiendo a Prigogine (1983: 160), hacer de estos entornos, sistemas abiertos. Es decir, cómo canalizar efectivamente los factores de cambio que han aparecido como consecuencia de su intercambio con el medio externo y que pueden contribuir a romper con las condiciones de aislamiento propias de un entorno cerrado, generando redes de intercambio conscientes con la ciudad, sin destruir su identificación con un sistema de valores que lo constituye como un colectivo singular y que lo vinculan con un hábitat natural en el que está inmerso.

Se entiende así que la aparición de estas fuerzas dinamizantes, externas, son elementos inestables necesarios para la transformación consciente de un ecosistema cerrado en un sistema adaptivo abierto, es decir, sujeto a la reorganización y al cambio que haga posible, dentro de un mundo globalizado, su propia existencia, hoy en riesgo de disolverse o peor aún, de desaparecer.

1. DESARROLLO



Figura 1. 1. La comunidad de Ceguera. Conocer desde el «otro».

La investigación se realizó específicamente en la comunidad del Raudal de Ceguera, perteneciente al pueblo Piaroa (Wóthuha); un pequeño asentamiento, ubicado en los márgenes del río Autana frente a la montaña sagrada del tepuy Autana y el cerro El Indio (figura 1), donde viven los miembros de la comunidad en una hilera de viviendas criollas a lo largo de una calle que remata en la escuela comunitaria, discretamente ocultos detrás de un pequeño grupo de churuatas construidas especialmente para los turistas, ya que según sus creencias no se debe mirar constantemente la montaña «porque la belleza enferma». A pesar de la ubicación en la zona reservada a los turistas, se tuvo la oportunidad de intercambiar, durante la estadía, con hombres, mujeres y niños de la comunidad. Las visitas al lugar, incluyeron la observación y registro fotográfico de sus dinámicas cotidianas, de algunos de sus rituales, la ida a sus conucos y el levantamiento planimétrico de las viviendas y la escuela, así como también la realización de diversas entrevistas, inclusive al capitán y al maestro de la escuela, que permitieron descubrir que los miembros de la comunidad de Ceguera viven entre dos mundos.

El primero, está fundamentado en un sistema de creencias anclado en las tradiciones de un mundo ancestral que ha podido mantenerse por su lejanía de los núcleos urbanizados y que está basado en una relación simbiótica con el medio ambiente que se desprende de su sistema de creencias míticas, según las cuales, el cerro Autana es la base del árbol que contiene todos los frutos del mundo; el segundo, resultado de la irrupción de formas de vida ajenas, propias del mundo occidental, como la imposición estatal de la calle y la vivienda criolla, «símbolos del progreso», y del resultado de las dinámicas propias de las nuevas actividades económicas, como el turismo, que favorecen el intercambio de bienes de consumo y la aparición de nuevas necesidades que no pueden ser satisfechas dentro de la comunidad y que conducen a un desarraigo cultural, tendiente a rechazar su propia cultura como «atrasada» y amplificar los valores de la cultura «de avanzada», donde el dinero y la educación formal que ofrece la ciudad, son los medios para alcanzar estos nuevos valores. Esta búsqueda ha traído consigo la adopción de formas de vida que no son cónsonas con el medio ambiente en el que viven y que comienzan a replicar el sistema de ocupación moderno que según Morin (2005: 50), “*se auto produce sin cesar porque continuamente se está autodestruyendo*”.

La estrategia metodológica instrumentada para enfrentar, un contexto y una cultura que no son los propios, implicó pensar una postura que permitiese trascender la búsqueda de soluciones basadas en la resolución de problemas previstos. De allí la necesidad de romper con cualquier forma de aproximación que prejuzgara de manera estereotipada al lugar, la cultura y sobre todo evitar el principio de autoridad, por el cual la mirada académica o profesional está por encima de la del «otro», considerado en minusvalía y necesitado de ayuda. Así, una mirada desprejuiciada y abierta fue necesaria para aprender junto al «otro» y generar una propuesta comunitaria abarcadora e inclusiva.

Esto supuso romper con los siguientes obstáculos epistemológicos que enfrentamos al principio del taller:

1. El arquitecto debe generar una solución basada en un sistema de valores y creencias superiores y que por tanto corrige las deficiencias del «otro».
2. La escuela, «*debe ser*» el edificio donde se realiza la formación.
3. La comunidad está mejor manteniéndose como un grupo cerrado, anclada en sus valores y sin contacto con el exterior.
4. Enfrentar el paradigma *identitario*, que impone a una colectividad un determinismo que cosifica la vida social obligando al «otro» a unas formas homogéneas de ser.

Así, abordar la experiencia, desde «nosotros y el otro» permitió entender la necesidad de favorecer la inestabilidad como clave de la transformación, y la consideración del individuo como factor indispensable para superar la visión homogeneizadora que surge de lo colectivo, como idea que aplasta toda diferenciación, donde lo heterogéneo y singular se puede convertir en un factor de cambio que estimule la reorganización y reconfiguración de las comunidades frágiles dentro de un sistema ecológico más amplio, que evite el aislamiento preventivo y favorezca la interacción con la ciudad. Esto implica dar cabida a una metodología sustentable que permita la preservación en el tiempo de las poblaciones indígenas y sus valores culturales.

2. La imposición de las formas occidentales. Del círculo a la línea.

Los primeros registros de la comunidad de Ceguera son de los años sesenta. Para ese momento estaba conformada por una sola vivienda colectiva o *I'sode*, de carácter temporal, ocupada por entre 10 a 15 personas (Zent, 2000:18). El primer factor a considerar era el paso de una vida nómada a una sedentaria, como resultado de la aparición de las viviendas criollas y su impacto en las formas de vida comunitaria y sobre todo en el equilibrio ecosistémico.

El sedentarismo impone una marca sobre el territorio que ocupa, y en un medio tan frágil como el Amazonas, deja una huella ambiental importante, debido principalmente a la reutilización de cultivos en zonas cada vez más alejadas de la comunidad que con el paso de los años ha originado “*en muchos casos que el ecosistema de selva amazónica no se recupere o se regenere como sucede con el sistema de conuco indígena*” (Ruiz Díaz. cit. Overing y Kaplan, 2005: 8) ocasionando “*ecosistemas de sabanas o de selvas diferentes a las selvas originales del ecosistema amazónico y [...] parches de vegetación distintos a la vegetación original de la región [...]*” (2005: 8).

En ese sentido al patrón tradicional de asentamiento de los Piaroas, entendido como “*la distribución espacial y temporal de las comunidades sobre el entorno geográfico*” Zent (2000: 13), ha sido descrito por él mismo autor como “*interfluvial, pequeño, muy disperso y móvil [...] producto de dos tendencias fuertes, hacia el atomismo y la fluidez*” (2000: 9) donde existe un patrón de múltiples residencias (Wavrin, 1948: 286; Mansutti, 1988: 6) según el cual un grupo Piaroa particular se desplaza entre varios asentamientos a distancias relativamente cortas durante las distintas épocas del año debido a variadas razones, algunas profanas y otras consideradas sagradas por los Piaroa, entre las cuales menciona Zent (2000: 21), los cultivos fallidos o infestados por insectos, el distanciamiento progresivo de los conucos maduros, los desplazamientos de comunidades vecinas, su avistamiento por forasteros o enemigos, la muerte del capitán u otra(s) persona(s) prominente(s) de la

comunidad, la llegada de enfermedades epidémicas, los signos de la presencia cercana a la casa o los conucos de un danto (animal sagrado), el encuentro traumático con espíritus malévolos, y el miedo del ataque mágico. Así, la figura 2 muestra el patrón tradicional circular de asentamiento Piaroa, según el cual, durante la estación seca, la vivienda principal Piaroa (*I'sode*), resaltada en color negro, se dividía en varios asentamientos temporales, resaltados de color verde. De esta manera la vida social de los Piaroa fluctuaba entre concentración de población durante la temporada de lluvias (en sus viviendas principales colectivas) y la dispersión durante la temporada seca.

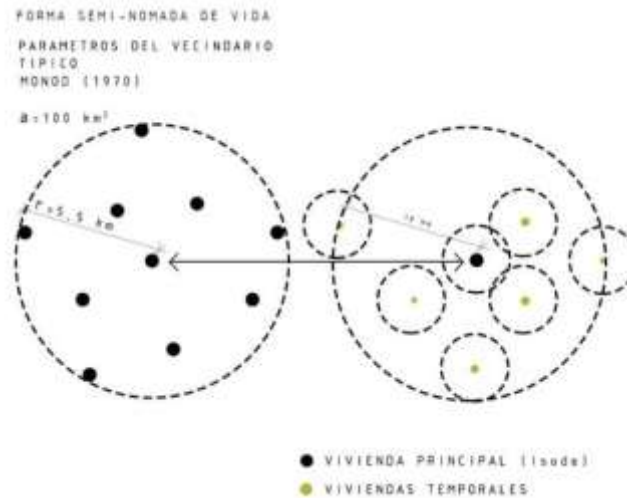


Figura 2.

El despliegue de una línea de tiempo que permitiese estudiar el proceso de crecimiento de la comunidad antes y después de la aparición en 1985 de la calle, las viviendas criollas y la escuela, permitieron observar, al cruzar estos datos con los tipos y lugares de cultivo a lo largo del tiempo, que se había producido una modificación importante en los patrones de uso del suelo, que llevaba a los miembros de la comunidad a recorrer distancias cada vez más largas en búsqueda de tierra fértil ya que el uso intensivo del suelo cercano y la siembra de especies exógenas terminaba por deteriorarlo llegando a veces a la *sabanización* del mismo.

Se estudió el impacto de la vivienda criolla, en dos sentidos. Por un lado el sónico, que viene dado por su apropiación cultural, donde es concebida como un símbolo del progreso material, por el otro, medioambiental, ya que dada su poca adaptación al entorno y a las formas de vida comunales, obliga a construir anexos en los cuales vivir según la manera tradicional piaroa. A pesar de lo caluroso de los techos de zinc, a la presencia de elementos ajenos al imaginario piaroa, como el bloque, el concreto o el metal y a lo incomodo que resultan, existe una resistencia a abandonar o cambiar las casas criollas que consideran propias de una “forma de vida moderna”, junto con la electricidad que les permite estar en contacto, con lo urbano, a través de los celulares y la televisión. Para estudiar el impacto de la sustitución del patrón fluido de asentamiento tradicional, por el patrón estático organizativo lineal propio del modelo occidental, se realizó un gráfico (figura 3) que

muestra la desertificación de una vasta superficie de terrenos fértiles como resultado de este patrón de asentamiento estático.

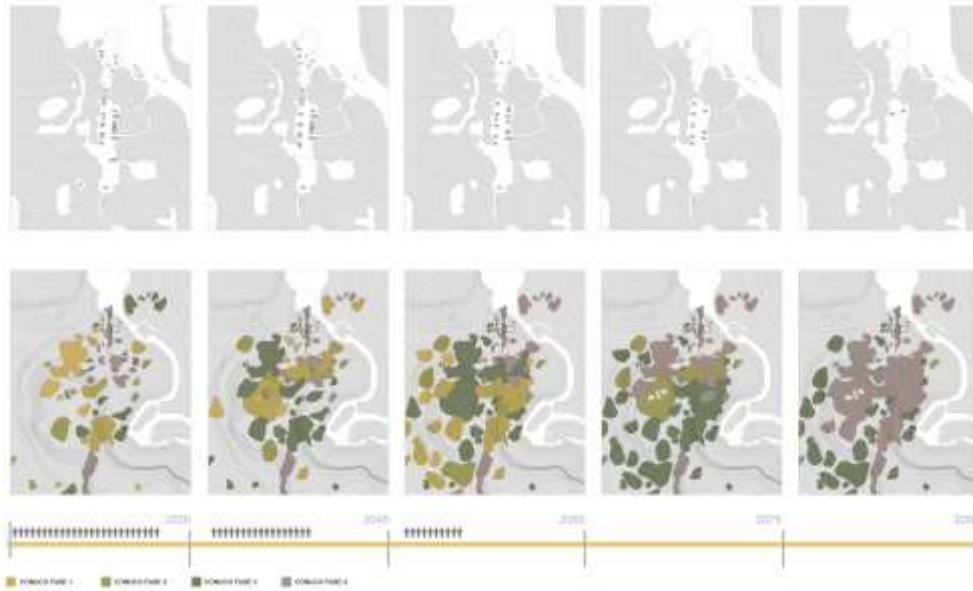


Figura 3.

Por otra parte, la introducción de la escuela criolla significó también un cambio en las maneras de percibir el mundo “*imponiendo espacios y tiempos diferentes*” (Amodio, Pérez y Poblete, 2006: 44). Así, la figura 4 muestra como la educación occidental impartida en la escuela, entendida como edificio, fomenta unos valores tendientes a la búsqueda del progreso material asociado al medio urbano en contraposición a los valores tradicionales para los cuales la escuela era su entorno, del que extraía su experiencia vital y su sentido de ser y habitar el territorio. De las entrevistas realizadas se desprende que aún para ellos, la escuela, más que un edificio que ocupa un lugar fijo, es su entorno, en el que se sumergen para recibir la transmisión oral de sus tradiciones y para aprender, mediante el juego y la experimentación, las distintas actividades que le dan sentido a su existencia, como el cultivo, la cestería, la recolección, la caza y la pesca, que son prácticas que están asociados a su formación y que complementan la educación criolla que reciben.

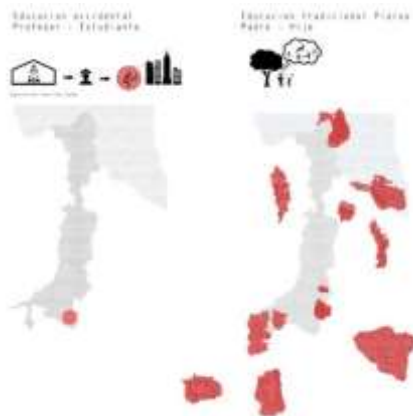
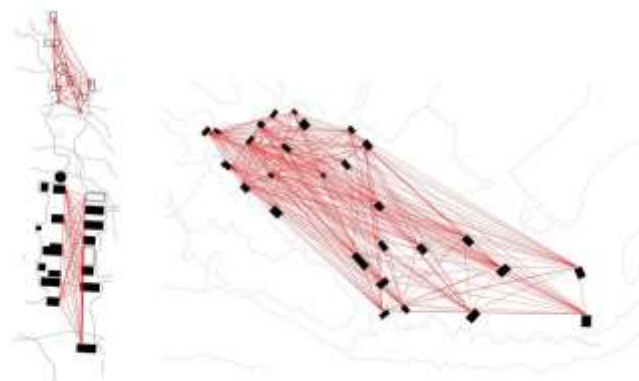


Figura 4.

Otro aspecto relevante es la conformación urbana que se impone mediante la calle. Una línea recta que supone una manera distinta de ver el mundo. Donde la dispersión y la fluidez espacial, propias de su cultura “tradicional” sustentada en los ciclos de la naturaleza, son dejadas a un lado. Así el espacio de integración social es sustituido por un espacio divisor, una línea que parte en dos al sistema de relaciones espaciales y que obliga a buscar en los espacios posteriores de las viviendas los lugares de relación comunitaria como se observa en la figura 5 que muestra los patrones comparativos de movilidad en dos comunidades Piaroa; Raudal de Ceguera, a la izquierda, organizada según el patrón occidental, y Mavaco, a la derecha, que mantiene el patrón tradicional Piaroa. Así la vivienda, la escuela y la calle se convirtieron en factores alienantes que han contribuido a crear un número de individuos desarraigados que en la búsqueda constante de bienes y servicios migran hacia «áreas de fácil acceso» e interacción con la comunidades criollas cercanas despoblando su «territorio tradicional». (Freire, 2004: 3)



Una arquitectura sin edificios.

El carácter frágil del emplazamiento, sujeto como está, a intervenciones de tipo invasivo, obliga a pensar en nociones básicas de sostenibilidad, ¿cómo lograr promover un desarrollo económico inevitable que atraiga al turismo, pero permitiendo la preservación, incluso el rescate, de los valores culturales y medioambientales de la comunidad Piaroa y el entorno donde esta se inserta?, ¿cómo rescatar valores simbólicos y culturales del imaginario Piaroa y traducirlos a una imagen contemporánea del habitar?

El cambio de paradigma en torno a las estructuras y funciones de los ecosistemas, ha permitido entenderlos como sistemas abiertos, complejos y especialmente auto-organizativos, en los que se busca interpretar, reconocer y potenciar un conjunto de relaciones dinámicas que abarcan aspectos sociales, económico, culturales, ecológicos y que trascienden el hecho edificado que sólo tiene sentido en el entendido que puede ayudar a que se desencadenen factores de inestabilidad que estimulen en los componentes humanos y naturales la necesidad de auto organización y auto gestión para formar una nueva entidad, más compleja y por tanto de un orden superior. Eso implicó pensar, en el taller de diseño, la escuela, no como un edificio con un programa educativo convencional sino como un

dispositivo que mediase entre el medio ambiente y el grupo humano que lo habita. Así, la propuesta de la escuela como dispositivo recolector de agua que desarrollaron las estudiantes Alexandra Díaz, Isabel Arias y Vanessa Arias (figura 6) muestra el doble rol que juega el artefacto, por un lado, construyendo un espacio lúdico y fluido que alberga un programa adaptativo y al mismo tiempo actuando en el nivel sónico concientizando a la comunidad sobre la necesidad de la recuperación progresiva del frágil hábitat de la selva amazónica en el que viven.



Figura 6.

Uno de los problemas principales que enfrentó la investigación y el planteamiento de soluciones eficientes, vino dado por la contradicción entre el modo de vida sedentario y los daños ocasionados al medio ambiente. Es decir, cualquier propuesta que sólo reforzase la ocupación del territorio mediante equipamientos e infraestructuras estaría condenando a la comunidad a desaparecer en un lapso no mayor a cuarenta años producto de la desertificación por el uso intensivo de los suelos. En un estudio realizado a 5 comunidades Piaroa, se determinó que *“las comunidades con edades mayores 25 años del establecimiento inicial del asentamiento, comienzan a tener problemas en cuanto al espacio útil aprovechable para la agricultura y comienzan periodos de descansos menores en las fases de los conucos y por lo tanto una mayor presión del terreno, esto trae como consecuencia que estas comunidades tengan procesos de migración a nuevos sitios o de un deterioro de las zonas aprovechables del área de la comunidad que está calculada en un radio entre los 2500 - 3000 metros desde el centro de la comunidad. Este deterioro del territorio de la comunidad hace que la comunidad como ente productivo, comience en un proceso de degeneración y un consecuente colapso desde el punto de vista de la productividad intrínseca de la misma”*. (Ruiz, 2005: 106).

Por tanto fue necesario contemplar un sistema complejo y eficiente que permitiese que la tasa de auto-reproducción superase a la tasa de degradación del ecosistema. Esto significó:

1. Proponer mecanismos que ayudasen a la regeneración del suelo e instalaciones agronómicas para el mejoramiento de los cultivos. Para ello se propuso un sistema de equipamientos de pequeña escala que ayudasen a controlar el impacto ambiental y al mismo tiempo contribuyesen a fortalecer su cultura. Esto supuso incorporar un sistema eficiente de rotación de cultivos, que al mismo tiempo que favorecía la recuperación de los suelos construía espacios de aprendizaje colectivo para potenciar sus actividades productivas. Aunque no se implementó, dado el carácter académico del proyecto, se presentó una metodología que permitía a la comunidad hacer el seguimiento y evaluación en un lapso de 25 años de las distintas fases y operaciones propuestas para medir su impacto en el medio ambiente y en la comunidad Piaroa.
2. Diseñar estrategias que permitiesen la conectividad del ecosistema Piaroa buscando suturar los puntos de discontinuidad en el sistema, aplicando para ello, la definición de conectividad que ofrece la ecología del paisaje, entendida como *“la capacidad de los organismos para desplazarse entre fragmentos separados de un determinado tipo de hábitat”* (Subirós y Linde 2006:158) y la consideración del paisaje como un entorno inmerso controlado parcialmente y sujeto a sucesivas transformaciones en el tiempo donde los distintos componentes que intervienen en su configuración, como son las estaciones, los regímenes de plantas, los flujos de especies y los pobladores del hábitat, están interrelacionados dinámicamente.
3. Contemplar intervenciones que potenciaran sus actividades productivas, tales como la cestería, que es de las más lucrativas, así como el cultivo de alimentos y en menor proporción la pesca, que apalancadas en el valor paisajístico y cultural del lugar, consolidaran el turismo responsable como una actividad económica que coadyuvase en el tiempo a la sostenibilidad de las comunidades Piaroa.
4. Fortalecer los espacios para la vida comunitaria que son al mismo tiempo espacios de formación y cultura.
5. Diseñar operaciones de mínimo impacto físico ambiental que produjeran un importante grado de transformación y concientización. Esto implicó aplicar estrategias de acupuntura para detonar procesos en cadena con un efecto multiplicador y a una escala mucho mayor que el punto específico intervenido.
6. Establecer estrategias que no supusieran necesariamente intervenciones en el espacio físico sino del componente social por medio de la introducción de costumbres y hábitos que actuaran como detonantes para la auto-transformación del ecosistema piaroa.

Uno de los problemas principales que enfrentó la investigación y el planteamiento de soluciones eficientes, vino dado por la contradicción entre el modo de vida sedentario y los daños ocasionados al medio ambiente. Es decir, cualquier propuesta que sólo reforzase la ocupación del territorio mediante equipamientos e infraestructuras estaría condenando a la comunidad a desaparecer en un lapso no mayor a cuarenta años producto de la desertificación por el uso intensivo de los suelos. En un estudio realizado a 5 comunidades Piaroa, se determinó que *“las comunidades con edades mayores 25 años del establecimiento inicial del asentamiento, comienzan a tener problemas en cuanto al espacio útil aprovechable para la agricultura y comienzan periodos de descansos menores en las fases de los conucos y por lo tanto una mayor presión del terreno, esto trae como consecuencia que estas comunidades tengan procesos de migración a nuevos sitios o de un deterioro de las zonas aprovechables del área de la comunidad que está calculada en un radio entre los 2500 - 3000 metros desde el centro de la comunidad. Este deterioro del territorio de la comunidad hace que la comunidad como ente productivo, comience en un proceso de degeneración y un consecuente colapso desde el punto de vista de la productividad intrínseca de la misma”*. (Ruiz 2005: 106). Para enfrentar este problema Isabel Arias propuso en su Proyecto de Grado un sistema de regeneración del hábitat de la comunidad Piaroa de Ceguera a partir de la instalación de un conjunto de dispositivos ecológicos que serían reabsorbidos por el ecosistema al cumplir su papel educativo, concientizador y regenerador de los suelos destacando sobre todo el papel sùgnico de la intervención propuesta por encima de su valor objetual o formal. (Figura 7)



Figura 7.

18. CONCLUSIONES

Entendiendo la naturaleza como un medio dinámico en constante mutación y adaptación, es necesario intervenir en ecosistemas frágiles a partir de una visión multidisciplinar que integre diversas áreas de estudio y donde el urbanismo, la arquitectura y el paisajismo, vayan de la mano con la geografía, la ecología, la biología y la antropología, entre otras, para construir sistemas de gran dinamismo y en permanente transformación.

Partir de una postura desprejuiciada que acepte el cambio necesario de estas comunidades y su adaptación a una realidad global, en la que están inmersos en alguna medida, orientando los procesos de cambios de modo tal que las comunidades sean las protagonistas de las nuevas formas que emerjan, es una manera de sacarlos de un aislamiento que los condena a su desaparición.

Entender que las dinámicas y los procesos de cambio implican un progresivo proceso de auto-eco-organización a partir de la interacción entre sistema y ecosistema estableciendo las bases para un orden material / energético / organizacional.

La consideración de los paisajes como “*entornos inmersos*” sujetos a un control parcial, en donde la recursividad, como estrategia se produce a partir de la acumulación de un sinnúmero de operaciones individuales y/o colectivas repetidas en el tiempo con ligeras variaciones permite a los arquitectos impulsar operaciones conscientes, no necesariamente objetuales, en entornos frágiles, que por efecto de la repetición y la retroalimentación se conviertan de forma gradual en multiplicadores de la transformación positiva del entorno en el que viven estas comunidades.

19. AGRADECIMIENTOS

A Ignacio Cardona por hacer posible el taller Amazonas, así como por las interesantes reflexiones que surgieron durante la experiencia.

A Isabel Arias por su dedicación, que le permitió transitar un camino que comenzó en el taller Vertical Amazonas y que culminó con su Proyecto de Grado, titulado “*Cultivar el Amazonas, espacios para la preservación de las comunidades piaroa*” en el que la acompañé como Tutor Académico. Las conversaciones y reflexiones que se dieron durante todo el proceso abren posibles líneas de investigación dentro del Departamento de Diseño, Arquitectura y Artes Plásticas de la Universidad Simón Bolívar.

20. REFERENCIAS

Amodio, Emanuele; Pérez, Gilberto; Poblete, Claudia. (2006) Las pautas de crianza del pueblo piaroa de Venezuela. Caracas, UNICEF.

Arias Camero (2015) *Cultivar El Amazonas. Espacios para la Preservación de las Comunidades Piaroa*. Proyecto de Grado N/P. Caracas, U.S.B.

Freire, G. (2004). *Convivencia y patrones de asentamiento entre los Piaroas del siglo XXI*. Antropológica (102: 3-26).

Mansutti Rodríguez, Alexander. 1988. “*Pueblos, comunidades y fondos: los patrones de asentamiento Uwojjuja*”. *Antropológica* (65: 3-75).

Martínez Miguélez, Miguel. (2007) “*La nueva ciencia. Su desafío, lógica y método*”. Editorial Trillas. México.

Morín, Edgar. (2005) “*El Paradigma perdido. Ensayo de bioantropología*”. Editorial Kairós, Barcelona, Séptima edición.

Overing Kaplan, Joanna. (1975) *The Piaroa; a People of the Orinoco Basin: A Study in Kinship and Marriage*. Oxford: Clarendon Press, London.

Prigogine, Ilya. 1983. *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Tusquets, Barcelona.

Ruíz Díaz, Rafael Leonardo. (2005). *Sistema agroecológico Piaroa en la reserva forestal Sipapo, Un enfoque ecológico del Paisaje*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología., Mérida, Venezuela.

Subirós, Josep Vila; Linde, Diego Varga; Pascual, Albert Llausàs; Palom, Anna Ribas. (2006) “*Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje. Una interpretación desde la geografía*”. *Doc. Anàl. Geogr.* (48: 151-166).

Wavrin, M. 1948. *Les Indiens Sauvages du l’Amerique du Sud*. Paris Payot.

Zent, Standford. (2000). *Las bases históricas y ecológicas del patrón tradicional de asentamiento de los Piaroas*. *Montalban* (33: 9-84)

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE MOVIMIENTOS EN MASA

MSc. Ing. Carlos Alberto Padrón Chacón

Alcaldía de Caracas. Dirección de Gestión de Riesgos. *Carlospadron2502@gmail.com*

RESUMEN

La investigación surge en los términos de generar una propuesta metodológica para evaluar vulnerabilidad física, específicamente a edificaciones de uso residencial ubicadas en asentamientos urbanos populares y expuestas particularmente a la ocurrencia de movimientos en masa activados por lluvia. Se desarrolla una función que mide la susceptibilidad ante procesos de remoción en masa y el grado de susceptibilidad de los elementos expuestos. La susceptibilidad por movimientos en masa se obtiene a partir de un modelo geoespacial basado en la medición y evaluación de distintas variables fisiográficas para determinar zonas potencialmente inestables. Respecto al grado de susceptibilidad de los elementos expuestos, se obtiene conforme a la ponderación de 4 factores: la susceptibilidad por el número de niveles o carga que produce la estructura sobre el terreno, la susceptibilidad según diseño y tipología de construcción, la susceptibilidad producida por deterioro y daños en la estructura y la susceptibilidad del entorno generada por elementos antrópicos, información que se recoge mediante un instrumento denominado ficha de vulnerabilidad física, contentiva de una serie de indicadores asociados a cada factor. Apoyados en los sistemas de información geográficos se realizan operaciones de álgebra de mapas para obtener el grado de susceptibilidad de los elementos expuestos y la vulnerabilidad física por cada estructura evaluada. Se definen 4 niveles de vulnerabilidad física y se proponen 7 categorías de evaluación que permitirán establecer medidas en planes de transformación integral de barrios en zonas urbanas.

Palabras clave: Vulnerabilidad física, movimientos en masa, asentamientos urbanos populares, planificación territorial.

INTRODUCCIÓN

Los movimientos en masa, primordialmente los deslizamientos, actualmente se han convertido en un problema urbano de las principales ciudades Latinoamericanas. Cifras para nada alentadoras como las publicadas por el Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNISDR) y el Observatorio Sismológico y Geofísico del Sur Occidente de Colombia - Corporación OSSO (2013) indican que durante el año 2011 al menos un 53% de las viviendas en la región resultaron destruidas por la ocurrencia de deslizamientos y un 28% de la población perdieron la vida a causa del mismo peligro; en valores absolutos, entre el año 2010 y 2011 “se registraron más de 1000 pérdidas de vidas humanas y más de 10 mil viviendas destruidas”.

Al analizar tales cifras, preocupa el hecho cómo algunos países del continente a consecuencia del desarrollo, exponencialmente vienen incrementando la ocupación de los pocos territorios disponibles en las grandes ciudades, espacios que por lo general presentan

características topográficas muy abruptas y requieren tratamientos ingenieriles complicados para su uso. No en todos los casos, pero algunos gobiernos y sus instituciones no utilizan estos espacios para desarrollos urbanos o extensión de la ciudad, ya que requieren grandes inversiones en movimientos de tierra y obras de contención; casi siempre, estas áreas se descartan por los altos costos que generan en la construcción de la llamada ciudad formal.

Sin embargo, una realidad se vislumbra en la cotidianidad de las poblaciones carentes de tan importante derecho humano: la vivienda, porque lo que podría ser descartado por el estado se convierte en una oportunidad para una población excluida, quienes materializan su necesidad en la ocupación de los espacios sin ningún potencial urbanístico. Así pues, entre tantos factores y circunstancias nacen las llamadas ocupaciones ilegales, invasiones, asentamientos humanos, en fin, cualquiera sea el término, lo indiscutible es el origen y creación de estos territorios bajo la mirada desinteresada de los gobiernos y sus instituciones.

A partir del inminente crecimiento y desarrollo de la población urbana popular y el impulso por la búsqueda de respuestas, se presenta una propuesta metodológica con el fin de reducir la vulnerabilidad física buscando las mejores alternativas compatibles con el desarrollo social, económico y ambiental de los barrios, iniciativa que seguramente servirá a los investigadores, planificadores y tomadores de decisión como parte de la planificación y ordenación en el uso de los espacios urbanos.

La propuesta metodológica para el análisis de la vulnerabilidad física ante la ocurrencia de movimientos en masa consiste en la construcción de un modelo cualitativo que se apoya en los llamados Sistemas de Información Geográfica para el procesamiento espacial y la obtención de los resultados. El modelo generado para la evaluación de estructuras expuestas a movimientos en masa, permitirá entre otras cosas, orientar a los entes gubernamentales o locales en un mejor aprovechamiento y uso de la tierra urbana acorde al marco jurídico legal vigente.

1. METODOLOGÍA

El desarrollo de la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad física pasa inicialmente por la identificación de la amenaza por movimientos en masa, así como también la ubicación de los principales elementos expuestos en zonas propensas a movimientos en masa, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta de apoyo en la obtención de la información cartográfica.

En particular se usa la información de carácter físico natural relacionada con la zona seleccionada, lo que incluye adquisición de fotografías aéreas, mapas, hojas cartográficas en escalas disponibles, datos climatológicos y datos de población, entre otros. Para la elaboración de los mapas de susceptibilidad por movimientos en masa con su respectiva base de datos atributiva, se procede en primer lugar a la digitalización y georeferenciación de los mapas geológicos, geomorfológicos, y estructurales disponibles. Los datos se almacenan en diferentes capas, según la naturaleza de la información que representan

(datos geológicos, geomorfológicos o estructurales) en el sistema de coordenadas UTM - REGVEN a escala 1:5000. El programa utilizado para la creación y estructuración de la base de datos es el ArcGIS 9.3.

Luego de digitalizar y almacenar toda la información, se crean los diferentes mapas temáticos que posteriormente se usarán para la elaboración del mapa de orientación geotécnica y el modelo de susceptibilidad a movimientos de remoción en masa. En este sentido, se generan submodelos con sus respectivos factores de medición, como se detallan a continuación: *Submodelo Litológico*, *Submodelo Clinométrico*, *Submodelo de Estabilidad Geométrica de Laderas*, *Submodelo del Relieve*, *Submodelo geomorfológico*.

1.1 Actualización cartográfica y catastral

Con el uso de los sistemas de información geográfica se determina y analiza la base cartográfica de la zona en estudio correspondiente al catastro urbano, en otras palabras, la información cartográfica para la ubicación de las estructuras expuestas y pasa por la obtención de los mapas catastrales de las distintas organizaciones sociales que hacen vida en las zonas urbanas populares, información indispensable para el proceso de evaluación y análisis de la vulnerabilidad física estructural de las edificaciones.

En este sentido, se utiliza información planimétrica en formato shapefile (shp) a escala 1:2.500 elaborada por la Oficina Técnica Nacional para la Regularización y Tenencia de la Tierra Urbana (2006), así como fotoplanos de la Ciudad de Caracas (2010 y 2011), realizados por el Gobierno del Distrito Capital. De igual manera, es importante la consulta de imágenes satelitales de Google Earth para los años disponibles en la aplicación.

1.2 Análisis de la vulnerabilidad física

El análisis de la vulnerabilidad física será el proceso mediante el cual se determinará el nivel de posibles daños y pérdidas ante amenaza por movimientos en masa. Consistirá en la identificación y evaluación de los elementos vulnerables y la estimación del porcentaje de pérdidas resultantes del peligro analizado. Para esto es importante conocer, cuáles son los factores o causas que conllevan a la construcción de vulnerabilidad y hacia su eventual reducción.

El estudio detallado de la vulnerabilidad física se realiza en base a un análisis estadístico descriptivo a partir de los datos obtenidos con un instrumento de recolección de datos denominado *ficha de vulnerabilidad física*. A través del instrumento se recoge la información necesaria para evaluar los escenarios de daños y pérdidas potenciales ante movimientos en masa de las principales localidades del área en estudio.

De igual manera, el análisis de vulnerabilidad física ante movimientos en masa se realiza bajo dos técnicas: la técnica cualitativa y el método heurístico. La técnica *Cualitativa* consiste en la selección de variables que permitan el análisis de vulnerabilidad física, en función de los movimientos en masa, dando origen a la medición de niveles de vulnerabilidad física por cada estructura evaluada. La metodología cualitativa comprende el análisis de las edificaciones utilizando las variables: tipología de construcción, estado de

conservación, evidencias locales de daños en el terreno, ubicación respecto a la amenaza identificada y número de niveles de la edificación.

Por otro lado, el *Método Heurístico* se entiende como un procedimiento alternativo en la búsqueda de soluciones basado en las experiencias y trabajos previos, es por ello que se concibe la asignación de una ponderación a cada variable seleccionada con el sustento teórico de la revisión bibliográfica y trabajos previos validados en la investigación.

Asimismo, para el respectivo análisis de vulnerabilidad física según las variables e indicadores desarrollados, se establecen rangos de medición a través del método heurístico con apoyo de estadísticas del total de los datos obtenidos en campo según el caso de estudio. De igual manera, con el uso de programas básicos para cálculos estadísticos (Excel y SPSS), se diseñan distintas combinaciones matriciales de los indicadores a fin de obtener las valoraciones por cada indicador evaluado, dando como resultado factores cuantificables que serán usados para el discernimiento del nivel de vulnerabilidad física de las edificaciones. Para tal fin se plantea una tabla descriptiva contentiva de las variables e indicadores evaluados, dividida en cuatro rangos o niveles.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño del modelo desarrollado se apoya en los fundamentos teóricos de Uzielli y otros (2008), así como en Du y Nadim (2013) para la evaluación de movimientos en masa usando métodos cuantitativos, con el fin de obtener curvas de daños en los análisis de vulnerabilidad física en función de la susceptibilidad de los elementos expuestos y la intensidad del evento. En tal sentido, el objetivo del presente trabajo de investigación no persigue alcanzar índices de vulnerabilidad, menos diseñar curvas de daños, porque como bien se explica en la metodología, la propuesta a presentar es de corte cualitativo, por ende, aplicar la propuesta original tal cual como se concibe, limita los resultados y objetivos planteados, sin embargo, el modelo propuesto para la presente investigación, adopta la función original de Du y Nadim (2013) ajustado en base a las variables consideradas.

De los estudios previos propuestos por Uzielli y otros (2008), Du y Nadim (2013) plantean que la susceptibilidad de los elementos expuestos y la intensidad del evento permiten el cálculo de la vulnerabilidad física, donde a su vez, el método para la obtención de ambas funciones dependen de un grupo de factores determinantes. En cuanto a la susceptibilidad depende de 4 factores, como son: el referente al tipo de estructura, al estado de conservación, a causa del año de construcción y el relativo a la dirección del movimiento respecto a la posición longitudinal de la estructura.

En este sentido, adoptando el modelo de Du y Nadim (2013) se propone como modelo cualitativo para la evaluación de vulnerabilidad física ante la ocurrencia de movimientos en masa la siguiente ecuación, ajustada a los factores inherentes de la realidad local del territorio y al sistema de variables diseñado. Se tiene entonces:

$$V_f = f(S_e, S)$$

Donde:

V_f : Vulnerabilidad Física

S_e : Susceptibilidad de los elementos expuestos

S : Susceptibilidad a movimientos en masa

Entendiendo que para el modelo propuesto, la vulnerabilidad física será función de la *susceptibilidad* (elementos expuestos) y de la susceptibilidad ante la ocurrencia de los movimientos en masa. Ahora bien, de acuerdo a la ecuación de Du y Nadim (2013) para la obtención del factor de susceptibilidad a los elementos expuestos, se propone la ecuación modificada y ajustada de acuerdo a las variables presentadas. Para ello, se define al grado de susceptibilidad de los elementos expuestos como:

$$GS_e = 1 - (1 - S_{Est}) * (1 - S_N) * (1 - S_{Det}) * (1 - S_{Ent})$$

Donde:

GS_e : Grado de susceptibilidad de los elementos expuestos

S_N : Susceptibilidad producida por el número de niveles en la estructura

S_{Est} : Susceptibilidad por la tipología de construcción

S_{Det} : Susceptibilidad producto del deterioro de la estructura

S_{Ent} : Susceptibilidad del entorno adyacente a la estructura.

Como bien se puede observar, partiendo de la ecuación original de Du y Nadim (2013), los factores de susceptibilidad según el tipo de estructura y la susceptibilidad por el estado de conservación se mantienen como parte del fundamento propio de la ecuación, no obstante, a propósito del modelo propuesto para la presente investigación, el factor de susceptibilidad respecto al año de construcción se sustituye por el factor de susceptibilidad provocado por el entorno adyacente a la estructura evaluada.

Dicho cambio se propone en función de que para Venezuela utilizar la variable *año de construcción* está referida específicamente al cumplimiento de la norma sismorresistente, o en su defecto, para evaluar la vida útil de la edificación. Ante la ocurrencia de eventos sísmicos o movimientos en masa, aunque los daños pudieran ser similares, hay que dejar claro que los procesos son distintos. De igual manera, se presume que las zonas urbanas populares no cumplen con las normativas técnicas de sismorresistencia, por ende, también se desconoce alguna norma constructiva que avale su estabilidad ante cualquier otro evento.

2.1 Susceptibilidad por tipología de construcción (S_{Est})

Para obtener el factor de susceptibilidad por la tipología de construcción se adopta la propuesta de Heinimann (1999) sobre la clasificación de los distintos diseños constructivos, ajustado en la presente investigación a partir de las normativas técnicas vigentes en cuanto a las tecnologías constructivas, entre las que se destacan: COVENIN-MINDUR. 2002-1988 (Criterios y Acciones Mínimas para el proyecto de edificaciones); COVENIN 1618-1998 (Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites); COVENIN 1756-2001 (Edificaciones Sismorresistentes) y FONDONORMA 1753-2006 (Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural). Asimismo, de acuerdo a Grases y otros

(2010) y Sánchez (2004) se clasifican las tipologías constructivas en Venezuela de interés social.

Sánchez (2004) señala que el proceso evolutivo de los diferentes sistemas constructivos empleados en nuestro país, para el desarrollo de viviendas de interés social comprende dos grupos: los sistemas constructivos tradicionales artesanales y los sistemas constructivos industrializados. Referente a los sistemas tradicionales, estos se caracterizan por el uso de los materiales constructivos como el adobe, tapia y bahareque. Por otra parte, los sistemas industrializados se clasifican en sistemas constructivos tradicionales, sistemas constructivos prefabricados y los sistemas constructivos especiales.

Es importante resaltar que los sistemas de construcción tradicional son los más usados como técnica constructiva en las zonas de barrios, las cuales originalmente partieron de viviendas tipo *ranchos*, definido según INE (2013) como “local utilizado para vivienda familiar construido con materiales de desecho tales como tablas, cartón, caña y similares”, y con el tiempo se han ido modificando en base al desarrollo de la ciudad, entre otros factores. Es por eso que hoy día podemos encontrar zonas urbanas con precarias condiciones de habitabilidad dado al gran número de viviendas tipo “ranchos”, más aún en zonas inestables; en este sentido, como parte de la investigación se tomará en cuenta la evaluación y ubicación de este tipo de vivienda.

Partiendo de la clasificación de Heinimann (1999) y en base a las normas técnicas de Venezuela, así como la clasificación de Sánchez (2004), se definen las tipologías constructivas a caracterizar en la presente investigación y así obtener el factor de susceptibilidad relativo a la tipología constructiva (Tabla 1).

Tabla 1. Factor de susceptibilidad de estructuras según Heinimann (1999).

TIPOLOGIA ESTRUCTURAL	RESISTENCIA	Factor S_{Est}
Estructuras Simples	Extremadamente baja	1.00
Estructuras ligeras	Muy baja	0.90
Mampostería No Confinada y Estructuras Híbridas	Baja	0.70
Mampostería Confinada	Media	0.50

Fuente: Tomado y modificado de Heinimann (1999).

De acuerdo a datos tomados como soporte de MINMINAS (2015) se define cada tipología constructiva (ver tabla 1).

- **Construcciones simples:** consisten en edificaciones que no poseen una estructura definida, de carácter improvisado, generalmente construidas utilizando materiales precarios o de recuperación. Entre estas se incluyen las edificaciones en proceso de construcción y las construidas con materiales de recuperación (tipo rancho).
- **Construcciones ligeras:** Son edificaciones construidas con materiales tradicionales o de baja calidad, con un sistema estructural de muros cargueros. Dentro de esta tipología se incluyen las edificaciones construidas con materiales como adobe, bahareque, madera bruta y las estructuras livianas prefabricadas.

- **Mampostería No Confinada y Estructuras Híbridas:** Sistema de muros portantes de unidades de mampostería de arcilla o concreto, unidas por medio de mortero, que no presenta confinamiento con elementos de concreto reforzado. Los sistemas híbridos o mixtos se corresponden a dos o más sistemas estructurales y no se determina uno como predominante. No se consideran las construcciones ligeras ni las construcciones simples.
- **Mampostería Confinada:** Sistema de muros de unidades de mampostería de perforación vertical, perforación horizontal o maciza, ya sean de arcilla o concreto, unidas por mortero. Se construye utilizando muros de mampostería rodeados de elementos de concreto reforzado vaciados después de la ejecución del muro y que actúan monolíticamente con éste. También se considera la mampostería estructural confinada con perfiles de acero, que consiste en un “sistema estructural de muros portantes, constituido por paredes de mampostería y confinados con perfiles de acero. El muro así ensamblado se considera un elemento portante capaz de resistir las acciones provenientes de cargas verticales” (Acosta, 2014).

2.2 Susceptibilidad por número de niveles (S_N)

Algunos autores refieren cómo se comporta una estructura de acuerdo a la cantidad de niveles y en la mayoría de los casos reportan que la relación depende del tipo de movimiento y la ubicación del elemento respecto a la amenaza. Por ejemplo, si ocurren deslizamientos independientemente del número de niveles, la estructura podría verse afectada seriamente, en cambio un movimiento tipo flujo probablemente ocasione impacto en los niveles más bajos si se trata de una edificación de varios niveles. De acuerdo a los trabajos de Cifuentes (2011) Cuadros y Zambrano (2012), las estructuras simples o confinadas con máximo 2 niveles tienen un comportamiento favorable ante las sollicitaciones del terreno, considerando además que estructuras con más de 2 niveles podrían sufrir efectos de desplazamientos verticales y cargas laterales que comprometan su estabilidad durante el movimiento del terreno.

A partir de estas consideraciones, y en base a la propuesta de MINMINAS (2015) adaptado para el presente trabajo, se tiene que para el factor de susceptibilidad por el número de niveles se categorizan 3 renglones con su correspondiente factor (tabla 2). Importante detallar que la propuesta de MINMINAS (2015) categoriza en cuanto a la tipología constructiva; para efectos de la presente investigación se hace una adaptación en base al trabajo de Cifuentes (2011) Cuadros y Zambrano (2012) para el número de niveles y su comportamiento.

Tabla 2. Factor de Susceptibilidad (S_N) por el Número de Niveles.

Número de Pisos	Factor
≤ 2	0.05
3	0.60
> 4	0.90

Fuente: Tomado y modificado de MINMINAS (2015) y adaptado según Cifuentes (2011) Cuadros y Zambrano (2012).

Un aspecto a tomar en cuenta, aunque el factor susceptibilidad por el número de niveles lo que indica es justamente como podría comportarse la estructura durante un movimiento producido por las sollicitaciones del terreno, éste factor puede ser un valor intrínseco del número de personas en una estructura respecto a sus condiciones de habitabilidad.

2.3 Susceptibilidad por deterioro y daños en la estructura (S_{Det})

Como bien se conoce, toda construcción o toda obra de ingeniería tiene una vida útil y esta condición depende del estado de conservación y mantenimiento a la que se someta. En las zonas urbanas populares particularmente esta condición es uno de los factores que propician mayor susceptibilidad del elemento expuesto, debido a la manera como fue el proceso de ocupación del espacio, por la falta de planificación, o quizás más grave, sin el mínimo reconocimiento del espacio. Si bien se está considerando evaluar las estructuras expuestas a los movimientos en masa, sólo el hecho de un estado precario en su conformación física puede ser el causante ante cualquier evento de un hecho lamentable para la población. De allí que la población juega un papel preponderante en el cuidado y mantenimiento de la edificación, que a su vez repercute en el hábitat y el sistema ambiental. En tal sentido, según la propuesta de Du y Nadim (2013) se describen los factores de susceptibilidad generados por los daños y el deterioro de la estructura (tabla 3).

Tabla 3. Factor de Susceptibilidad por Daños y Deterioro de la Estructura (S_{Det}).

Descripción	Factor
No se observan daños en el entorno o de elementos que puedan comprometer a la estructura.	0.00
Se observan procesos naturales y antrópicos que dan indicios de movimientos en el terreno sin afectaciones a la estructura.	0.30
Se observan evidencias físicas que pueden comprometer la estabilidad de la estructura y de los elementos expuestos en las adyacencias.	0.60
Factores y procesos que comprometen la estabilidad de la estructura y de las estructuras adyacentes.	0.90

Fuente: Tomado y modificado de Du y Nadim (2013).

2.4 Susceptibilidad por factores del entorno (S_{Ent})

La propuesta original de Du y Nadim (2013) considera el factor de susceptibilidad que produce la direccionalidad del movimiento en masa sobre el elemento expuesto, factor que se consigue únicamente con ensayos muy específicos en el terreno, por mencionar, la superficie de despegue de un deslizamiento donde se mide el ángulo, así como la velocidad a la que se mueve el terreno desplazado. Todas estas consideraciones además de ser complejas en su determinación son aplicables para modelos cuantitativos, ya que se requiere de la rigurosidad de los datos para el diseño de las curvas de vulnerabilidad. Por otra parte, para analizar la susceptibilidad que produce la direccionalidad del movimiento en masa se considera que ocurre en condiciones naturales, sin tomar en cuenta los factores antrópicos. En ese sentido, ya que para la presente investigación no se puede determinar tal información, se propone evaluar la susceptibilidad que se origina en el entorno de la estructura evaluada provocada por los factores antrópicos según la tabla 4.

Tabla 4. Factor de Susceptibilidad por el Entorno y Factores Antrópicos (S_{Ent}).

Descripción	Factor
No se observan evidencias de daños en la estructura, mampostería y acabados.	0.00
Daños superficiales solamente en los acabados.	0.05
Deformaciones leves. Se aprecian fisuras no mayor a 1mm.	0.25
Deformaciones moderadas (Pandeo de los elementos estructurales)	0.50
Deformaciones graves en la estructura por inclinaciones fuera de su plano vertical.	0.75
Deformaciones muy graves en la estructura y mampostería con fallas por aplastamiento.	1.00

Fuente: Padrón (2015).

2.5 Grado de susceptibilidad de los elementos expuestos

Según las tablas correspondientes a cada factor de susceptibilidad (ver tablas 1, 2, 3 y 4) los datos estructurados en la base de datos se asocian para la obtención del grado de susceptibilidad. Cada uno de los ítems evaluados tiene un peso asignado de acuerdo al criterio y experticia del autor de la presente investigación utilizando técnicas de análisis multicriterio (método heurístico), tomando en consideración valores entre 0 y 1 para cada campo, entendiendo que el valor 1 se considera mayor probabilidad de daño y 0 no produce daño.

Con los factores definidos para cada tipo de susceptibilidad (en relación a los elementos expuestos según las tablas 1, 2, 3 y 4), se diseña una base de datos SQL (usando Microsoft Access), el cual automáticamente realizará las operaciones aritméticas de acuerdo a los factores que arrojó el proceso de validación de los ítems seleccionados, generando así el grado de susceptibilidad de los elementos expuestos según la tabla 5.

Tabla 5. Grado de susceptibilidad de los elementos expuestos.

G _{SE}	Rango
<i>Muy Alta</i>	0.56-1.00
<i>Alta</i>	0.21-0.55
<i>Media</i>	0.06-0.20
<i>Baja</i>	0.00-0.05

Fuente: Tomado y modificado de MINMINAS (2015).

2.6 Determinación de la vulnerabilidad física con el uso de SIG

La vulnerabilidad física se obtiene a partir de los datos levantados y disponibles en la base de datos SQL, donde a cada estructura se le asocia el grado de susceptibilidad (G_{SE}) respecto al código catastral como referencia espacial. La estructura de datos diseñada permite correlacionar cada uno de los datos levantados respecto a la ubicación espacial de la parcela (código catastral) indispensables para la determinación de la vulnerabilidad física de las estructuras. Los datos cargados y disponibles en la base de datos, ahora se deben convertir en datos geográficos, por lo que se propone la siguiente metodología.

Con el uso de la herramienta SIG, usando el software Arcgis 9.3 se convertirá la información disponible en la base de datos en datos espaciales, y a su vez, se realizará la unión de los

datos convertidos en función de la cartografía temática de susceptibilidad a movimientos en masa (figura 1).

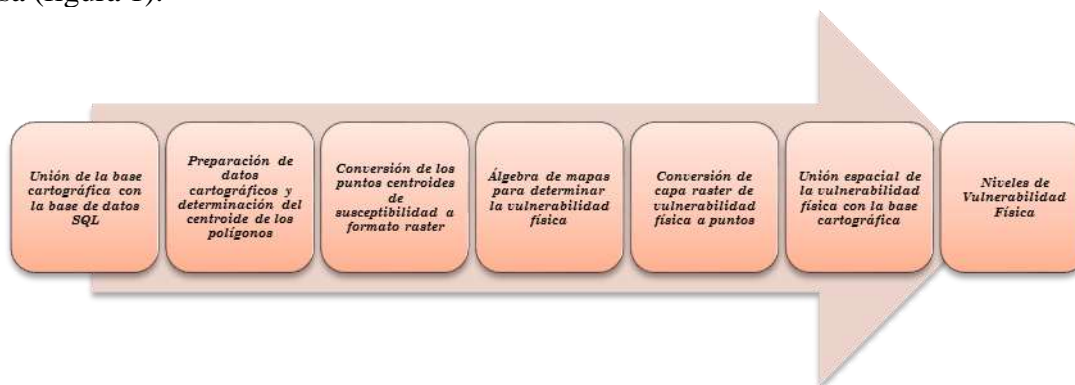


Figura 1. Diagrama de procesos para determinar la vulnerabilidad física.

Sistematizando la información referente al grado de susceptibilidad de los elementos expuestos y la susceptibilidad a movimientos en masa, se categorizan y describen los niveles de vulnerabilidad que serán usados como resultados finales de la presente investigación. De la misma forma, los colores aplicados identificarán el nivel en la cartografía temática de salida luego de realizados cada uno de los procesos descritos en la propuesta metodológica, como también cada color tiene un valor asociado del 1 al 4, siendo la relación: 1 (verde), 2 (amarillo), 3 (anaranjado) y 4 (rojo). Estos valores adimensionales son usados tanto en la base de datos como en la tabla atributiva de la herramienta SIG para correlacionar los resultados obtenidos de acuerdo a cada nivel y etiquetar la cartografía temática según cada nivel (tabla 6).

Tabla 6. Niveles de vulnerabilidad y descripción.

VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
BAJA	Estructura que cumple con las normativas vigentes de construcción localizadas en zonas topográficamente estables o cuentan con obras ingenieriles de contención (las ubicadas en cortes o terraplén). Las estructuras presentan buen estado de conservación y no exhiben daños aparentes producto de las solicitaciones impuestas por el terreno. Las edificaciones cuentan con sistemas de aguas blancas y servidas empotrados sin que produzcan afectaciones al entorno.
MEDIA	Edificación reforzada localizada en zonas topográficamente estables pero no cuentan con obras de contención. La estructura presenta indicios de deterioro superficial sólo en los acabados. Se observan procesos naturales y antrópicos leves que pudieran propiciar movimientos del terreno sin afectaciones a la estructura.
ALTA	Edificaciones de construcción tradicional (con más de 2 niveles) de las tipologías constructivas mampostería confinada, no confinada o mixta, así como estructuras ligeras. Se localizan en zonas susceptibles ante la ocurrencia de movimientos en masa, por lo que se evidencian daños moderados a fuertes en la estructura que comprometen su estabilidad. Se observan daños evidentes en el entorno inducido por el factor antrópico. Las estructuras pueden estar adosadas a otras edificaciones con defectos constructivos.
MUY ALTA	Estructuras construidas con los sistemas de mampostería confinada, no confinada o mixta, estructuras ligeras y construcciones simples localizadas en susceptibles ante la ocurrencia de movimientos en masa. Se observan daños graves en la estructura y un marcado deterioro de los elementos que la componen. En el entorno se observan daños de consideración que inciden en la aceleración de los movimientos del terreno, como grietas y hundimientos. Las edificaciones no cuentan con un sistema o red de aguas blancas o servidas, y de tenerlo se encuentra en un estado precario.

Fuente: Padrón (2015).

3. CONCLUSIONES

A lo largo de la investigación se precisó que los movimientos en masa serán a futuro, sino el principal, el más importante problema urbano a consecuencia del desarrollo. Sin

embargo, las comunidades expuestas a movimientos en masa no necesariamente se consideran en riesgo, por tanto, identificar las áreas potencialmente susceptibles a estos peligros ejecutando acciones de planificación, control y seguimiento bajo las normativas vigentes de construcción permitirán reducir la vulnerabilidad, incluso modificar patrones de ocupación urbana. A pesar de esta aseveración, se encontró que los asentamientos urbanos informales específicamente de Caracas regularmente se ubican en las zonas susceptibles a movimientos en masa, contraponiendo las acciones del estado y sus instituciones en la formulación de planes, proyectos o establecimiento de reglamentos técnicos.

El diseño de la propuesta metodológica se instituye en una función que depende del grado de susceptibilidad de los elementos expuestos y la susceptibilidad ante la ocurrencia de movimientos en masa a partir del enunciado de Du y Nadim (2013) evaluando 4 factores: el número de niveles en la estructura, la tipología de construcción, el daño físico (deterioro) de la estructura y el entorno adyacente a las edificaciones. Cada uno de estos factores de susceptibilidad se evalúan por separado de acuerdo a las variables e indicadores diseñados para la presente investigación, medidos con valores entre 0 y 1 usando tablas descriptivas que detallan el nivel de daño potencial ante la ocurrencia de un movimiento generador de fuerzas o sollicitaciones sobre la estructura.

De acuerdo a los resultados que arroja la investigación, se puede decir que la formulación de la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad física ante la ocurrencia de movimientos en masa concuerda apropiadamente conforme a los objetivos planteados, por tanto los resultados obtenidos son satisfactorios en la evaluación de estructuras ubicadas en zonas urbanas populares y zonas informales en correspondencia a los registros históricos para el área de estudio.

En tal sentido, ésta investigación incentiva la acción estatal, municipal y comunal para impulsar programas de rehabilitación, mejoramiento, sustitución de viviendas y/o reasentamiento de familias en zonas de barrios expuestas a movimientos en masa, promoviendo la ocupación sustentable (adecuada y en zonas aptas) del espacio vital, en favor de fortalecer la gestión del desarrollo comunal, la ocupación armónica del hábitat, el equipamiento urbano y la gestión de riesgos.

La cartografía temática generada en la presente investigación se elaboró a una escala planimétrica catastral de 1:2.500, con el fin de realizar el análisis de vulnerabilidad física a detalle por cada una de las edificaciones expuestas a movimientos en masa. La escala de publicación se realizó a 1:10.000 cumpliendo con la normativa convencional establecida por los organismos gubernamentales competentes en el área de investigación.

4. AGRADECIMIENTOS

A la Alcaldía del Municipio Bolivariano Libertador a través del Instituto Municipal de Gestión de Riesgos y Administración de Desastres (IMGRAD). Un reconocimiento muy especial a la Dirección de Gestión de Riesgos, a todo su personal, técnico, administrativo y obrero. Asimismo, a la Universidad Central de Venezuela, la Facultad de Humanidades y

Educación, la Comisión de Postgrado y a todo el personal docente, administrativo de la Escuela de Geografía, en particular a la Dra. Virginia Jiménez por su paciencia, consejos y orientaciones técnicas en la elaboración de la presente investigación.

5. REFERENCIAS

Acosta, D. (2014). *Vivienda de mampostería confinada con perfiles de acero*. 1ra edición. Biblioteca popular de sismología Venezolana. Vivienda segura ante amenazas naturales. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas–FUNVISIS. Caracas.

Cifuentes, D. (2011). *Modelación de vulnerabilidad física de estructuras de uno y dos pisos, asociada a deslizamientos*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

COVENIN 1618-1998 (1999). *Estructuras de acero para edificaciones. Método de los estados límites*. FONDONORMA. Ministerio del Desarrollo Urbano. Dirección general sectorial de edificaciones. Caracas.

COVENIN 1756-2001 (2001). *Edificaciones sismorresistentes*. FONDONORMA. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Caracas.

COVENIN 1753-2006 (2006). *Estructuras de concreto armado para edificaciones. Análisis y diseño*. FONDONORMA. Caracas.

COVENIN-MINDUR 2002-1988 (1988). *Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones*. FONDONORMA. Ministerio del Desarrollo Urbano. Caracas.

Cuadros, A. y Zambrano, S. (2012). *Metodología para la cuantificación de pérdidas económicas en corredores viales por deslizamientos y avalanchas: Caso piloto aplicado a tres tramos de la vía concesionada Bogotá-Villavicencio para deslizamientos superficiales* (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá-Colombia.

Du, Y. & Nadim, L. (2013). *Quantitative vulnerability estimation for individual landslides*. Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. París.

Grases, J.; Gutiérrez, A.; Salas, R. (2010). *Historia de la Ingeniería Estructural en Venezuela*. Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Boletín 20. Caracas.

Heinimann, H.R. (1999). *Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren-Fallbeispiele & Daten*. Umwelt-Materialien NR. 107/II. Naturgefahren.

Instituto Nacional de Estadística (2013). *Metadatos de vivienda como unidad de observación*. Gerencia General de Estadísticas Demográficas. Caracas.

MINMINAS. (2015). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Servicio Geológico Colombiano. Bogotá.

Padrón, C. (2015). *Propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad física ante movimientos en masa. Caso estudio: asentamientos urbanos populares de la Carretera Vieja Caracas-La Guaira* (Tesis de Maestría). Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Sánchez, M. (2004). *Estudio de los diferentes sistemas constructivos aplicados al desarrollo de viviendas de interés social en Venezuela: vivienda productiva para el sector "La Toma" Municipio Rangel del Estado Mérida* (Tesis de grado). Escuela de Arquitectura. Universidad de Los Andes. Mérida.

UNISDR y Corporación OSSO (2013). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011. Tendencias y estadísticas para 16 países*. Extraído el 10 de julio de 2015 de http://eird.org/americas/noticias/Impacto_de_los_desastres_en_las_Americas.pdf

Uzielli, M., Nadim, F., Lacasse, S. & Kaynia, A. M. (2008). *A conceptual framework for quantitative estimation of physical vulnerability to landslides*. Engineering Geology 102. 251-256.

ANÁLISIS DE DAÑOS AL ECOSISTEMA URBANO EN LAS OBRAS DE AMPLIACIÓN DE LA AUTOPISTA VALLE-COCHE, CARACAS

Rafael Páez¹

¹Instituto de Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, e-mail: *arkitectoniko@gmail.com*

RESUMEN

Para construir la ampliación elevada a la autopista Valle-Coche, sentido este, en Caracas, durante el año 2015 fue realizada una desmedida deforestación de árboles frondosos, adultos y sanos que, además de servir de ornato, constituían un pulmón vegetal como parte del equilibrio medio-ambiental de la ciudad para frenar el incremento de temperatura, equilibrar el grado de humedad y protección a las riberas del río El Valle. El objetivo general consiste en analizar este sistema vial que fue elevado sobre columnas, desde el distribuidor La Bandera hasta Bello Monte; implantadas algunas de ellas en medio del cauce del mencionado río, disminuyendo en un tercio el ancho disponible en lugares donde es más estrecho su arroyo. La metodología empleada permitió realizar un estudio crítico de los conceptos estructurales seleccionados para la construcción de esta vialidad; lo cual, entre otras consecuencias, ocasionará un inminente desbordamiento de las aguas que pondrá en peligro las vidas, viviendas precarias, enseres y comercios adyacentes. Entre los resultados obtenidos se establece que los errores cometidos se han tornado irreversibles y podrían constituir un daño al ecosistema urbano. Se recomienda así que lo ocurrido debe ser examinado también bajo una óptica jurídico-legal previendo la existencia de daños ambientales. Además, en cuanto al calentamiento global, la sensación de calor que ha aumentado en Caracas y falta de lluvias son consecuencias de malas prácticas de ampliaciones viales adoptadas; además que este río, lejos de convertirse en un drenaje sanitario semicubierto, tarde o temprano reclamará su cauce a un alto costo social.

Palabras clave: Autopista Valle-Coche, conceptos estructurales, ecosistema urbano, estudio crítico, sistema vial.

INTRODUCCIÓN

La autopista Valle-Coche, en la ciudad de Caracas, es la principal vía rápida de comunicación vehicular desde y hacia el occidente del país. Ésta, además de coadyuvar al ingreso a la capital, es simultáneamente un camino de paso para el tránsito automotor que se traslada hacia el oriente, Los Llanos centrales o el Litoral, mucho de los cuales son de carga pesada y que no necesariamente requieren hacer escala en dicha metrópoli.

Por años esta vialidad ha significado un problema principalmente en las horas de mayor afluencia diaria, donde se alcanza prácticamente paralizar el movimiento de vehículos³⁹.

³⁹ Se estima que en horas de la mañana transitan 235 mil vehículos de acuerdo con información aparecida en el portal digital: <http://www.avn.info.ve/contenido/gobierno-nacional-inaugura-ampliacion-de-la-autopista-valle-coche>

El gobierno nacional inició los trabajos de ampliación en la Valle-Coche, sentido este (hacia Plaza Venezuela), que abarcó los tramos comprendidos desde el Sector Longaray en la parroquia El Valle, La Bandera, Los Ilustres, Santa Mónica, Los Chaguaramos hasta el sector Bello Monte del municipio Baruta.

La “solución vial” conllevó a la deforestación de árboles adultos y sanos de distintas especies frondosas, que formaban parte de la biodiversidad⁴⁰ en el medio urbano, contribuían a las condiciones ambientales mediante la transformación del dióxido de carbono en oxígeno y además servían de ornato ya que generaban un agradable paisaje natural.

Esta obra de ampliación de la infraestructura urbana también afectó en gran medida el cauce del río El Valle (principal tributario del río Guaire) mediante la implantación de columnas en su cauce y la destrucción desconsiderada y en muchos puntos innecesaria de su embaulamiento, el cual se había conservado en buenas condiciones por varias décadas.

La presente investigación analizará los conceptos estructurales seleccionados para la construcción de esta ampliación; dando respuesta a las siguientes interrogantes: ¿cuáles son los antecedentes de esta intervención que fueron realizados en la misma arteria vial? ¿cuáles han sido sus beneficios inmediatos y su proyección a corto y mediano plazo, para el flujo automovilístico?; se señalarán también los daños ambientales ocasionados al ecosistema urbano debido a la tala desmedida de especies forestales sin disponer de medidas de replantación y reubicación y, desde el punto de vista estructural, la colocación de columnas de concreto armado en el cauce del río El Valle, que reducen el ancho de su cauce, precisamente en áreas donde se encuentra el barrio Los Chaguaramos (viviendas muy precarias construidas bajo un puente) en las cuales el recorrido de éste curso de agua a cielo abierto es el más estrecho.

2. ANTECEDENTES DE LA INTERVENCIÓN VIAL EN LA VALLE-COCHE

La ciudad de Caracas, en los últimos diez o quince años, ha sido sometida a una paulatina destrucción de áreas verdes arborizadas sin que las autoridades hayan tomado las medidas de recuperación, reposición y generación de nuevos espacios que sirvan de pulmón vegetal. En este sentido el número de árboles frondosos se ha visto disminuido considerablemente.

La ampliación de la autopista Valle-Coche, realizada en el año 2015, no ha sido la primera obra que menoscaba la biodiversidad de la capital venezolana. En esta misma arteria vial se han realizado trabajos de intervención que a simple vista pudiesen iniciar con buenas intenciones, en aras de mejorar la calidad de vida, pero que, en abierta contraposición, terminan deteriorando el medio ambiente natural de la ciudad.

Seguidamente se describen las obras que se realizaron en la autopista Valle-Coche con antelación a la ampliación del año 2015:

1.1. Pirámide de cristal en el km 0 de la Valle-Coche

⁴⁰ El concepto de Biodiversidad fue acuñado por Edward Osborne Wilson (1929-) un biólogo y entomólogo de la Universidad de Harvard, en 1986 año en el que presentó un trabajo de investigación, con ese título, para el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de los Estados Unidos.

Entre los años 2007-2008 se ejecutó una remodelación de la isla ubicada en el km 0 de la autopista Valle-Coche. Allí se construyeron un conjunto de módulos de concreto armado uno de los cuales sirve de base para una pirámide de cristal rosado (figura 1), un monumento que no presta utilidad alguna y que sirvió para la desaparición de un importante número de árboles.

La isla de la autopista Valle-Coche era una zona verde que a pesar de estar ubicada frente a los edificios de la Escuela de Guardias Nacionales y ser paso obligatorio para el acceso por la alcabala No 3, al principal Fuerte militar de Venezuela, durante años se había convertido en un depósito a cielo abierto de escombros, residuos sólidos y otros materiales provenientes de demolición de construcciones que no eran precisamente de esa localidad. Ésta obra fue la primera intervención donde se talaron árboles, mediante aserrado y la isla central de la autopista paso de ser un área verde arborizada a una calle de concreto que serviría para la entrada y salida de unidades de radiopatrullas hacia la vía rápida en el sentido a Plaza Venezuela.



Figura No 1. Pirámide de cristal en la isla de la autopista Valle-Coche.
Fuente: Fotogalería “Edificaciones que le sobran a Caracas” Gustavo Bandrés. El Universal, 10/enero/2012.

Las condiciones actuales de esta “área verde” presentan uno terreno que ha sido privatizado por cientos de metros de paredes, que sirve de depósito de materiales de construcción y allí fueron trasplantados apenas 26 árboles provenientes de las obras de ampliación realizada en el año 2015 (figura 2).



Figura No 2. Condiciones actuales de la isla de la autopista Valle-Coche, al fondo el patio de Honor de la Academia Militar de la Guardia Nacional Bolivariana de Venezuela

Fuente: imágenes del autor/

1.2. Retorno a Plaza Venezuela y acceso a alcabala No 3

Un área ajardinada adyacente al hombrillo de la autopista Valle-Coche (sentido Tazón) fue eliminada para construir una rampa de acceso conocida popularmente como “La trocha de

Longaray” (figura 3), la obra fue inaugurada el 21/nov/2013. Se desconoce el destino final de los árboles que allí existían.

Hasta ese entonces la autopista Valle-Coche disponía únicamente de dos puntos de salida (La Bandera y el distribuidor La Gaviota) por lo que esta solución resultó práctica en cuanto al retorno en si hacia Plaza Venezuela y como punto de salida hacia las calles de la parroquia El Valle.



Figura No 3. Rampa de acceso (“trocha de Longaray”) al puente que comunica hacia la alcabala No 3 de Fuerte Tiuna.

Fuente: Imágenes del autor.

A la altura del sector Las Mayas, adyacente al Club de Sub-oficiales de las Fuerzas Armadas, se construyó entre los años 2013-2014, una vialidad similar a la del retorno de Longaray, para que los vehículos accedieran a la autopista Valle-Coche, sentido Tazón. Obra para la cual se deforestaron un grupo de árboles de coníferas.

1.3. Estación Los Ilustres del sistema de transporte Bus Caracas

En el año 2001 comenzó la planificación de un sistema de transporte colectivo similar al Transmilenio⁴¹ que partiría desde una estación ubicada en la ribera norte del río El Valle, en una zona ajardinada adyacente a la autopista Valle-Coche (sector La Bandera).

La obra fue inaugurada el 3/oct/2012 y para la estación “Los Ilustres” (figura 4) se construyeron vías pavimentadas para el ingreso, retorno y salida de las unidades colectivas y rampas de acceso y salida para los pasajeros. Todos estos trabajos conllevaron a la eliminación parcial del área verde que existía entre la autopista sentido hacia Plaza Venezuela y el río El Valle. Los árboles frondosos que fueron talados mediante aserrado resultaron sustituidos por palmas que se secaron al poco tiempo de sembradas.

Figura No 4. Vista de conjunto de la Estación Los Ilustres del sistema de transporte bus Caracas, visto desde el puente La Bandera.

Fuente: imágenes del autor.



⁴¹ Transmilenio o Empresa de Transporte del Tercer Milenio S.A. es la denominación del sistema de transporte masivo que presta servicio en Bogotá.

1.4. Pista de patinaje en el Paseo Los Ilustres

Las áreas verdes del Paseo Los Ilustres se vieron disminuidas por trabajos que se perciben improvisados y poco acertados en su ubicación. Una muestra de ello es la construcción de la pista de patinaje y un módulo de la Policía Nacional Bolivariana sobre los jardines del Paseo Los Ilustres (figuras 5 y 6).

Desde hacía años los habitantes de la ciudad Capital reclamaban destinar un espacio para la actividad de recreación de los jóvenes patinadores. Sin embargo, esta no fue la mejor opción ya que con esta intervención se destruyó parcialmente la arborización mantenida por más de 40 años. Caobos y cedros fueron talados y se modificó el área protectora y retiro del río El Valle para otorgarle un destino absurdo a una de las obras emblemáticas de Caracas construidas por el arquitecto Luis Malaussena bajo el gobierno del General Marcos Pérez Jiménez.



Figura No 5. Vista de la pista de patinaje del Paseo Los Ilustres.

Fuente: Imágenes del autor.



Figura No 6. . Pista de patinaje del Paseo Los Ilustres.

Fuente: Imágenes del autor./

1.5. Rampa de acceso a los túneles de la autopista Valle-Coche, sentido al Cementerio

Una nueva obra fue realizada en la isla del km 0, donde años atrás fue construida la pirámide de cristal rosado (figura 7). Esta vez se trata de una rampa de acceso vehicular para el traslado de tránsito vehicular hacia los túneles que conectan la autopista Valle-Coche con el sentido al Cementerio y construida con la finalidad de evitar el retorno que anteriormente obligaba a llegar hasta el distribuidor la Gaviota ahorrando 1.8 km de recorrido.



Figura No 7. Fase de construcción de la rampa de conexión con los túneles de la autopista Valle-Coche.

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/>

La construcción de la mencionada rampa de acceso para el año 2013 no solo término de destruir las pocas franjas verdes de la intervención realizada en el año 2008 para levantar la pirámide cristalina, sino que se percibe un trazo poco acertado en su recorrido curvo y, además, dispuso columnas de concreto armado en la parte interna de la sede del cuartel de bomberos de El Valle, causando deterioro en trabajos de remodelación que no cumplieran el primer año de haberse concluido.

La intersección de la rampa con el puente ya existente al no disponer de un sobreechanco reglamentario de incorporación ha sido causante de múltiples accidentes (figura 8).



Figura No 8. Rampa de conexión con los túneles de la autopista Valle-Coche.

Fuente: Imágenes del autor

3. La ampliación de la autopista Valle-Coche del año 2015

El gobierno nacional, por medio del Ministerio del Poder Popular para Transporte Terrestre y Obras Públicas, estando al frente de esta cartera el Ing. Haiman El Troudi, inició el 8 de marzo de 2015 la ampliación de la autopista Valle-Coche (figura 9).

Para el 21 de diciembre de 2015, día de la inauguración de la ampliación, este ministerio había pasado por tres titulares: el Ing. El Troudi fue seleccionado candidato a diputado a la Asamblea Nacional y entregó la cartera de dicho Ministerio el 4/sept/2015, estando aún en ejecución los trabajos de ampliación de la Valle-Coche. Lo sustituyó en el cargo José L. Bernardo hasta el 16 de diciembre de 2016 cuando asumió el Ing. Luis Sauce.



Figura No 9. Cartel publicitario con la descripción de la obras de ampliación de la Valle-Coche.

Fuente: Ministerio del Poder Popular para Transporte Terrestre y Obras Públicas

Un mal precedente a la realización de esta obra de ampliación fue la desaparición del Ministerio del Ambiente y su fusión bajo la figura de viceministerio adscrito al de Hábitat y

Vivienda⁴². Decisión que fue rechazada por grupos ecologista y ambientalistas de Venezuela. Pero, que, a su vez, fue modificado el 07/abril/2015, fecha en que fue creado el Ministerio de Ecosocialismo y Aguas⁴³. Se desconoce si en algunos de estos entes gubernamentales fueron introducidos o aprobados los proyectos de impacto ambiental o si algún funcionario adscrito tuvo a su cargo labores de supervisión en el desarrollo de la misma.

Para la ampliación de la Valle-Coche se dispuso un cronograma que estimaba su culminación para noviembre de ese mismo año. Esta obra formaba parte de un conjunto de ampliaciones que se realizarían en las vías expresas de Caracas⁴⁴, con una inversión por el orden de Bs. 60 mil millones en el llamado Plan Contracíclico⁴⁵ de la infraestructura de Caracas. Era indudable la intención electoral que el resultado de estos trabajos causaría en los intereses de obtener, por parte del oficialismo, la mayoría parlamentaria en las elecciones del día 6/diciembre/2015.

La obra amplió en una longitud de 3,5 km de recorrido aumentando la cantidad de carriles de tres más hombrillos a cuatro en ambos sentidos para un total de 7 km.

La ampliación de la autopista Valle-Coche fue la que requirió de una mayor inversión que superó la cifra inicial estimada en más del doble alcanzando Bs 2.230 millones⁴⁶.

3.1 Daños al ecosistema urbano en las obras de ampliación de la autopista Valle-Coche del año 2015

El costo en materia de destrucción del ecosistema urbano para la realización de estos trabajos ha sido alto. Se deforestaron las áreas verdes de las riberas del río El Valle (figura 10). Se calcula que fueron talados (algunos mediante labores nocturnas) con herramienta

⁴² En Gaceta Oficial N°40.489, del jueves 04 de septiembre de 2014, la Presidencia de la República publicó el Decreto N°1.227, que ordenó la supresión de los Ministerios del Poder Popular para el Ambiente y para Vivienda y Hábitat, para así crear el Ministerio del Poder Popular para Vivienda, Hábitat y el Ecosocialismo.

⁴³ En el decreto N° 1.701 publicado en la Gaceta Oficial N° 40.634 del martes 07 de abril de 2015, la Presidencia de la República ordenó la supresión del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo, Hábitat y Vivienda, y crea, de forma separada, los Ministerios para Hábitat y Vivienda, y para Ecosocialismo y Aguas; este último con tres viceministerios: de Gestión Ecosocialista del Ambiente, el de Gestión Ecosocialista de Aguas y el de Manejo Ecosocialista de Desechos y Residuos.

⁴⁴ En segundo orden de importancia en la ciudad capital se emprendió en forma simultánea la ampliación de la autopista Francisco Fajardo, la cual al igual que el caso analizado en esta ponencia también generó cambios contraproducentes en el paisajismo urbano

⁴⁵ El diario Ciudad CCS, del día 09/marzo/2015 publicó la siguiente información: “Un conjunto de 14 nuevas soluciones viales tendrá Caracas en este año según las previsiones del ministro Haiman El Troudi. En primer lugar, serán tres ampliaciones a vías rápidas específicamente en la autopista Francisco Fajardo, la autopista Valle-Coche y en los distribuidores Metropolitano y Boyacá. Igualmente, se construirán dos nuevos elevados en la avenida Intercomunal El Valle y otro en la Cota 905 para conectarla con la avenida Presidente Medina. Otros dos elevados se ejecutarán en la redoma de La India y otra cerca del puente de La Bandera. También se construirán tres distribuidores: uno en Los Ruices, para sustituir el puente que actualmente se ubica en la zona; otro en El Llanito y uno más en el kilómetro 3 de la carretera Panamericana. De igual manera, Caracas tendrá dos nuevas rampas de circulación que conectará el Paseo de La Nacionalidad con Santa Mónica y por último, otra que servirá para enlazar esta misma zona con la autopista Valle-Coche.” Extraído con fines didácticos de <http://ciudadccs.info/gobierno-dio-inicio-a-la-ampliacion-de-la-autopista-valle-coche/>

⁴⁶ Declaraciones de Luis Sauce, ministro de Transporte Terrestre y Obras Públicas <http://www.eluniversal.com/caracas/151221/gobierno-inaugura-ampliacion-de-autopista-valle-coche>

manual y maquinarias entre 850 a 1300 árboles⁴⁷ frondosos, adultos, sanos, que formaban parte del paisaje natural urbano de la ciudad capital.



Figura No 10. Daños evidentes en las orillas del río El Valle como parte de las obras de ampliación de la Valle-Coche.
Fuente: Ministerio del Poder Popular para Transporte Terrestre y Obras Públicas

El daño al paisaje natural como integrante del patrimonio biocultural de la ciudad de Caracas se torna irreversible. No se han considerado trabajos adicionales de recuperación del ornato.

3.2 Ciencia ambiental y desarrollo sostenible

El río El Valle a partir de la avenida La Facultad entre calle Codazzi y Avenida Bellas Artes de Los Chaguaramos, en una longitud aproximada de 230 m, presenta su cauce más estrecho de todo su recorrido. Es en esta zona donde se halla enclavado el barrio Los Chaguaramos (figura 11), un conjunto de viviendas precarias que fueron erigidas debajo del puente de la autopista Valle-Coche.

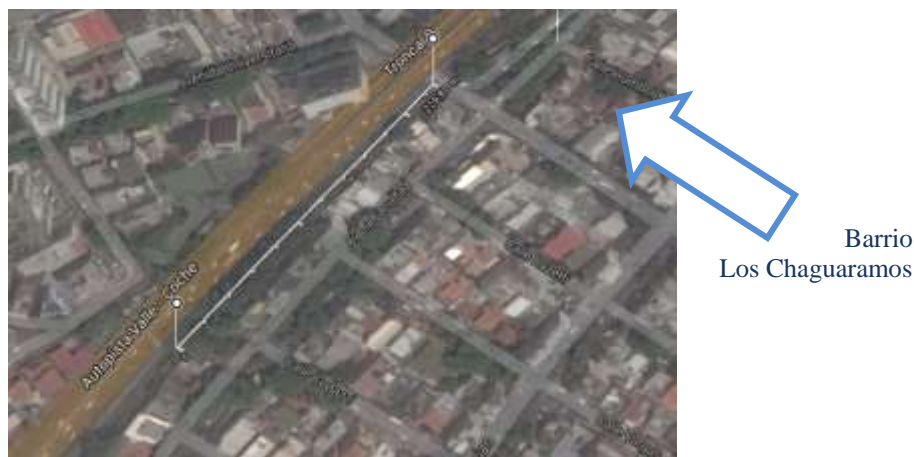


Figura No 11. Longitud del río El Valle donde fueron dispuestas columnas de concreto armado en el sector Los Chaguaramos entre Calle Codazzi y Av. Bellas Artes, adyacente al Barrio Los Chaguaramos.
Fuente: googlemaps.com/

⁴⁷ ¿cuántos árboles fueron talados? ¿a cuáles especies pertenecían? ¿cuántos fueron trasplantados y dónde? Éstas y muchas otras interrogantes quedan sin precisar a la espera de respuesta por parte de las autoridades.

Es allí donde se perciben los más altos niveles de deterioro como consecuencia de la disposición en su cauce de 27 columnas de concreto armado, de 1,30 m de diámetro, separadas a 15⁴⁸ m una de la otra y recubiertas de acero. Definitivamente se está en presencia de un mal criterio estructural en virtud de que este tramo del río es adyacente a las viviendas precarias del barrio Los Chaguaramos y donde las lluvias han generado mayores crecientes (figura 12) y desbordamientos.



Figura No 12. Creciente de aguas en el río El Valle vistas desde la Av. Bellas Artes cruce con Av. La Facultad.

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/>

El cauce del río El Valle se ha visto reducido en un tercio (figuras 13 y 14) sin que se hubieran realizado obras hidráulicas adicionales que reduzcan el riesgo del desbordamiento de las aguas en temporada de lluvias.

Las familias del barrio Los Chaguaramos han visto incumplidas las promesas de desocupación y traslados a otras viviendas que brinden mayor seguridad.

En fecha 15/agosto/2005⁴⁹ surgió la idea de sanear el río Guaire. El compromiso pautado fijaba como meta que tal cometido se lograría para el siguiente año lo cual se notaba apresurado. No obstante, se iniciaron las inversiones⁵⁰ y se organizaron grupos de trabajo. Las obras de ampliación de la autopista Valle-Coche no responden a principios de sustentabilidad ni conservacionismo ambiental. Los daños ocasionados darán al traste con la intención de recuperar este cuerpo de agua y por ende el Guaire tampoco podrá ser saneado.



Figura No 13. Daños ocasionados al embaulamiento por columnas en el río El Valle vistas desde la Av. Bellas Artes cruce con Av. La Facultad.

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/>

⁴⁸ Los datos de las columnas dentro del cauce del río fueron obtenidos de <http://www.larazon.net/2015/10/08/ampliacion-de-la-autopista-colapsara-el-cauce-del-rio-el-valle/>

⁴⁹ Los anuncios presidenciales en referencia a el saneamiento del río Guaire se pueden ver en: <https://www.youtube.com/watch?v=HemOnCzcBec>

⁵⁰ Según La inversión para sanear el Guaire fue por el monto de \$ 14 mil millones, de los cuales nadie ha rendido cuentas hasta el presente. La información es extraída con fines didácticos de <http://www.eluniversal.com/caracas/140705/afirman-que-desaparecieron-14-mil-millones-de-plan-para-sanear-el-guaire>



Figura No 14. Daños ocasionados al embaulamiento por columnas en el río El Valle vistas desde la Av. Bellas Artes cruce con Av. La Facultad.

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/>

3.3 Cambio climático y análisis de riesgos en la autopista Valle-Coche después de la ampliación de 2015

El río El Valle se ha convertido parcialmente, en el trayecto de la ampliación ejecutada, en un sistema de drenaje semicubierto (figuras 15 y 16), contrarrestando las condiciones de humedad ambiental, generando un aumento de la sensación de calor que impera en la zona.



Figura No 15. Destrozos al embaulamiento por obras de ampliación en el río El Valle vistas desde la Bandera cruce con Paseo Los Ilustres.

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/>



Figura No 16. Resultado de la cobertura aplicada al cauce del río El Valle, a la altura del Paseo Los Ilustres..

Fuente: Ministerio del Poder Popular para Transporte Terrestre y Obras Públicas

La tarde del 25/agosto/2015, estando aun sin concluir los trabajos de ampliación, la autopista Valle-Coche resintió una inundación que dejó paralizada la vialidad (figuras 17 y 18), causando un embotellamiento del tráfico y pérdidas materiales en vehículos particulares.



Figura No 17. Inundación en la Valle-Coche por desbordamiento del río El Valle, 25/agosto/2015 a la altura de Santa Mónica. Fuente: El Nacional Web/twitter.



Figura No 18. Inundación de la Valle-Coche por desbordamiento del río El Valle vistas a la altura de la Bandera. Fuente: caraotadigital.net/

Contraviniendo toda lógica, en materia de circulación en vías rápidas de centros urbanos, la ampliación ha generado la incorporación de vehículos procedentes del distribuidor la Bandera por el carril de mayor velocidad hacia la Valle-Coche.

La opción de hallar de pronto en el transcurso de una vía rápida columnas de concreto armado y separadores de vía en el trayecto es inusual y desfavorable. Esto ocurre entre el 2do y 3er carril de la autopista sentido a Plaza Venezuela, luego de pasar la incorporación desde Santa Mónica, donde de manera imprevista los conductores se encuentran con las columnas de menor altura que sostienen el puente hacia el distribuidor la Bandera. Este defecto ya ha ocasionado colisiones y cobrado vidas humanas.

3.4 Terminaciones y acabados en las obras de ampliación

En la ampliación realizada prevalecen las malas terminaciones. Pésimos acabados denotan la aplicación de concreto a la vista⁵¹ sin los cuidados y precauciones necesarias (figuras 19 y 20). Seguramente se requerirán grandes inversiones para dar un acabado admisible a esta obra.



Figura No 19. Malas terminaciones en la parte inferior de la ampliación ejecutada a la altura del Puente Bellas Artes al frente del barrio Los Chaguaramos.

Fuente: Imágenes del autor



Figura No 20. Malas terminaciones en los elementos estructurales de la ampliación ejecutada a la altura de la avenida La Facultad – Los Chaguaramos

Fuente: Imágenes del autor

Lo usual es que una buena obra lo sea de principio a fin. Los acabados de esta ampliación de la autopista Valle-Coche, al momento de evaluarla, no deben ser considerados como algo sin importancia (figuras 21 y 22). Si en este caso los detalles inacabados son el reflejo de malas prácticas en los detalles estructurales, se estaría en presencia de una intervención que aun cuando fue realizada en corto tiempo, a un costo quizás adecuado, pero que podría ser poco duradera.

Para el mes de febrero de 2016 la autopista fue cerrada para reparación de las juntas de dilatación.

Todo el trayecto sentido hacia Plaza Venezuela presenta un pavimento irregular se percibe con facilidad que las placas prefabricadas no fueron bien niveladas.

⁵¹ El concreto a la vista se da cuando éste que queda visible, sin friso ni revestimientos que tapen sus defectos o malas terminaciones.



Figura No 21. Malas terminaciones en los elementos estructurales de la ampliación ejecutada a la altura del Paseo Los Ilustres.

Fuente: Imágenes del autor



Figura No 22. Detalles de malos acabados y daños ocasionados al embaulamiento por columnas en el río El Valle vistas desde el puente Bellas Artes cruce con Av. La Facultad.

Fuente: Imágenes del autor

4. CONCLUSIONES

Es evidente que la ciudad de Caracas, en los últimos 20 años, ha sido sometida a una paulatina disminución y desaparición de su patrimonio biocultural. Las áreas verdes han sido sometidas a la práctica indiscriminada de tala de árboles con métodos de aserrado.

El daño al ecosistema urbano del capital ocasionado en las obras de ampliación de la autopista Valle-Coche del año 2015 es una muestra de las desacertadas concepciones “ecosocialistas” y ambientalistas; así como a los cambios apresurados de autoridades en sus cargos y la desaparición de ministerios que tienen la responsabilidad de preservar las condiciones ambientales.

Una vez más la sociedad caraqueña quedó a la espera de una actitud diferente por parte de los gremios, sociedades que aglutinan a especialistas, universidades e institutos de investigación. Más allá de algunas declaraciones esporádicas de algunos de sus representantes, no se asumió una medida contundente que reflejara el grado de compromiso de estos entes con la biodiversidad urbana.

El Estado venezolano no debió haber permitido la ejecución de esta obra de ampliación bajo las condiciones físico-ambientales que privaron para su ejecución. No es difícil describir lo que se prevé como consecuencia de la solución estructural de las obras de ampliación ejecutadas en la autopista Valle-Coche y los destrozos ocasionados al cauce del río El Valle.

De continuar la tendencia actual emprendida por las autoridades en cuanto al descuido y destrucción del medio ambiente de la ciudad los daños se tornarán irreversibles. El río El Valle, no podrá ser sometido con éxito a labores de saneamiento, éste lejos de convertirse en un drenaje sanitario semicubierto con toda seguridad recuperará su cauce mediante inundaciones y desbordamientos que implicarán un alto costo social en viviendas, comercios y otras propiedades.

5. REFERENCIAS

- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Recuperada de http://www.cne.gob.ve/web/normativa_electoral/constitucion/indice.php el 18/marzo/2016.
- Gaceta Oficial de la R.B. de Venezuela No 40.489 del jueves, 4/sept/2014.
- Gaceta Oficial de la R.B. de Venezuela N° 40.634 del martes 07 de abril de 2015.
- Ley Penal del ambiente. Gaceta Oficial N° 39.913 del 02 de mayo de 2012
- MENDEZ, L. (2015). Ampliación de la autopista Valle-Coche burla leyes ambientales (II). Recuperado de <http://aperturaven.blogspot.com/2015/10/ampliacion-de-la-autopista-valle-coche.html>
- <http://www.eluniversal.com/caracas/140705/afirman-que-desaparecieron-14-mil-millones-de-plan-para-sanear-el-guaire>

CARACAS: CRONOLOGÍA DE UN URBANISMO PRIVADO. 1928-1958

Arq. Isabel Cristina Sánchez¹

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. e-mail: *isabelcristina.sanchez@gmail.com*

RESUMEN

La historia de las ciudades puede ser escrita desde distintos enfoques. Cada uno aporta saberes que se engranan sistemáticamente para propiciar la reconstrucción de su pasado. La presente ponencia, producto de una investigación desarrollada en el marco de la Maestría en Historia y Crítica de la Arquitectura, el Diseño y el Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, pretende dar cuenta de los avances obtenidos en ella en lo relativo al establecimiento, definición y posterior estudio de las unidades morfológicas que estructuran el tejido urbano de Caracas y cuya aparición histórica a lo largo de siglo XX constituye el argumento urbano más importante en la historia de Caracas. El crecimiento de la capital venezolana no ha sido constante a lo largo de su historia. Caracas encaró el comienzo del siglo XX como una pequeña aldea a la que el ingreso petrolero convirtió en algo más parecido a una ciudad. Los últimos 87 de sus 448 años de historia concentran el mayor crecimiento urbano de su existencia. Encarnado en la forma de urbanizaciones, el crecimiento de Caracas fue llevado a cabo anárquicamente por entes públicos y capitales privados simultáneamente bajo esta forma, bajo la forma de unidades morfológicas segregadas, cuyo criterio de ubicación pone en evidencia la estructura del tejido urbano caraqueño heredada de la configuración político-territorial y económica del valle de San Francisco en la época colonial.

Palabras clave: historia urbana, urbanizaciones, desarrollo inmobiliario, Caracas

INTRODUCCIÓN

Caracas es un caso particular dentro de la historia de las ciudades del continente latinoamericano de origen hispánico. El damero fundacional con la que se inicia la historia urbana de la ciudad el 25 de julio de 1567 en la segunda fase de penetración del territorio (Gasparini; Posani, 1998) es posiblemente la única forma constante en los asentamientos urbanos que hoy son capitales de las naciones latinoamericanas y que atraviesa transversalmente la historia de todo el subcontinente. De igual manera, la forma del damero fundacional es la única constante en los otros asentamientos coloniales que fueron fundados en el valle de San Francisco en el mismo período. La existencia de otros cascos coloniales como los de Petare, Baruta y Antímano, como centros geográfico y administrativo de los otros poblados que coexistían con Caracas en el valle de San Francisco durante el siglo XVII son de vital importancia, a pesar de escapar al recorte temporal de la investigación, en el entendimiento del surgimiento y ubicación de las urbanizaciones como unidades morfológicas a través de las cuales se pretende reconstruir la historia urbana de Caracas en el siglo XX.

morfológicas por la autonomía en términos formales que las caracteriza, son la materialización más fiel del concepto de urbanismo legado por Cerdá (Novick, 2003) que puede encontrarse en la escena urbana venezolana. Representan en sí mismas el paradigma del accionar sobre la ciudad que caracterizó la política de transformación del territorio que a la usanza de una nueva etapa en la conquista del mismo (Martín, 2004) desarrollaron los gobiernos nacionales y locales en Caracas entre 1928 y 1958.

Siendo las urbanizaciones las principales protagonistas de la historia urbana de Caracas en el siglo XX, poder relacionar sus historias y orígenes, características morfológicas y configuración espacial, ubicación y finalmente sus responsables técnicos y promotores económicos, con las preexistencias coloniales del valle que hoy ocupa Caracas brinda otra perspectiva histórica en la que la ciudad como un todo se desvanece y se la empieza a entender y a reconfigurar en consecuencia en términos históricos como la sumatoria de muchas realidades espaciales que respondieron oportuna y simultáneamente a distintas demandas sociales, económicas y políticas, dando origen al archipiélago de urbanismos que hoy llamamos Caracas.

1. APROXIMACIÓN A UNA RETROSPECTIVA URBANA. LAS HUELLAS DE LA MODERNIZACIÓN

Desde una perspectiva sociológica, la ciudad se perfila como un terreno en el que la sumatoria de las actividades humanas y, en específico la naturaleza de éstas, define la configuración del mismo. Entre las numerosas actividades que definen la dinámica urbana, el trabajo y la vivienda asociada a la permanencia del ser humano en cualquier territorio por algún tiempo, constituyen ciertamente los ejes fundamentales de la vida humana y de su modalidad urbana desde tiempos muy anteriores al actual (Mumford, 1966). En tal sentido, esta visión sociológica de la ciudad como producto de la organización social de sus habitantes, constituye una noción teórica fundamental en el planteamiento del problema del crecimiento histórico de Caracas y su estudio a través de casos paradigmáticos de urbanización.

La identificación de Caracas como un caso especial dentro del proceso de modernización (Berman, 1988) de las capitales latinoamericanas es el primer indicio de lo peculiar y fuera de norma que éste fue. Como queriendo no quedarse atrás y no ser vista, Caracas apuró y comprimió un enorme crecimiento económico y poblacional entre 1928 y 1958 en donde el desarrollo y experimentación de las ideas arquitectónicas y planteamientos urbanos de la modernidad era tan solo una feliz y lógica consecuencia del estado del conocimiento que poseía su sociedad. Sobre la puesta en práctica de estas ideas arquitectónicas y urbanas de la modernidad, a manera de los cimientos en una construcción, se estructura la ciudad actual. En consecuencia, la nueva conformación urbana, resultante del proceso de modernización que caracterizó a Venezuela en el siglo XX y en especial a Caracas, habrá de ser la sumatoria de un centro polifuncional de alta densidad y una sucesión de ensanches, prolongaciones y urbanizaciones aisladas donde predomina la función residencial y una baja densidad poblacional (Di Pascuo, 1985).

Una de las principales características de la vida moderna es su carácter urbano y el distanciamiento de lo rural. El proceso de modernización en Venezuela estuvo destinado en primera instancia a la mejora de la calidad de vida de los habitantes de sus ciudades, en específico Caracas.

El paradigma urbano desprendido de los importantes avances científicos del siglo XIX tuvo como consecuencia en la escena urbana europea la generación de operaciones en las ciudades que tenían como objetivo la mejora de la calidad de vida de los habitantes a través de procesos de higienización con énfasis en los servicios de agua potable y cloacas, la disposición de residuos y la creación de espacios públicos, que mejoraran la circulación del aire. El plan para París de barón Haussmann y la Ringstrasse de Viena son ejemplos clave de paradigma urbano vigente para su época que se convirtieron en referente europeo en el campo del urbanismo para las ciudades latinoamericanas.

La haussmanización de las ciudades latinoamericanas, proceso de renovaciones urbanas en las grandes capitales de la región (Cervilla, 2003) siguiendo el modelo parisino, no tuvo lugar en Caracas. A diferencia de otras ciudades de mundo y del continente americano, Caracas no pasó por el siglo XIX urbano, en el cual las grandes capitales fueron protagonistas de procesos de ordenación del espacio urbano que tenía una fuerte impronta organicista por considerar a la ciudad como un ente con propiedades orgánicas (Caride, 2011). Si bien se realizaron obras públicas en Caracas a finales del siglo XIX que tenían como referente lo hecho por Haussman en París, éstas no tuvieron un impacto considerable en la morfología de la ciudad, por lo que se puede decir que Caracas pasó de ser una ciudad colonial a ser una ciudad moderna sin pasar por la premodernidad que vivieron las ciudades europeas entre los siglos XVIII y XIX como consecuencia social del auge de la industria. La modernidad urbana de Caracas, aunque derivada de un macro proceso modernizador de índole política y social de escala nacional, estuvo necesariamente ligada al automóvil pues como objeto protagonista de los inicios del siglo XX fue en función de las nuevas dinámicas asociadas a éste que se configuró y dio forma a los nuevos planes para Caracas.

La configuración urbana que posee Caracas en la actualidad se derivan del anárquico y acelerado proceso de crecimiento y expansión de la ciudad que se inició en la primera mitad del siglo XX y que indiscutiblemente tuvo como combustible no solo la llegada del automóvil que acortaba las distancias, sino el ingreso petrolero que transformó la economía venezolana desde las primeras décadas del siglo. Este período de crecimiento, fenómeno de constante referencia historiográfica local y regional, tuvo sus inicios a mediados de los años veinte del siglo XX y encontró su punto cumbre treinta años más hacia mediados de siglo cuando la ciudad de Caracas ya había duplicado la superficie de su mismo casco fundacional.

Así, se explica que Caracas en la actualidad sea una suerte de colcha de retazos armada sobre la estructura del tejido urbano colonial. Las urbanizaciones que desde finales del siglo XIX hasta principios de siglo XX protagonizaron la escena urbana caraqueña, aunque con un modelo de ciudad distinto al existente, llegaron a llenar esos vacíos urbanos que quedaron con producto de la conexión de Caracas con dichos poblados aislados en el valle. Las urbanizaciones, tanto de origen privado como público que se desarrollaron en Caracas

desde 1880 hasta 1960, terminaron de consolidar la protoestructura urbana de Caracas que hoy en día resulta en una ciudad morfológicamente multifocal o multicéntrica que carece de unicidad.

Es importante destacar que los desarrollos urbanos fueron llevados a cabo en los límites de la ciudad, en específico en las inmediaciones de terrenos de propiedad privada donde el control que ejercía el gobierno de la ciudad era muy laxo y que para la década del 20 ya habían perdido el valor productivo debido al reemplazo del modelo de exportación agropecuaria por el modelo monoexportador de hidrocarburos. En dicho proceso de transformación y expansión urbana, los últimos años de gobierno del General Juan Vicente Gómez jugaron un rol fundamental en la definición de los actores económicos y sociales que determinaron el carácter de la ciudad. El gobierno de Gómez (1907-1935), último remanente del caudillismo de siglo XIX en Venezuela, ocupado de mantener el orden y la estabilidad política del país, descuidó el trabajo e inversión en infraestructura y la dejó en manos de capitales privados. Si bien es conocido el empleo de la fuerza de mano de obra de presos políticos en carreteras y rutas nacionales que todavía hoy conectan aislados puntos del territorio nacional, la inversión en infraestructura no fue una característica predominante ni una política pública del Estado venezolano bajo su gobierno. Por el contrario, el desprecio por lo urbano como característica del proceso de modernización fue notorio en el hecho de trasladar la capital de Venezuela durante algunos años de su período presidencial de Caracas a la cercana Maracay, pequeña ciudad provinciana de carácter tradicional y agrícola donde la vida tenía otro ritmo pues no había sido alcanzada por el frenesí modernizador que motorizado por las clases sociales dominantes ponía en práctica en el territorio caraqueño todo lo visto en Europa y Estados Unidos de Norteamérica.

En conjunto con la ausencia del Estado venezolano durante el gobierno de Gómez en lo relativo al planeamiento urbano y las acciones sobre la ciudad y la laxitud del cuerpo legal que las rigió, la actuación de los capitales privados nacionales e internacionales a la sombra de las inexistentes políticas públicas en materia urbana y la de los grupos sociales dominantes con sus costumbres, ambiciones y expectativas, terminaron de recomponer la tríada de actores fundamentales que conforman y revelan históricamente la coyuntura económica-política en la que tuvo sus inicios la gestación de los proyectos de urbanización que dan forma a la ciudad de Caracas y que funcionó como modelo de desarrollo hasta cierto momento de la historia.



Figura 2: Trama urbana de la ciudad de Caracas en la actualidad

2. LA RECONQUISTA DEL TERRITORIO. PUGNA ENTRE PRIVADOS Y ENTES PÚBLICOS

La distribución de la renta petrolera sentó las bases del comportamiento social de Venezuela así como del esquema macroeconómico del país hasta el presente (Melcher, 1992). Las entradas por concepto de regalías del petróleo y los impuestos a la renta constituían más de la mitad del presupuesto nacional a partir de la década de 1930. El gasto público basado en la renta petrolera era entonces una distribución pues el Estado fungía como gerente de una empresa cuyos recursos manejaba y sigue manejando en la actualidad. Así, la distribución del ingreso petrolero y su transformación en capital dependía entonces de las características del Estado y de la sociedad venezolana, receptor final de dichos recursos.

La actuación de los organismos oficiales responsables de la dotación de infraestructura o servicios urbanos fue mucho más lenta que el ritmo de crecimiento que Caracas había comenzado a desarrollar en la década del 20. La ciudad aumentaba su población y se extendía vertiginosamente sin que el gobierno demostrase una conciencia clara sobre la magnitud del problema. Es recién sobre los últimos años de esa década cuando comienzan a aparecer síntomas de que su responsabilidad empieza, en parte, a ser asumida (Di Pascuo, 1985).

Los recursos obtenidos de la renta petrolera fueron derivados hacia las áreas de desarrollo prioritarias en dicho proceso de modernización. La construcción fue quizá la actividad económica que más beneficiada se vio del ingreso de la renta petrolera, llegando a convertirse en la segunda industria del país después de la petrolera. El período que abarca el estudio (1928-1958) presenta en sí mismo variaciones importantes en la actuación de los entes públicos y privados en las acciones tomadas sobre la ciudad. Si bien el inicio del proceso de modernización fue motorizado por la actividad económica privada, hacia 1958 bajo el gobierno de Marcos Pérez Jiménez la participación del Estado en la construcción de infraestructura de escala regional y nacional se hizo más notoria, al punto de realizar la gran

mayoría de las obras de infraestructura que existen en la actualidad. Sin embargo, la actuación de los organismos oficiales durante los últimos diez años del período de estudio se restringió a desarrollar la infraestructura vial necesaria para conectar las áreas de expansión de la ciudad a las que les había dado forma la iniciativa privada con el desarrollo de las urbanizaciones, y no al establecimiento de normativas para el desarrollo urbano futuro.

Por otro lado, el vacío legal existente en las leyes venezolanas sobre lo que podía ejecutarse en la ciudad y sus responsables técnicos y legales, dejó abiertos los espacios de participación en el ámbito urbano que rápidamente fueron llenados por la burguesía venezolana que vio aumentar sus ingresos de forma abrupta con el cambio del modelo económico. Con éste, las tierras agrícolas de las afueras de la ciudad de Caracas perdieron su valor comercial y pasaron a ser objeto de negociación entre sus dueños y hombres de negocios, cuando no eran éstos los mismos, que fácilmente detectaron las oportunidades de desarrollo inmobiliario que caracterizaron no sólo la escena urbana caraqueña sino la escena económica nacional desde finales de la década de los años veinte.

De igual manera como la fundación de Caracas fue realizada en la fase de penetración colonial del territorio que en la actualidad comprende Venezuela, la conquista de los territorios hacia el este, sur y oeste del casco central de Caracas fueron realizados en la fase de expansión urbana que ocurrió entre 1928 y 1958 tanto por entes gubernamentales en la ejecución de políticas públicas en materia urbana como por entes privados en respuesta a oportunidades económicas y demanda sociales por viviendas con ciertas características y emplazamientos determinados. Así, contrario a lo que pudiera parecer, el origen de las urbanizaciones que como unidades morfológicas son el estrato sobre el que posteriormente se edificó la estructura vial de la ciudad es bastante diverso, encontrándose en su haber urbanizaciones dirigidas a segmentos de la población con ingresos, necesidades y ambiciones distintas y que presentan características morfológicas y arquitectónicas distintas.

La división político administrativa del territorio que para 1928 comprendía la ciudad de Caracas representa otro factor determinante en el desarrollo urbano de la ciudad y en una mayor o menor presencia de entes privados o públicos en él. Además de estar atravesado transversalmente por una sucesión de quebradas que fungen en la actualidad todavía como límites político administrativos entre municipios y estados, para 1958 el territorio donde se emplazaba la ciudad de Caracas se encontraba dividido en distintas jurisdicciones e instancias político administrativas, lo que supuso una yuxtaposición de competencias legales y administrativas entre las autoridades del Distrito Federal y el Estado Miranda y los Consejos Municipales del Departamento Libertador del Distrito Federal y Distrito Sucre del Estado Miranda, respectivamente. La falta de una autoridad única en la ciudad cuyas competencias superaran las de los entes de la administración pública antes mencionados, degeneró en una discrecionalidad en la toma de decisiones y pugnas por las decisiones en el ámbito urbano. Ante tales pugnas, como lo menciona la historiografía local, el dinero y los intereses económicos fueron los responsables de dirimir las posibles diferencias.



Figura 3: Trama urbana actual de la ciudad de Caracas, su hidrografía y divisiones municipales

3. LAS URBANIZACIONES: EL PARADIGMA. PROBLEMA Y SOLUCIÓN

La forma y división de la propiedad privada agrícola en el valle de Caracas determinaron el desarrollo fragmentario de la ciudad en urbanizaciones. Lo que en la época colonial y en los primeros años posindependencia fueron haciendas de cacao y café, dieron paso en el siglo XX a grandes terrenos urbanizables que representaban la solución al problema habitacional existente en Caracas como producto del acelerado crecimiento de la ciudad y su población.

La urbanización El Paraíso es reconocida como el precedente de las urbanizaciones desarrolladas por promotores privados en el sur de Caracas en el siglo XX. Desarrollada hacia el sur del casco central de Caracas en 1885 a partir del parcelamiento de una gran hacienda, El Paraíso fue el destino de las familias de los sectores más pudientes de la sociedad venezolana que salieron de sus casas coloniales emplazadas dentro de la retícula tradicional en búsqueda de viviendas emplazadas en un medio más tranquilo y menos bullicioso que tuviera mayores áreas de expansión.

La conformación de compañías privadas bajo el nombre de “Sindicatos urbanizadores” adoptaron el mecanismo de la urbanización como solución al problema de la expansión de la ciudad, llegando a ser ellos los responsables de incorporar a la superficie de Caracas una superficie mayor a la ocupada por ella en 1925 en menos de diez años (Di Pascuo, 1985). Actuando casi en absoluta libertad y motivados por los intereses económicos y la rentabilidad de sus negocios, los sindicatos urbanizadores fueron los responsables directos del nuevo modelo de ciudad disgregada y del caos urbano del futuro que no tardó en hacerse sentir (Di Pascuo, 1985), al cual Rotival intentó darle solución parcialmente con su Plan Monumental en 1939.

Las elegantes viviendas que se construyeron en El Paraíso por petición de los ricos de la sociedad caraqueña, constituyen no solo una ruptura con el patrón tradicional de la casa en el centro urbano; con ellas también se asume una forma de modernidad esencialmente anglosajona (Martín, 2004). Al respecto, el modelo anglosajón de ciudad dispersa caracterizada por urbanizaciones estrictamente residenciales con equipamiento propio habitadas por la élite, y su existencia en Caracas, se restringe sólo a la experiencia de El Paraíso, por ser ella la única urbanización que contaba con el equipamiento de servicios necesario para sus habitantes y aun más, al albergar infraestructura de escala urbana como el Hipódromo, una línea de ferrocarril, estaciones de radio, entre otras.

El rol de los suburbios norteamericanos de origen anglosajón en el desarrollo de las urbanizaciones de origen privado en Caracas es de enorme importancia. La modernización del país impulsada por su entrada a la escena económica mundial gracias al petróleo, colocó a Venezuela en una posición geopolítica estratégica bajo la influencia de otro modelo de desarrollo distinto al europeo que ésta había seguido hasta entonces. Así, los referentes de la burguesía venezolana pasaron de ser los europeos, en especial los franceses y parisinos, a los norteamericanos con el suburbio como la máxima expresión del modo de vida privilegiado de la burguesía al que los venezolanos aspiraban (Fishman, 1987).

La arquitectura de los suburbios revela el real espíritu de la civilización moderna. Los suburbios fueron una invención arquetipal de la clase media norteamericana y constituyen posiblemente el replanteo más radical de la relación entre el habitar y la ciudad en la historia de la arquitectura de tipo residencial. La conceptualización del suburbio es más que un simple capítulo en la historia de las ciudades. La versión norteamericana del suburbio representa el nuevo ideal de la vida familiar basado en un pensamiento colectivo de bienestar y privilegio que expresan valores muy arraigados en la cultura burguesa. En estricto sentido histórico, el origen de los suburbios se remonta a las ciudades inglesas del siglo XVIII como un ensayo en búsqueda de una mejora en la calidad de vida llevada a cabo por parte de las familias burguesas que buscaban separar el trabajo de la vida familiar, relación que hasta el momento de dicho ensayo urbano había definido la dinámica económica de ciudades europeas como Londres. El mundo suburbano del placer, la vida meramente familiar y el contacto con la naturaleza está basado en la exclusión lo que sin duda representaba el triunfo de los valores de la clase media. Los suburbios son una creación cultural, una elección consciente basada en la estructura socioeconómica de la burguesía anglo-americana y en ningún caso constituyeron el destino natural e inefable de la clase media de la ciudad industrial madura ni la inevitable respuesta a la llamada revolución del transporte (Fishman, 1987).

En Caracas, a la urbanización El Paraíso le siguieron numerosos desarrollos urbanos cuya ubicación cercana a las vías terrestres que comunicaban Caracas con los poblados aledaños del valle dejó en evidencia la interdependencia económica entre la ciudad y éstos, relación derivada del modelo económico agrícola hasta su ocaso en los primeros años del siglo XX. Así, urbanizaciones como Nueva Caracas cercana al poblado de Catia ubicada en la vía del tren Caracas-La Guaira, o las urbanizaciones Altamira, La Castellana, Los Palos Grandes o los Dos Caminos desarrolladas a la vera de la Carretera del Este que comunicaba Caracas

con el poblado de Petare al este del valle, o los Jardines del Valle, urbanización desarrollada a la vera de la carretera que comunicaba Caracas con el poblado de El Valle al suroeste de la ciudad, dan cuenta de que si bien los desarrollos de urbanizaciones se sucedieron de forma anárquica, la forma en que se expandió la ciudad tiene un sentido que no es otro que el dado por las dinámicas económicas que sustentaban la vida en la ciudad y el país antes de la llegada del petróleo.

Dadas las diferentes necesidades habitacionales de los distintos sectores de la sociedad venezolana, el panorama de los desarrollos urbanos fue muy variado. Casos paradigmáticos como la reurbanización de El Silencio, la urbanización Caracas Country Club, la urbanización San Agustín del Norte, la urbanización al estilo company-town de la cigarrera Bigott en Maripérez (Di Pascuo, 1985) o la posteriormente construida la urbanización obrera 2 de diciembre, hoy conocida como 23 de enero, difieren enormemente en sus propuestas urbanas y en la concepción del habitar. La ubicación de estas urbanizaciones con respecto al casco central de la ciudad de Caracas da cuenta no sólo del modelo de ciudad al que se apuntaba con su construcción, sino también de los paradigmas y referentes culturales que sustentaron su éxito.

En las urbanizaciones destinadas mayormente a las clases media y alta, los clubes se convirtieron en una tipología arquitectónica fundamental en el estilo de vida que adoptaron los caraqueños como producto del proceso de modernización y expansión urbana (Di Pascuo, 1985). La presencia de los clubes y las características arquitectónicas de sus recintos dan cuenta de la importancia adjudicada en el desarrollo de las urbanizaciones a la privacidad y por ende, a la propiedad privada. En las urbanizaciones desarrolladas por promotores inmobiliarios, la vida privada sería su principal preocupación y objetivo, dejando de lado la propuesta de espacios en el que el control de flujos peatonales y vehiculares escaparan al control de sus habitantes, causando una enorme y negativa repercusión en la morfología de la ciudad de Caracas.

En adición a esto, tomando en cuenta que hasta el año 1930 los promotores de nuevos desarrollos estaban obligados a la presentación de planos de trazado de calles, cloacas y acueductos, pero no existía absolutamente nada reglamentado acerca de la ubicación, la forma o las funciones que las mismas debían seguir, (Di Pascuo, 1985) la forma de la ciudad actual como la sumatoria de muchas unidades disímiles se hace más evidente.

Por su parte, las urbanizaciones desarrolladas por los organismos públicos, en específico el Banco Obrero, hicieron otro tanto en detrimento de la ciudad como una unidad territorial. La categorización de una urbanización de acuerdo al segmento de población a que fuera dirigido, dada por el costo del metro cuadrado de construcción expuesto en el proyecto permitido por las autoridades (Di Pascuo, 1985), eximía a las urbanizaciones obreras de realizar aportes en el urbanismo más allá de la construcción y dotación de los servicios propios que sus habitantes pudieran necesitar. Sin embargo, la supresión de la normativa que reglamentaba los aportes en el ámbito urbano que debían hacer las urbanizaciones no se vio modificado solo en las destinadas a obreros. La propuesta de Inocente Palacios para Colinas de Bello Monte es un ejemplo de ello.

La urbanización Colinas de Bello Monte representa un caso especial dentro de las urbanizaciones destinadas a la clase media en lo que respecta al no cumplimiento de la normativa de anchos de vías y presencias de aceras para circulación peatonal por razones de implantación en el terreno y conservación del medioambiente urbano. Así, a través de estos casos paradigmáticos, se puede ejemplificar y recrear claramente la escena urbana caraqueña y el marco legal que la contenía como una orquesta tratando de tocar la mejor pieza musical sin un director a la cabeza que regulara los tiempos y la actuación de los músicos.

Los Caobos, San Agustín del Norte y El Conde son las tres primeras urbanizaciones de la expansión hacia el Este de la ciudad que mantuvieron la trama reticular y un carácter plurifuncional con fuerte dominio de viviendas unifamiliares (Di Pascuo, 1985). La Florida, Campo Alegre y El Caracas Country Club fueron por su parte urbanizaciones destinadas a la clase alta que se emplazaron fuera de los límites de la retícula expandida y fueron desarrolladas con un carácter bastante autónomo que no fue bien logrado debido a la falta de servicios y otros usos distintos al residencial en sus inmediaciones.

4. CARACAS: LA SUMA DE TODAS LAS PARTES

La multiplicidad de identidades locales dentro del territorio urbano caracteriza a la ciudad de Caracas. Urbanizaciones desarrolladas en un mismo período presentan similitudes que en algunos casos generen la ilusión de un carácter unitario en la ciudad. En contraposición, la nomenclatura utilizada para nombrar calles, plazas y edificaciones da cuenta de la real naturaleza fragmentaria de la ciudad al verse repetidos los nombres de acuerdo al sector al que pertenecen las calles, plazas o edificaciones. Ciertas similitudes y muchas más diferencias constituyen los relictos del proceso de modernización que atestiguan la actuación de los actores sociales, económicos, políticos y técnicos que participaron deliberadamente en la definición y conformación urbana de Caracas.

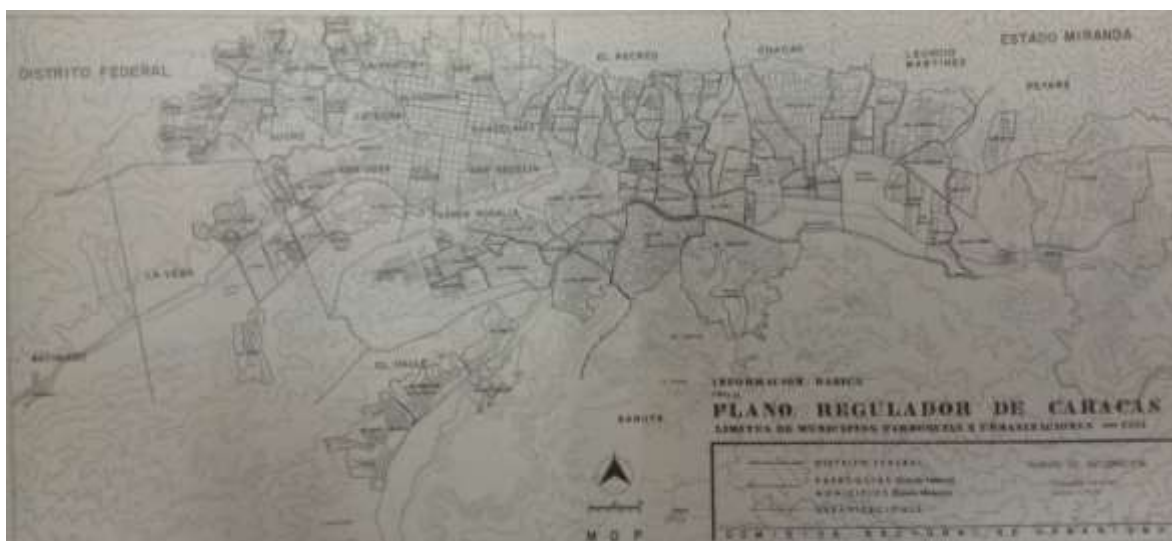


Figura 4: Urbanizaciones de Caracas para el año 1951 contempladas en el proyecto del Plan Regulador de Caracas propuesto por Francis Violich

El análisis histórico de las urbanizaciones como objeto de estudio constituyen una herramienta clave en el entendimiento de la secuencia cronológica de la expansión urbana de Caracas, así como un instrumento dentro del canon de la historia operativa en la que el funcionamiento actual de la ciudad y sus dinámicas producto del acontecer histórico es clave para las futuras propuestas urbanas que busquen enmendar acciones pasadas.

Cada una de las urbanizaciones caraqueñas constituyó un caso particular y mucho más aquellas que surgieron no como la prolongación de la vieja trama sino en forma aislada. Cada cual tuvo sus rasgos individuales, sus características propias que conjuntamente con su situación respecto al centro administrativo, así como por el precio de las tierras fueron atrayendo a los distintos grupos o subgrupos sociales. No obstante las diferencias, hubo también criterios formales, conceptos espaciales y funcionales que fueron comunes en alguna de ellas. Se puede también verificar que esas constantes están en estrecha relación con las aspiraciones del sector social al cual se dirige la oferta y en la mayoría de los casos las mismas dependen de su ubicación y situación respecto a la vieja ciudad que sigue siendo el lugar donde se desarrollan las actividades laborales (Di Pascuo, 1985).

La pertenencia de las urbanizaciones a la ciudad es un elemento clave en la argumentación histórica de su desarrollo urbano, si no el más importante. La pertenencia a la ciudad no dependió solo de la ubicación de las urbanizaciones, que como se ha visto tiene sus razones de ser particulares asociadas a factores económicos. Dependió en gran parte de la morfología de los planteamientos urbanos y de la presencia de una conexión formal de las mismas a la trama urbana existente de la denominada vieja ciudad. Esta denominación en sí misma define a la perfección la relación existente entre lo que era la ciudad y lo que pretendió ser y fue su periferia por algún periodo: un sistema urbano fragmentario conformado por un centro y territorios circunvecinos que apostaron, sin lograrlo, por una autonomía propia bajo la forma de urbanizaciones. Distinta hubiera sido la forma de Caracas si cada urbanización hubiera desarrollado autonomía económica y de servicios, o si la ciudad se hubiera expandido de acuerdo a un modelo único siguiendo una planificación bien definida.

CONCLUSIONES

La historia urbana se nutre de múltiples disciplinas en su misión de retratar el paso de tiempo y el accionar humano sobre un territorio. De esta manera, se puede decir que no es sólo una historia cultural, social, económica o política. Es la sumatoria de todos esos factores y más en su constante interacción sobre un territorio y espacio.

La presente ponencia pretende realizar una aproximación a la reconstrucción histórica del crecimiento de la ciudad a través del estudio del surgimiento de las urbanizaciones periféricas al casco central de Caracas entre 1928 y 1958 como medio para entender su morfología urbana. Partiendo de la hipótesis de un cambio de referente cultural dado por la influencia norteamericana asociada a la economía petrolera, se espera a través de la metodología mencionada, comprobar la falta de una visión global en los planes urbanos, la

superposición de competencias entre autoridades político-administrativas con injerencia territorial y el enorme peso que tuvo el desarrollo inmobiliario privado con sus propuestas parciales sobre la ciudad como factores determinantes en la conformación de la ciudad en el siglo XX.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berman, M. (1988). *Todo lo sólido se desvanece en el aire. La experiencia de la modernidad*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.

Caride, H. (2011). Cuerpo y ciudad. Una metáfora orgánica para Buenos Aires a finales del siglo XIX. *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas Mario Buschiazzo*. N° 41. Pp. 37-52

Cervilla Ruano, T. *La huella arquitectónica de Rotival en Caracas*. Trabajo académico de ascenso a profesor titular. Departamento de Diseño, Arquitectura y Artes Plásticas. Caracas, Universidad Simón Bolívar. Abril 2003.

Rescatado de:

<http://159.90.80.55/tesis/000058032.pdf>. Fecha de consulta: 15 de mayo 2015

De Sola Ricardo, I. (1967). *Contribución al estudio de los planos de Caracas 1567-1967*. Caracas: Ediciones del Cuatricentenario de Caracas.

Di Pascuo, C. *Caracas 1925-1935. Iniciativa privada y crecimiento urbano*. Trabajo académico de ascenso a profesor asistente. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Caracas, Universidad Central de Venezuela. Febrero 1985.

Fishman, R. (1987). *Bourgeois utopia: A vision of suburbia. Rise and fall of suburbia*. Nueva York: Basic Books.

Gasparini, G./Posani, J. (1998). *Caracas a través de su arquitectura*. Caracas: Armitano Editores.

Martín Frechilla, J. (2004). *Diálogos reconstruidos para una historia de la Caracas moderna*. Caracas: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela.

Melcher, Dorothea (1992). La industrialización de Venezuela. *Revista Economía*. N° 10. Pp. 57-90

Mumford, Lewis (1966). *La ciudad en la historia*. Buenos Aires: Ediciones Infinito

Novick, Alicia (2003). El urbanismo en las historias de la ciudad. *Revista Registros*. Noviembre 2003. Pp. 5-26

BARRIOS AUTOPRODUCIDOS. PARADIGMAS, HERRAMIENTAS TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS: Caso: Barrio La Ladera, Parroquia La Vega, Caracas.

Dra. Hilda Torres Mier y Terán.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). Universidad Central de Venezuela (UCV).
Correo electrónico: torresmiery@gmail.com.

RESUMEN:

En el siguiente trabajo, se reflexiona desde la epistemología, el método y la teoría urbana, acerca de los barrios auto producidos o informales propios de las ciudades contemporáneas, o de las herramientas conceptuales y metodológicas disponibles para abordar su planificación e intervención, particularmente para el tratamiento de los espacios públicos y el equipamiento urbano. Se examinan paradigmas de reconocimiento e integración del barrio, los enfoques metodológicos de intercambio de saberes, planificación y diseño participativo, la habilitación física de barrios y el enfoque multidisciplinario y complejo, que apunta a la sostenibilidad y la equidad. Se hace un análisis de la experiencia desarrollada entre los años 2008 y 2015 en la propuesta de anteproyectos arquitectónicos y urbanísticos por parte de estudiantes de arquitectura de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Universidad Central de Venezuela, dentro del programa de Servicio Comunitario Estudiantil bajo nuestra tutoría, en el barrio La Ladera, Parroquia La Vega, Caracas, como caso de estudio y de aplicación de conceptos. Se apunta finalmente a identificar características, oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas observables, que permitan proponer un marco conceptual para la intervención en los barrios. Se incluye una síntesis de los procesos de formulación de los anteproyectos realizados, así como la revisión de conceptos y conclusiones epistemológicas, teóricas y metodológicas generales. Siendo la experiencia práctica en La Ladera parte del Programa del SCE, se extraen finalmente algunas lecciones y recomendaciones en relación con dicho programa.

Palabras clave: barrios autoproducidos, paradigma, episteme, teoría, metodología.

1. INTRODUCCIÓN.

A continuación se presentan consideraciones acerca de los supuestos paradigmáticos, epistemológicos, teóricos y metodológicos que pueden enmarcar el estudio de los barrios urbanos autoproducidos y el diseño de soluciones a sus problemas. No se pretende exhaustividad, sobre todo tomando en cuenta la complejidad del tema y del objeto de estudio, pero se aspira a formular un marco general que signifique un aporte para su análisis y valorización. En primer lugar se abordan definiciones fundamentales y la caracterización de aspectos relevantes para los barrios. Luego se desarrollan con mayor detalle algunos temas que afectan particularmente a estos asentamientos: la fragmentación social y urbana, la “segunda transición urbana”, el derecho a la titularidad, la reglamentación urbana y sus consecuencias, el tema de la identidad, significado y proyectos. Posteriormente se trata el marco paradigmático, formas de intervención urbanística asociadas, aspectos

metodológicos y papel de la teoría científica. Por último se relata y analiza brevemente la experiencia del Servicio Comunitario Estudiantil (SCE) en el barrio La Ladera.

2. DEFINICIONES Y CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES RELEVANTES.

Los barrios autoproducidos o informales, pueden definirse como desarrollos urbanísticos propios de la metrópolis moderna. Son zonas residenciales surgidas a partir de la necesidad de vivienda y hábitat de población de bajos ingresos que al no encontrar oportunidades dentro de los mecanismos de producción formal, pública o privada, proceden a la ocupación de terrenos con o sin adjudicación de propiedad, sin consideraciones profesionales de planificación. Se avocan a la autoproducción de unidades residenciales y de precarios equipamientos colectivos. Esta producción es progresiva en el tiempo, dando lugar a procesos de consolidación que persisten por dos o más generaciones, dependiendo de la disponibilidad de recursos, y del posterior apoyo de instituciones públicas y privadas. Su origen estuvo generalmente determinado por migraciones campo – ciudad del siglo XX aún persistentes en algunas ciudades del siglo XXI (UN, 2014). Está enmarcado en procesos de transición urbana y en la tendencia de urbanización irreversible del planeta. En las metrópolis estos procesos datan de hasta un siglo. Este es el caso del barrio La Ladera, fundado el año 1916 (PSB; Villanueva y Baldó, 1994). El crecimiento progresivo del barrio se realiza por procesos de extensión o de densificación (Bolívar et al., 1994), estos últimos predominantes en Caracas, al menos hasta finales del siglo XX y probablemente aún hasta hoy. Cuenta con espacios urbanos vacantes, escasos y precarios, que se convierten en espacios compartidos de gran significado para la comunidad. Los barrios no han sido tratados tradicionalmente en los planes estructurantes de la ciudad moderna. En Venezuela, la incorporación de lineamientos del PSB dentro de los Planes de Desarrollo Urbano Local y Ordenanzas de las alcaldías autónomas de Caracas y otras ciudades, es reciente y debe ser evaluada. En relación con su localización dentro de la compleja estructura urbana metropolitana, muestran una marcada segregación espacial que acompaña y agrava situaciones de exclusión social y desigualdad del consumo (ONU-HABITAT, 2014), y riesgos de expulsión o gentrificación de islas subequipadas en lugares centrales con alto valor de localización y accesibilidad. Este riesgo se materializa ante programas de renovación urbanística, y se agrava cuando no se reivindican los derechos de los pobladores, como ha ocurrido abiertamente en ciudades como Buenos Aires (Salinas, 2013), incrementando la desigualdad y la pobreza de los desplazados. La habilitación urbanística y la titularización representan por contraste una acción de justicia y equidad, pero para algunos, también sienta las bases de la revalorización súbita y la privatización del suelo, en favor de inversionistas ajenos a la población residente. Esto depende de la forma de implementación de los programas; por contraste, estudios recientes reportan que los residentes pobres de zonas centrales sujetas a renovación y a gentrificación por mecanismos del mercado, al permanecer en la zona afectada, mejoran su calidad de vida e ingreso (Ding et al., 2015). Esto no es generalizable, pero apunta a la necesidad de la investigación de casos comparables, y exige la incorporación de la teoría económica espacial para la comprensión de dinámicas.

3. LA FRAGMENTACIÓN SOCIAL URBANA Y LOS BARRIOS.

Los barrios constituyen “fragmentos urbanos” (Bolívar, 1998) por razones de diferenciación tipológica y de subequipamiento, y desde el punto de vista social. En el caso venezolano, la solidaridad propia de los residentes, la creatividad y los valores de identidad y arraigo, se ven empañados por los frecuentes problemas de anomia, violencia e inseguridad ciudadana, enmarcados en la “cultura de la urgencia” (Pedrazzini y Sánchez, 1994), y en la falta de adecuada atención pública, social y de seguridad ciudadana, diferente a políticas de seguridad militar contraproducentes, que se implementan en la actualidad. La exclusión, inequidad y pobreza se asocian en general a carencias en ingresos monetarios pero también a desigualdad en el consumo de bienes y servicios, entre ellos los de tipo urbanístico. En el caso venezolano, a pesar de la mejora en el ingreso familiar entre 1997 y 2007, no se observan mejoras sostenibles de las condiciones de fragmentación y exclusión urbana, ya que el avance no fue producto de cambios estructurales sino de la circunstancial renta petrolera, sin atender variables detonantes y perpetuadoras de la pobreza como las mencionadas (España, 2009). Ello permite explicar la aparente paradoja que se plantea en el reciente informe de Naciones Unidas (UN, 2014), según el cual la disminución en la desigualdad de ingresos, la pobreza y la violencia lograda recientemente en Latinoamérica, en nuestro caso, ha sido acompañada de los peores índices de violencia.

4. LA SEGUNDA TRANSICIÓN URBANA.

Las ciudades, como bases del desarrollo productivo y de concentración demográfica, representan una oportunidad de mejora de la problemática de pobreza e inequidad (UN, 2014). Esto llama a sacar partido de la oportunidad que en la región brinda la llamada “segunda transición urbana” (ONU-HABITAT, 2012). El concepto implica el aprovechamiento de condiciones estructurales favorables como el “bono demográfico” (Freitez, 2013) y el crecimiento económico de los últimos años, que permitirían potenciar una mejor calidad de vida, sacando partido también de la desaceleración del crecimiento urbano en el siglo XXI. La “segunda transición urbana” se está desarrollando gracias a la consolidación paulatina de una visión positiva de las ciudades, y al creciente aunque aún insuficiente reconocimiento y mejora de los asentamientos informales. Venezuela también ha llegado a esta transición en lo demográfico, sin que hasta ahora se hayan formulado políticas específicas que consideren esta situación integral. Por el contrario, el país no parece apuntarse a la dinámica, especialmente en la atención estructural a los barrios. Una visión asambleísta, de participación directa y de formación de “comunidades”, tuteladas por el poder central, proyectos puntuales de nuevos desarrollos, y políticas de asistencialismo y “maquillaje” parece predominar en detrimento de la participación ciudadana autónoma con apoyo del poder local para la habilitación integral como política nacional.

5. EL DERECHO A LA TITULARIDAD Y LA REGLAMENTACIÓN URBANA.

En los barrios, la ausencia de normas para regular el crecimiento y la distribución espacial de actividades, la falta de titularidad individual o colectiva para terrenos, viviendas, áreas comunes y su régimen de propiedad, es generalizada. La regularización de la tenencia, tiene

fundamento en derechos universales como el de la seguridad jurídica, y en la visión del barrio como patrimonio y capital acumulado, con potencial influencia dentro del mercado inmobiliario urbano y los mercados financieros, y en la mejora en el acceso de los pobres al crédito. Esta segunda visión, se basa en los planteamientos del economista Hernando De Soto (2000). Ambas han sido adoptadas por organizaciones multilaterales y países. Según De Soto, los barrios constituyen activos económicos inmovilizados por la falta de titularización legal, y no pueden acceder a los circuitos económicos del capital financiero (acceso a préstamos) y generar acumulación, que ayude a superar la pobreza de sus habitantes. La titularidad también se justifica en nuestra opinión, en el tema de la institucionalidad necesaria para el crecimiento económico (North, 1991) y la Escuela de la Nueva Economía Institucional (NEI). Se trata de garantizar la prevalencia de las instituciones y la efectividad en hacer los pactos, determinantes del costo de hacer una transacción, que históricamente ha inducido el crecimiento sostenido en países desarrollados. No hay estudios exhaustivos a partir de esta teoría para países en desarrollo, lo cual sugiere una línea de investigación, asociada al tema de la propiedad en barrios. El criterio del reconocimiento del patrimonio construido en los barrios también ha sido asociado a políticas de planeamiento urbano, con énfasis en disposiciones de restricción económica o de mercado a las propiedades otorgadas. Este es el caso de las Zonas Especiales (ZEIS) del Brasil. E. Fernandes (2010), plantea que la generalización de la titularización enfrenta debilidades, al descartar otras formas de propiedad colectiva distintas a la individual o clásica liberal. Propone un nuevo orden urbano-legal que regule los procesos del uso y el desarrollo de la tierra urbana, preservando los derechos colectivos a la planificación urbana, a la vivienda, a la conservación ambiental, y a la regularización de los asentamientos. En Venezuela, el proceso de reconocimiento del derecho a la propiedad en los barrios, se fundamenta en la figura legal de “prescripción adquisitiva” prevista en el Código Civil, y en la venta de terrenos de propiedad pública, antecedidos por planes urbanos y ordenanzas de zonificación, que preservan la escala residencial y vecinal de los desarrollos, aún en zonas localizadas en centralidades metropolitanas, como es el caso de los barrios de los Municipios Baruta y Chacao. La legislación nacional reciente para la Regularización de la Tenencia (2011), apunta a orientar la organización comunitaria (Comités de Tierra) para la determinación de catastros, y la entrega de “títulos de adjudicación en propiedad” o “títulos de permanencia y posesión”, de carácter temporal, “familiares o colectivos”. Estos no suplen la titularidad y el derecho a la propiedad plena al no estar previstos constitucionalmente en Códigos y leyes orgánicas. No hacen visibles las situaciones complejas de derechos de posesión común vertical y horizontal presentes en los barrios, ni resuelven la administración de esos espacios comunes, en condominios horizontales o verticales, como se establece en la legislación de propiedad horizontal existente. Además delega en la comunidad, relativamente al margen de los entes locales competentes, la definición catastral y la planificación urbanística. El derecho a la propiedad y a la habilitación física de los barrios resulta consensual en la literatura, a la vez que medidas urbanísticas y legales de protección contra situaciones no deseadas de desplazamiento o gentrificación excepcionales, menos probables en localizaciones periféricas propias de la mayoría de los asentamientos informales metropolitanos, pero también improbables en las pequeñas “islas” de informalidad en zonas centrales, pues ocupan por lo general terrenos poco favorables a actividades de escala metropolitana.

6. LA IDENTIDAD DEL BARRIO, SIGNIFICADOS Y PROYECTOS.

Para Bolívar (1987) la falta de reconocimiento del barrio como patrimonio económico y cultural producto del esfuerzo de sus habitantes, por parte de profesionales y residentes de otros fragmentos metropolitanos, contribuye a la situación de exclusión social, y afecta la autoestima e intolerancia ante nuevos pobladores, por parte del propio habitante del barrio consolidado, como también hemos podido constatar en nuestra experiencia. Pero la defensa del espacio ocupado y construido, no representa sólo una estrategia de supervivencia, sino que refleja la valoración de lo creado, del espacio como lugar de identidad individual, familiar y vecinal (Wiesenfeld, 2000). Según Rosas (2015), existe una cultura constructiva en los barrios venezolanos, basada en el aprendizaje, la apropiación y recodificación de tecnologías, adaptadas a los saberes tradicionales, que habría dado lugar a la “casa popular moderna del medio urbano”, generadora de arraigo e identidad, lo que refuerza su merecido reconocimiento, a pesar de la exclusión que también en este sentido se constata en la literatura sobre arquitectura popular en Venezuela. La alusión a lo moderno que señala Rosas, puede extenderse a la forma de producción del barrio como hábitat, como parte de la modernidad de nuestras metrópolis e inclusive dentro de la lógica de sobremodernidad o tercera modernidad, que autores como Ascher (2007) atribuyen a la metápolis contemporánea, ya que barrio y metrópolis no pueden entenderse por separado. Según De Freitas y Ontiveros (2006) entre los aspectos que dan sentido y valor a la cotidianidad del barrio, está el uso que los habitantes dan a sus espacios de identidad territorial. La vivienda se constituye en “proyecto de vida” y “patrimonio familiar”, más allá de su valor como patrimonio económico. En el barrio “la casa sale a la calle, a la cuadra, a la acera”, convirtiéndose en extensión para la realización de actividades cotidianas, con lo cual no habría una diferenciación estricta entre el espacio doméstico y el público. Desde lo proyectual, estas y otras variables socio-antropológicas y psicológicas modifican y deben modificar el quehacer del profesional que interviene el barrio autoproducido. Entonces no sólo deben comprenderse los procesos de producción constructiva y tecnológica, la progresividad del crecimiento de espacios, calles y casas, en constante transformación, sino los elementos de “estética, construcción de imaginarios, y representación de las diferentes etapas del proyecto” (Marcano, 2015).

7. PARADIGMAS: RECONOCIMIENTO, INTEGRACIÓN Y HABILITACIÓN.

El tratamiento de los barrios autoproducidos, se ha abordado históricamente desde la perspectiva del rechazo y el abandono, siendo que su reconocimiento (Bolívar, 1987), es imprescindible para comprender su permanencia, su valor patrimonial, y a sus habitantes. El reconocimiento entendido como paradigma (Cilento, 2008), se contrapone a las prácticas de desalojo compulsivo en contravención de derechos humanos (ONU-HABITAT, 2014), incluso el derecho a la vida (UN-HABITAT, 2009). Las operaciones de mantenimiento superficial o “maquillaje”, también se oponen a este paradigma, por su pobre visión de la superación de carencias o déficits de hábitat y vivienda, y la solución sólo centrada en el financiamiento y/o la producción de nuevas unidades o “viviendismo” (Cilento, 2008), aún siendo útiles para ciertos estratos de población, también están fuera del paradigma del

reconocimiento. La habilitación física de barrios (*slum upgrading*), para acometer las obras de urbanización que equiparen el nivel de dotación del barrio al resto de la ciudad, integrándole espacial y funcionalmente, y con respeto a sus dinámicas y saberes, también descarta la visión aislada de la vivienda, y se remite a su comprensión dentro de un “hábitat integrado y complejo” (Lovera, 2002). En Venezuela, el PSB, implementado entre 1999 y 2000, representó este paradigma, tanto como la experiencia seminal y efímera del Departamento de Urbanización y Equipamiento de Barrios del Banco Obrero, dirigido por Teolinda Bolívar, al comienzo de los setenta (Villanueva y Baldó, 1994), o la incorporación de programas de rehabilitación de barrios y asistencia técnica, en la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística de 1989. Sin embargo, la implementación de programas no se ha hecho efectiva ni sostenida. Según Rodríguez et al. (2006), la habilitación física de barrios trata de un método o forma de intervención y no un paradigma en sí mismo. Pero sin duda, responde al paradigma del reconocimiento. Debe incorporar en su quehacer, una visión del lugar antropológico en el barrio, y complementarse con otras formas de acción, más allá de los mecanismos de participación y autogestión de recursos y proyectos. Otros requerimientos para el éxito de este tipo de programas son “legitimidad e institucionalidad; integralidad y sustentabilidad; calidad y costo accesible, y focalización y universalización” (Andreatta, 2005). El objetivo de las políticas urbanas para el sector debe ser así integral y sustentable, multisectorial y socialmente inclusivo.

8. TEORÍA URBANA Y METODOLOGÍA. HERMENÉUTICA, TRANSDISCIPLINARIEDAD Y COMPLEJIDAD.

Dentro del paradigma del reconocimiento, la hermenéutica ofrece un camino de interpretación de la realidad del barrio (Martín, 2008) “enfaticando la incorporación de la mirada del otro en los procesos de configuración de lugares para habitar” complejos y multidimensionales. Debe establecerse una relación dialógica con el residente, que permita planificar “partiendo del compromiso con una realidad” y “para controlar estándares mínimos, sin desconfigurar los significados y dinámicas de progresividad de espacios y edificaciones (Marcano, 2015). El intercambio de saberes, la planificación y el diseño participativo forman parte de esta visión. Además, es necesario indagar sobre las mejores técnicas de representación de proyectos y espacios, tal que permita la verdadera comunicación entre profesionales y habitantes. La transdisciplinariedad, entendida como relación entre diferentes áreas del conocimiento disciplinar, racional y sensible, científico y estético (Paiva et al., 2004) y el enfoque de la complejidad (Morin, 1990), se consideran opuestos al positivismo (Martínez, 2011). Pero la teoría científica resulta un marco de referencia para la interpretación de los fenómenos observables que el estudio del barrio también requiere, así como la refutación de teorías que permitan actualizar y sistematizar el conocimiento. Así por ejemplo la teoría de localización y la formación de rentas del suelo, con base en la teoría microeconómica permiten sin duda explicar los procesos de las zonas formales tanto como las informales urbanas, en su naturaleza y racionalidad, produciendo resultados predecibles y útiles en la distribución espacial de actividades.

9. EL CASO DEL BARRIO LA LADERA, PARROQUIA LA VEGA, CARACAS Y EL SERVICIO COMUNITARIO ESTUDIANTIL (SCE) EN LA EACRV.

El caso de estudio sobre el cual se basa el análisis a continuación, es el del Servicio Comunitario Estudiantil desarrollado en el Barrio La Ladera, Parroquia La Vega, Caracas (ver imagen 1), entre los años 2011 y 2015 programa obligatorio para los estudiantes universitarios desde el año 2005. Las propuestas o anteproyectos elaborados, representan el esfuerzo de líderes comunitarios aliados, estudiantes de arquitectura y profesores asesores (ver Tabla 1):

Tabla 1: Anteproyectos, estudiantes y asesores del SCE/EACRV/FAU/UCV. La Ladera (2011-2012). Tutora: Prof. Hilda Torres. Asesor comunitario: Sr. Juan Castellano.

Caso: Estudio de riesgo, muro y viviendas calle La Hoyada; encuesta e ideas preliminares Casa Comunitaria “Nuestros Sueños” (2011). Demetrio Tsortovktsidis, Loriluz Antonelli.
Caso: Parque infantil y espacio público adyacente a la Casa Comunitaria (2011). Elia Rivas
Caso: Reconstrucción de depósito de basura calle La Hoyada, y espacio público (2012). Jennifer Torres.
Caso: Diseño de escalera, espacio público y redes de aguas blancas, negras y grises, adyacente a cancha José “Cheo” Arce (2012). Christian Guerrero, María de Los Angeles Villarroel S., Cristina Dominguez, María Angélica Díaz León.
Caso: Revisión de diseño y cálculo preliminar de instalaciones sanitarias y eléctricas Casa Comunitaria La Ladera (2012). Gonzalo Acosta, Aura Pelliccioni, María Alejandra Pulgar, Valeria Villamarin (colaboradora).
Caso: Diseño arquitectónico Casa Comunitaria La Ladera (2012). Chistian Da Silva, Luis Arturo Aleixo Viera, Odette Galavis, Miguel Rosas.
Caso: Estudio de fachadas y diseño de veredas de acceso a la calle La Ladera (2013). Theyssaneth Pérez, Yuliett Carolina Cantillo Acevedo.
Caso: Diseño de depósito de desechos, plaza, adecuación de espacio público y parada de transporte, muro calle La Hoyada (2013). Marx Avendaño, Maria de Los Angeles Fontenla, Andreina Malave.
Caso: Escalera La Pila, y plazas El Descanso y el Limón (2014). Daniela Garcia Marquez, Estefany Quintana, Antahick Macedo, Jennifer Cortes.
Caso: Cálculo preliminar de cómputos métricos y costos de construcción, Casa Comunitaria (2014). Jacqueline Montenegro, Jacqueline Marie, Luis Castro Rodriguez, Diana Dupuy.
Profesores asesores: Teolinda Bolívar, Iris Rosas, Ignacio Marcano, Pablo Molina, Luis Felipe Zamora, Yoisi Rangel, Juan Cámara (EACRV FAU UCV), y Arq. Jeannete Moreno (Alcaldía Metropolitana).

Los anteproyectos surgieron de la comunicación entre los líderes comunitarios, los estudiantes y la tutora, en un intercambio abierto de información y prioridades. Los voceros del Consejo Comunal (CC) “Libertad y Honor”, líderes locales que apoyaron decididamente el trabajo, fueron el Sr. Juan Castellano como promotor y asesor, y luego el Sr. Jorge Blanco. El CC agrupa unas 400 familias.

No existen espacios públicos formales ni con equipamiento, salvo la cancha deportiva José “Cheo” Arce, con medidas muy inferiores a las reglamentarias, que sin embargo se identifica como patrimonio muy apreciado por la comunidad. En el límite este del barrio, un muro con acabados de piedra, construido en la década de 1970, contiene la pendiente, pero se encuentra en notable estado de deterioro con filtraciones de aguas blancas y servidas. El reporte sobre el muro en mal estado, evidenció la necesidad de una mirada desde otras disciplinas como la ingeniería, la hidráulica y la geología, ya que las filtraciones se asociaron al deterioro del embaulamiento de la “acequia” cercana, y la

percolación por aguas servidas, y otras quebradas embauladas sin técnicas de ingeniería, desde la parte alta, causando graves daños en viviendas. El estudio también dio lugar a proyectos de refacción, reinstalación de espacios para la recolección de desechos sólidos, y espacios públicos adyacentes.



Imagen 1. En sentido horario: ubicación del barrio; calle La Ladera; vereda parte baja; Muro La Hoyada. **Imagen 2.** En sentido horario: anteproyecto Casa Comunitaria; plaza adyacente a la cancha “Cheo” Arce; estudio de fachadas

Una primera idea de refacción de la cancha “Cheo” Arce, también derivó, luego de una encuesta, en el proyecto de casa comunitaria, bautizada “Nuestros Sueños” por el Sr. Blanco, con espacios múltiples para salud, cultura y deporte, incorporada a un sistema de espacios públicos, que también incluyó locales para comerciantes informales y “moto-taxis” de la calle La Hoyada. El sistema de espacios, generó luego un estudio de las fachadas de una de las veredas de la parte baja del barrio, bajo la premisa de reconocer los elementos estéticos que le daban identidad, sin imponer criterios de diseño ajenos al lugar. La escalera “La Pila” en el corazón del lugar, fue así nombrada por una antigua fuente de agua que fue redescubierta, en cuyo emplazamiento se diseñó una pequeña plaza con el mismo nombre, otra llamada “El Limón” por el árbol allí existente, y la plaza “El Descanso”, escalón así conocido, convertido en pequeña terraza. La figura hexagonal emulando la laja de piedra fue elemento unificador de diseño, dada la alta valoración de la comunidad por este material, que les dota de identidad y orgullo. Afiches y memorias descriptivas entregadas, son utilizados por el CC, tanto para legitimar su trabajo, como para solicitar a las autoridades la ejecución de los proyectos, esperanza de los habitantes (ver imagen 2).

CONCLUSIONES.

El estudio de los asentamientos autoproducidos es un imperativo en la planificación metropolitana, y debe hacerse desde el paradigma del reconocimiento, con medios de implementación en la Habilitación Física, la valorización del patrimonio construido, de la identidad de los habitantes, del otorgamiento de seguridad jurídica a través de la titularización, y de la planificación y normativa urbana no excluyente. Tanto la

hermenéutica, la dialógica y el intercambio de saberes, como la teoría científica, deben acudir en apoyo al análisis complejo y transdisciplinario. En La Ladera se intentó seguir los paradigmas y enfoques aquí presentados. Consideramos, que en la medida que investigadores y académicos nos acerquemos a la formalización del tratamiento de los barrios, haremos aportes crecientes a su necesario reconocimiento, y la experiencia del SCE enseña a los estudiantes, futuros profesionales, este acercamiento.

BIBLIOGRAFIA.

- Andreatta, Verena (2005). “Favela-Bairro, un nuevo paradigma de urbanización para asentamientos informales”. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*. N° 3, 2005. España. En:
<https://upcommons.upc.edu/handle/2099/1586;jsessionid=2733E91F83A5E8FAF6DED6A4543C40C5>. Enero, 2016.
- Sander Agnès, Vergés Véronique (1996). *Métapolis ou l'avenir des villes* (François Ascher, Odile Jacob). *Métropolisations : interdépendances mondiales et implications lémaniques* (sous la direction de Jean-Philippe Leresche, Dominique Joye et Michel Bassand). In: *Flux*, n°26, 1996. pp. 46-52. En: www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_1996_num_12_26_1754. Abril, 2016.
- Ascher, François (2007). *Los nuevos principios del urbanismo: el fin de las ciudades no está a la orden del día*. Versión española de María Hernández Díaz. Alianza Editorial. Madrid (primera edición, 2004). En:
https://bibliodarq.files.wordpress.com/2014/08/1_ascher-f-y-hernandez-dc3adaz-m-los-nuevos-principios-del-urbanismo-el-fin-de-las-ciudades-no-estc3a1-a-la-orden-del-dc3ada.pdf. Marzo, 2016.
- Baldó, J., Villanueva, F. (1998). *Un Plan para los barrios de Caracas*. CONAVI, Colección Premio Nacional de Investigación en Vivienda.
- Bolívar, Teolinda et al. (1994). *Densificación y vivienda en los barrios caraqueños. Contribución a la determinación de problemas y soluciones*. CONAVI. Colección Premio Nacional de Investigación en Vivienda, Caracas.
- Bolívar, Teolinda (1987). “Por el reconocimiento de los barrios de ranchos”. *Boletín Vivienda* N° 4. Caracas.
- Bolívar, Teolinda (1998). “Contribución al análisis de los territorios autoproducidos en la metrópoli capital venezolana y la fragmentación urbana”. *URBANA* 23 / 1998, pp. 53-74. Instituto de Urbanismo. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Cilento Sarli, Alfredo (2008). “Políticas de alojamiento en Venezuela: aciertos, errores y propuestas”. *Tecnología y Construcción*. Vol. 24-I, 2008. IDEC. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela pp. 35-58.
- De Freitas, Julio y Teresa Ontiveros (2006). “Hacia la comprensión del uso de los espacios públicos– privados en los territorios populares contemporáneos”. Cuaderno Urbano N° 5, pp. 217-234, *Resistencia*, Argentina, Junio 2006 En:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4165346.pdf>. Marzo, 2016.
- De Soto, Hernando (2000). *El misterio del capital*. Editorial El Comercio. Lima.

- Ding, Lei; Jackelyn Hwang; Eileen Divringi (2015). "Gentrification and Residential Mobility in Philadelphia". *Discussion Papers*. Community development studies & education department. Federal Reserve Bank of Philadelphia. Princeton University Federal Reserve Bank of Philadelphia. December 2015 En: https://www.philadelphiafed.org/-/media/community-development/publications/discussion-papers/discussion-paper_gentrification-and-residential-mobility.pdf?la=en. Marzo, 2016.
- España, Luis Pedro (2009). *Detrás de la pobreza. Diez años después*. Asociación Civil para la Promoción de Estudios Sociales, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, 2009
- Fernandes, Edésio (2002). "La influencia de El misterio del capital de Hernando de Soto". *Land Lines*: January, 2002, Volume 14, Number 1, January, 2002; Documento enviado a la Biblioteca del Foro Electrónico "Suelo: Acceso, regularización y precariedad urbana en América Latina y el Caribe" División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos – CEPAL / realizado entre julio-septiembre 2004. En: http://www.cepal.org/pobrezaurbana/docs/foro/La_influencia_de_El_misterio_del_capital_de_HernandodeSoto.pdf. Enero 2016.
- Fernandes, Edesio. (2010). "La construcción de "derecho a la ciudad" en Brasil". En: C. Santos Carvalho y A. Rossbach (organizadores), *El Estatuto de la Ciudad: un comentario* (pp. 494-518). São Paulo, Ministerio de las Ciudades: Alianza de las Ciudades. En: <https://derechoalaciudadflaco.files.wordpress.com/2014/01/edesio-fernandes-la-construccion-del-derecho-a-la-ciudad-en-brasil.pdf>. Enero, 2016.
- Freitez, Anitza (2013). Editora. *Después de 200 años Presente y futuro de la población venezolana*. Fundación Andrés Bello (RIF: J-00066761-6) y del Fondo de Población de Naciones Unidas (UNFPA-Venezuela). Caracas, 2013.
- Lovera, Alberto (2008). "Una nueva óptica para entender y actuar en el hábitat popular". *TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN*. 18 – 2002. IDEC/FAU/UCV, Caracas.
- Marcano Trujillo, Ignacio (2015). "Vista opuesta, imagen alternativa: aprendizaje de proyecto en la ciudad no proyectada". En: Teolinda Bolívar Barreto, Marcelo Rodríguez Mancilla y Jaime Erazo Espinosa, Coordinadores: *Ciudades en construcción permanente ¿Destino de casas para todos?* Volumen II. CLACSO - Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 1era. edición. Ediciones Abya-Yala Quito-Ecuador. Marzo 2015.
- Martín Rodríguez, Yuraima Elena (2008). "Hacia la práctica de una arquitectura dialógica en la transformación de los barrios populares urbanos". *Argos*. Vol. 25 N° 48 2008. Universidad Simón Bolívar. Caracas. Pp. 21-43. En: <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/7945/1/ARGOS-%202008%20hacia%20la%20practica%20de%20una%20arquitecturadialogica.pdf>. Enero, 2016.
- Martínez Miguélez, Miguel (2011). "Paradigmas Emergentes y Ciencias de la Complejidad". *Rev., OPCIÓN (LUZ)* 2011. N. 27,65, pp. 4580. En: <http://prof.usb.ve/miguelm/Paradigma%20Emergente%20y%20Cs%20de%20la%20Complejidad.html>. Diciembre, 2015.
- Ministerio de Desarrollo Urbano (1994). Plan sectorial de incorporación a la estructura urbana de las zonas de barrios del área metropolitana de Caracas y la región capital (sector Panamericana y Los Teques). Caracas.
- Morin, E. (1990). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Gedisa Editorial. España.

- North, Douglass C. (1991). "Institutions". *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 5, No. 1. (Winter, 1991), published by American Economic Association, pp. 97-112. En: <http://links.jstor.org/sici?sici=0895-3309%28199124%295%3A1%3C97%3AI%3E2.0.CO%3B2-W>. Enero, 2016.
- ONU- PNUD (2014). *Construcción de Ciudades más Equitativas. Políticas Públicas para la inclusión en América Latina*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONU Habitat, CAF –banco de desarrollo de América Latina, marzo 2014. Nairobi 00100, Kenia. Impreso en Colombia.
- ONU-HABITAT (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Organización de Naciones Unidas –HABITAT. Nairobi, Kenia. Impreso en Brasil. En: http://www.cinu.mx/minisitio/Informe_Ciudades/SOLACC_2012_web.pdf. Feb., 2016.
- ONU-HÁBITAT (2014). *Desalojos forzosos*. Folleto informativo N° 25/Rev.1. Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos. Organización de Naciones Unidas – HABITAT. Nueva York y Ginebra, 2014. En: http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS25.Rev.1_sp.pdf, Enero, 2016.
- Paiva Cabrera, Andrews José (2004). "Edgar Morin y el pensamiento De la complejidad". *Revista Ciencias de la Educación*. Año 4, Vol. 1 N° 23. Valencia, Enero - Junio 2004. pp. 239-253.
- Pedrazzini, Ives y Magaly Sánchez (1994), *Malandros, bandas y niños de la calle*. Vadell Hermanos, Caracas.
- Rodríguez Juan Carlos, Contreras Verónica, Schaper Angélica y Tovar Alba (2006). "Programa de habilitación física de barrios en Venezuela ¿Nuevo paradigma en planificación urbana? Programa de habilitación física..." *FERMENTUM*. Mérida - Venezuela - AÑO 16 - N° 47 - Septiembre – Diciembre, 2006, pp. 760-792.
- Rosas Meza, Iris (2015). "Experiencia constructiva y resultantes estéticas de la obra construida por la gente en barrios urbanos". En: Teolinda Bolívar Barreto, Marcelo Rodríguez Mancilla y Jaime Erazo Espinosa, Coord.: *Ciudades en construcción permanente ¿Destino de casas para todos?* Vol. II. CLACSO , 1era. edición. Ediciones Abya-Yala. Ecuador, marzo 2015.
- Salinas Arreortua, Luis Alberto (2013). "Gentrificación en la ciudad latinoamericana. El caso de Buenos Aires y Ciudad de México". *GeoGraphos*. [En línea]. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante, 24 de febrero de 2013, vol. 4, n° 44, p. 283- 307. [ISSN: 2173-1276] [DL: A 371-2013] [DOI: 10.14198/GEOGRA2013.4.44]. En: <http://web.ua.es/es/revista-geographos-giecryal/documentos/luis-salinas.pdf?noCache=1363271617297>. Febrero, 2016.
- UN (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights* (ST/ESA/SER.A/352). Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- UN-HABITAT (2003). *The challenge of slums. Global report on human settlements 2003*. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi, Kenya. Earthscan Publications Ltd London and Sterling, VA . En: <http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=1156&AspxAutoDetectCookieSupport=1>. Marzo, 2016.

- UN-HABITAT (2009). *Urban Policies and the Right to the City Rights, responsibilities and citizenship*. United Nations–Hábitat–UNESCO. Nairobi, KENYA. Marzo 2009.
- Villanueva, Federico y Josefina Baldó (1994). “Sobre la cuestión de la urbanización de los barrios”. *Revista SIC* N° 572, Fundación Centro Gumilla. Centro de Investigación y Acción Social (CIAS) de la Compañía de Jesús en Venezuela (Jesuitas). Sept.-Oct. 1994. Pp. 340-346. En: http://gumilla.org/biblioteca/bases/biblo/texto/SIC1994568_340-346.pdf. Enero, 2016.
- Wiesenfeld, Esther. (2000). *La autoconstrucción: un estudio psicosocial del significado de la vivienda*. Caracas, Venezuela: Centro de Estudios de Postgrado, Facultad de Humanidades y Educación / Consejo Nacional de la Vivienda. Caracas.

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD URBANA EN ZONAS DE DESARROLLO NO CONTROLADO: EL CASO DEL BARRIO LA LUCHA, MUNICIPIO SUCRE, ESTADO MIRANDA

MSc. Carlos Urdaneta Troconis

Departamento de Planificación Urbana. Universidad Simón Bolívar.
e-mail: carlosurdaneta@usb.ve

RESUMEN

En el proceso de expansión de la ciudad de Caracas surgió un tipo de ocupación del territorio, informal o no controlado, generador de vulnerabilidad urbana, producto de una praxis social destinada a satisfacer necesidades de provisión de hábitat, denominado barrio. Por ello, el objetivo del estudio es determinar su vulnerabilidad urbana, tomando como caso el barrio La Lucha (Municipio Sucre, Estado Miranda). El estudio describe un ejemplo de construcción de vulnerabilidad urbana, desde la perspectiva de la teoría propuesta por Delgado (2007). Se asumió un enfoque cuantitativo-descriptivo, con una revisión sistemática de estudios existentes, utilizando y procesando información de fuentes primarias y secundarias, bibliográficas, estadísticas y cartográficas. Se identificaron elementos urbanos que luego se analizaron con base en los factores de vulnerabilidad: la susceptibilidad, la resiliencia, la exposición y el régimen. El estudio arrojó, entre otros hallazgos, un Índice de Vulnerabilidad Física de 0,06, calificado como de extrema concentración; una alta susceptibilidad adquirida y una interacción suelo-estructura perjudicial para las edificaciones expuestas a sismos y a crecidas excepcionales de la quebrada Camburí.

Palabras Clave: Vulnerabilidad urbana. Susceptibilidad urbana. Resiliencia urbana. Exposición urbana. Régimen urbano.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la vulnerabilidad humana, específicamente la urbana, ha tenido un gran desarrollo teórico-metodológico en los últimos 20 años que no ha sido suficientemente aplicado con rigurosidad a determinar las condiciones de vulnerabilidad de los barrios. Es por ello que el objeto de este estudio es determinar dicha vulnerabilidad urbana desde la perspectiva de la teoría de la vulnerabilidad humana propuesta por Delgado (2007), tomando como caso el barrio La Lucha (Municipio Sucre, Estado Miranda).

El Instituto Metropolitano de Urbanismo Taller Caracas (IMUTC, 2012) estima que para 2011 en la ciudad de Caracas, 1.442.458 habitantes (45% del total) reside en áreas de desarrollo informal, denominados barrios, en los cuales se ha desarrollado un proceso de asentamiento “cuyo origen fue un rancherío, transformados en tiempo y territorialidad que les son propios en agrupaciones de viviendas unifamiliares y multifamiliares” (Bolívar, 1997, p.183), de desarrollo progresivo sin un plan o proyecto preexistente (Baldó y Villanueva, 2004) y de crecimiento espontáneo no controlado por las autoridades

urbanísticas (Marcano, 2004). Bolívar (1997) también señala, la construcción y transformaciones de las edificaciones ubicadas en esas áreas ha estado fuera del control técnico y legal y “(...) tienen una historia de urbanización, de sus terrenos y de construcción de sus edificaciones que induce a tener muchas dudas sobre la seguridad estructural de los conjuntos habitacionales existentes” (p. 183).

1.-CONSIDERACIONES CONCEPTUALES

1.1. Vulnerabilidad

Autores como Wilches – Chaux; Batista y Prado; Barbat y Cardona; Delgado, entre otros, han desarrollado estudios que pueden convertirse en marco teórico para abordar la vulnerabilidad en la ciudad, bajo un enfoque sistémico. Este trabajo se inscribe en los postulados de la Teoría de la Vulnerabilidad Humana propuesta por Delgado (2007), quien propone el análisis de la vulnerabilidad desde un “enfoque ambiental, metodológicamente sistémico” y va a señalar que es “...medida de la propensión al cambio que tiene el (sistema) ante una amenaza, vale decir, ante cualquier situación o conjunción de situaciones capaz de modificar o destruir la organización y funcionamiento del sistema, generando en él una respuesta adaptativa (...)” (Delgado, 2002, p.27). De lo anterior se desprende que la vulnerabilidad: (a) es una condición propia del sistema; (b) varía con el tiempo, y; (c) no representa necesariamente un peligro para otro sistema. Por tanto, el origen y magnitud de daños producidos por un evento natural o antrópico no debe buscarse en su capacidad de impactar negativamente el sistema, sino en aspectos vinculados con la obra humana o al uso que a ésta se le da.

Delgado (2013) considera que la vulnerabilidad está compuesta por *factores*. Identifica la *Susceptibilidad* como factor interno a la organización del sistema. Los factores inherentes a la interdependencia del sistema con el entorno son la *Resiliencia*, la *Exposición* y el *Régimen Ambiental*. Por ello, propone que la vulnerabilidad debe ser evaluada a partir del análisis de esos factores, coincidiendo con otros autores (Barbat y Cardona; Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales América Latina, entre otros). Delgado (2013) propone las siguientes definiciones:

1. La *Susceptibilidad* es definida como la condición propia o adquirida y el potencial que tiene el sistema para producir un cambio o afectación ante una perturbación del entorno. Se asocia con cantidad de condiciones físicas para cambiar, en relación directamente proporcional: a mayor cantidad de elementos, mayor susceptibilidad.

2. La *Resiliencia* del sistema es la “(...) capacidad de ajuste o absorción del sistema ante los cambios del entorno (...)” (p. 32), lo que implica que es la relación inversamente proporcional entre su susceptibilidad y su capacidad de anticipación, respuesta y recuperación producto del procesamiento de información que ingresa al sistema.

3. Delgado (2002) considera que la *Exposición* es “(...) la situación espacio-temporal que tiene el sistema ante una amenaza (...) que pueda inducir al cambio”. (p. 28)

4. El *Régimen Ambiental* “(...) es una expresión temporal de la interdependencia entre el ritmo fisicoambiental y el ritmo socioambiental del Sistema Objeto de Estudio” (p.38).

1.2 Vulnerabilidad Urbana

Delgado (2003) adapta el concepto de vulnerabilidad a la ciudad, definiéndola como “(...) la medida de la propensión al cambio que tiene una ciudad, que es una estructura funcional delimitada en el tiempo y en el espacio, ante cualquier amenaza, interna o externa, de origen natural, tecnológico o social”. (p. 29). Adicionalmente, Urias (2012) especifica que “la vulnerabilidad en el entorno urbano se relaciona tanto con la estructura, forma y función de la ciudad, como con las características de los diversos grupos humanos que ocupan el espacio y sus propios estilos o modalidades de vida” (p.76)

La *Susceptibilidad urbana* está directamente relacionada con dos aspectos: la predisposición -de origen o inherente al sistema- y la propensión –susceptibilidad adquirida-. En el primer caso, expresado a través de variables tales como el tamaño de las edificaciones; el orden- con la evaluación de la concentración o dispersión relativa de las edificaciones, a través del Índice de Vulnerabilidad Global, que da medida de la susceptibilidad de la zona y de la densidad-; la configuración –evaluable con base en la *regularidad*, la *diversidad* y la *altura de la edificaciones*; mientras más regulares sean las formaciones urbanas y las edificaciones, tanto en planta como en altura, mayor será la posibilidad de disipar la energía-; el acoplamiento -medible a través del retiro de las edificaciones-; el tipo y estilo de construcción; la accesibilidad y la conectividad –lo que se puede determinar a través de la cantidad y tipos de vía, su capacidad, la superficie vial y la relación de continuidad vial con la ciudad. La propensión se determina a través de la predominancia, la diversidad de usos, las fases de reposo y consumo y el momento crítico.

La *Resiliencia urbana*, que se desagrega en tres fases: la capacidad de anticipación, expresada, por ejemplo, en la existencia de sistemas contra incendios o de desalojos así como en el conocimiento, la experiencia y las destrezas de la población local residente y en la disponibilidad de herramientas que posean; ésta última y los recursos -como la disposición de telefonía convencional y móvil celular-, se asocia con la capacidad de respuesta y; la capacidad de recuperación para el post-desastre (disponibilidad de recursos económicos, financieros, materiales y sociales para la recuperación).

La *Exposición urbana* tiene dos fases: activa, la cual tiene, a su vez, dos tipos: núcleo y centro, medidos a través de dos variables, la afluencia y la influencia. La segunda fase, pasiva, tiene también dos tipos: espacial -medida a través de la posición y la distancia- y temporal –medida por la duración, la recurrencia y la intensidad.

El *Régimen Ambiental urbano* tiene dos fases: el sistema y el entorno, con dos tipos cada una, el reposo y el consumo; éstos se miden a través de variables tales como frecuencia, recurrencia y momento crítico.

1.3 Área Urbanística Homogénea

Una ciudad no tiene una conformación uniforme, aunque es percibida como un todo. Corrientemente, se identifican que sus elementos integrantes son urbanizaciones o barrios; sin embargo, hay áreas difusas, cuya delimitación o reconocimiento social no siempre es claro. Más aun, es posible reconocer sectores dentro de esas urbanizaciones o barrios en no pocos casos. Por tanto, más allá de la noción de urbanización o barrio, el área urbanística homogénea es una subdivisión urbana que la caracteriza el “(...) grado suficiente de homogeneidad en cuanto a su configuración (trama urbana), usos y edificaciones, así como su evolución histórica, que hace que sea percibido unitariamente por los ciudadanos y sea referencia espacial básica de sus vivencias colectivas cotidianas.” (Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna, 2014, p. 27)

2.- METODOLOGÍA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación asumió un enfoque cuantitativo-descriptivo, con una revisión sistemática de estudios existentes, utilizando y procesando información de fuentes primarias y secundarias, bibliográficas, estadísticas y cartográficas. Se analizaron los resultados obtenidos desde la perspectiva de la vulnerabilidad urbana.

El protocolo de investigación se diseñó de la siguiente manera: (1) revisión documental de estudios teóricos y técnicos sobre la materia desarrollados para el caso de la ciudad de Caracas por diversos autores; (2) se establecieron como métodos e instrumentos de recolección de información los siguientes: (a) informe de diagnóstico y base de datos geográfica para la *Etapa de Elaboración del Diagnóstico para el Plan Especial Boleíta* (IMUTC, 2011); (b) la observación directa en campo de la situación del barrio, en términos de su vulnerabilidad urbana, y; (c) la investigación en campo de los topónimos de las vialidades peatonales existentes en el barrio. (3) La adaptación parcial del método de análisis de la teoría de la vulnerabilidad humana propuesta por Delgado (2007), específicamente en lo relativo a la susceptibilidad urbana.

3.- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1 Aspectos Generales

El barrio La Lucha está ubicado al este de la ciudad de Caracas, Venezuela, (Municipio Sucre, Estado Miranda). Tiene un área de 4,95 ha. y una población estimada para 2016 en 3308 habitantes. Delimitado por desarrollos urbanos formales (Boleíta Norte, Boleíta Sur y Horizonte), está demarcado por la calle Sanatorio del Ávila, al norte, la cual, al continuar hacia el sur-este, se convierte en Calle La Cruz; a su vez, ésta desemboca en la Avenida Rómulo Gallegos, vialidad que delimita el sur del asentamiento; al oeste, lo delimitan parcelas privadas ubicadas en la Avenida Patrocinio Peñuela, de Boleíta Norte, tal como se muestra en la Figura 1. Constituye un área urbanística homogénea.



Figura 1. Ubicación del Barrio La Lucha.
Fuente: IMUTC. (2011) Elaboración propia.

Su fundación data de 1939, con una invasión a terrenos que estaban destinados a la ampliación de empresas pre-existentes -aserraderos, alfarerías, bloques para la construcción, tenerías, entre otras-. (IMUTC, 2011, p.6).

3.2. Análisis de la Vulnerabilidad del barrio La Lucha

3.2.1. Susceptibilidad urbana

La predisposición de origen en el barrio puede dimensionarse a través del tamaño promedio de la planta de las edificaciones, del orden de los 63,2 m^2 -con una desviación estándar de 44,13-; este indicador baja a 60,3 m^2 -con una desviación estándar 34,51- si se considera sólo a las edificaciones de tipo residencial; sin embargo, el 61% de las viviendas tiene una planta inferior a ese promedio. Adicionalmente, tomando en cuenta que la densidad residencial neta fue estimada en 1027 hab/ha, se podrá concluir que La Lucha constituye un área urbanística homogénea con alta concentración poblacional que habita en viviendas de tamaño reducido a medio.

Además de la densidad como indicador del orden, se determinó la susceptibilidad global del barrio, a través del cálculo del Índice de Vulnerabilidad Global. Para ello, y dada la inexistencia de la figura de la manzana como unidad urbanística propia de la urbanización formal en la estructura urbana del barrio, la cual es utilizada para el cálculo de este índice, se adoptó el criterio de conformar una suerte de unidad equivalente, a partir de la unidad de acceso a las edificaciones a través de vialidad vehicular o peatonal.

Como se muestra en la Figura 2, los valores obtenidos para este Índice de Vulnerabilidad Global son extremadamente bajos, siendo de 0,06 para el total del barrio; para la gran mayoría de unidades conformadas para el cálculo del Índice son inferiores a 0,01, y el máximo de 0,577, cuando el valor ideal del Índice, de adecuada relación entre espacio construido y espacio libre, es de 1. Destaca que los mayores valores se observan en las adyacencias de las vialidades que estructuran la forma del barrio -la Av. Rómulo Gallegos

y la Calle La Cruz-Sanatorio del Ávila-, producto de los espacios vacíos de esas vialidades; al centro del barrio, los valores bajos del Índice lo convierte en indicador del macizado que constituyen las edificaciones internas del barrio.

La Configuración del asentamiento se determinó a través de la regularidad. Como toda formación urbana de tipo barrial, tiene una estructura urbana poco jerarquizada. “Aunque las fachadas se alinean con la calle, su trazado general presenta estrechamientos y aberturas que varían el ritmo del espacio construido, caracterizado por un grano borroso” (IMUTC, 2011, p.11). La forma de las edificaciones del barrio, presenta, en su gran mayoría, un diseño irregular, tanto en planta como en elevación; es posible observar que, en su gran mayoría, tienen figuras irregulares que se asemejan a trapecios, y algunas en forma de L. En este tipo de diseño irregular, la concentración de la energía se da de manera diferencial, lo cual incrementa la vulnerabilidad de origen. Adicionalmente, es usual observar esquinas definidas por paredes de bloque trabado, las cuales son áreas edificadas vulnerables ante sismos.

El tipo de edificación predominante lo constituyen las viviendas (95% de 555 edificaciones existentes) un 4% de otro tipo de estructuras (galpones, edificaciones comerciales y de servicios) y un 1% de edificaciones en construcción. Las alturas de las edificaciones que varían de entre 1 piso (8% del total); 31% con dos pisos; 38% tienen tres pisos; 21% cuatro pisos; el 1,5% tiene cinco pisos y sólo dos edificaciones (0,4%) llega a los 6 pisos. Existe un absoluto predominio de edificaciones adosadas y, como aspectos más relevantes del paisaje, la visión seriada.



Figura 2. Índice de Vulnerabilidad Global.
Fuente: IMUTC (2011). Elaboración propia.

Para medir el desempeño estructural, se utilizó el género o tipo de edificación de acuerdo con la Escala Macrosísmica Europea de 1998, citada por Delgado (2007, p. 156). Para dicha clasificación, a este tipo de estructuras le corresponde una categoría de vulnerabilidad más probable de C –intermedia-. La mayoría de las viviendas del barrio son de estructura de concreto armado (99,6%) y manpostería; sin embargo, es posible inferir que no cuentan con diseño sismorresistente; de hecho, en los barrios se utiliza un concreto “(...) de muy baja resistencia, ya que en la mezcla colocan más % de agua y menos de cemento (...)” (Informe del IMME, R Bonilla, 2011, c.p. Oviedo et al, 2011). Ante la totalidad del espacio ocupado, el crecimiento observado es en forma vertical, en edificaciones preexistentes, sin control de normas de construcción (Rosas, 2009) por lo cual la estabilidad de la edificación intervenida es razonablemente puesta en duda, como se evidencia en la Figura 3. Adicionalmente, al agregar el estado de la construcción, sólo el 9% presentaban un buen estado de construcción; regular, en el 89% de los casos y un 3% de viviendas en mal estado. (IMUTC, 2011).

Cuenta con poca dotación de espacios públicos, constituidos por la vialidad, así como una escasa vegetación. La vialidad vehicular que delimita el barrio está constituida, como se ha mencionado, por la Av. Rómulo Gallegos, que tiene una categoría de vía arterial, la cual permite el acceso al 6,1% de las edificaciones del barrio; la calle Sanatorio del Ávila, con categoría de vía colectora secundaria. A través de ella se accede directamente al 2,3% de las edificaciones del barrio. Esta vía se convierte, al sureste en la calle La Cruz, con carácter de vialidad local principal, por la cual se accede al 10,3% de las edificaciones del barrio.



Figura 3. Detalle de estructura de vivienda (2015). Foto: C. Urdaneta.

El barrio cuenta también con vialidad local secundaria (Boulevard El Carmen y la calle Mobil), ambas con sentido sur-norte al penetrar el barrio, para posteriormente cambiar en sentido oeste y culminar en *cul de sac*; por estas vialidades se accede directamente el 17,1% del total de las edificaciones del barrio.

Es así como la jerarquía vial vehicular presente en el barrio tiene cuatro niveles (Arterial, Av. Rómulo Gallegos; Colectora Secundaria, Calle Sanatorio del Ávila; Local Principal, Calle La Cruz; Local Secundaria, prol. Calle La Cruz), mientras que la peatonal tiene tres: el quinto nivel, constituida por aquella vialidad peatonal que permite acceder al barrio desde las vías vehiculares principales (Av. Rómulo Gallegos y la Calle Sanatorio del Ávila) y que permiten acceder al 15,2% de las edificaciones; el sexto nivel, los callejones o veredas por las cuales se accede al barrio desde las vías vehiculares locales –primarias o secundarias– constituyen la principal vía de comunicación del barrio, al permitir el acceso al 38,1% del total de sus edificaciones, y; el séptimo nivel, constituido por callejones o veredas ubicados al interior del barrio, que conectan a vialidades peatonales de quinto o sexto nivel (Figura 4). Este tipo de vialidad de menor jerarquía es utilizado para acceder al 10,8% del total de las edificaciones del barrio. A nivel agregado, la vialidad vehicular permite el acceso al 35,8% de las edificaciones y la vialidad peatonal, al 64,2%.

Al construir el Índice de Accesibilidad es posible determinar que las edificaciones ubicadas en las vialidades peatonales de séptimo nivel presentan los menores niveles de accesibilidad (desde 8%) mientras que los mayores valores se observan en los conjuntos de edificaciones ubicadas al borde de las vías vehiculares (Figura 5).

La conectividad del barrio con la ciudad se logra fundamentalmente por su privilegiada localización central, incrementándose con la Avenida Rómulo Gallegos, vialidad arterial de la ciudad. Tuberías del acueducto siguen la trayectoria de esta vía, de escala metropolitana (24”) como para el abastecimiento local (8”), que ingresa al barrio por el Boulevard El Carmen. Por la otra vialidad que circunda el barrio, la Calle La Cruz-Sanatorio del Ávila, se ubica una tubería de este sistema, de mayor capacidad (30”). Para la disposición de las aguas servidas y de lluvias, el barrio tiene un sistema mixto cuyo sitio de disposición es la quebrada Camburí; en algunos tramos, las redes se ubican por debajo de no pocas edificaciones, aun cuando en la mayor parte de su extensión recorre por las veredas y callejones del barrio. Pero en sí que las edificaciones adyacentes al este de la Calle La Cruz (26 edificaciones, 5% del total existente) se ubican, al menos en parte, sobre el embaulamiento de dicho cuerpo de agua.

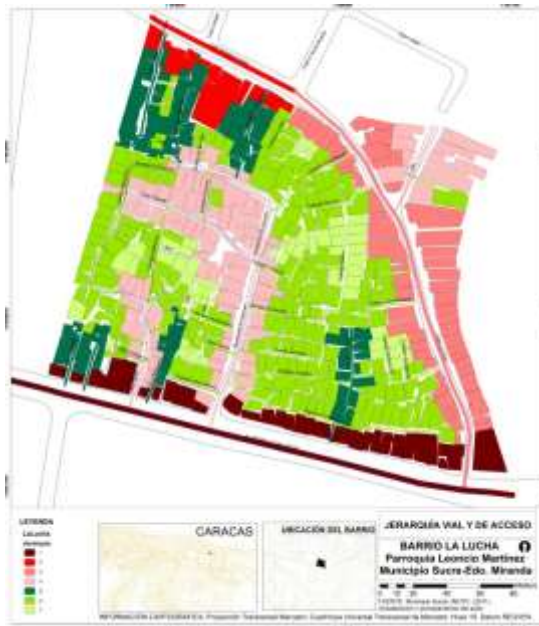


Figura 4. Jerarquía vial y de acceso.



Figura 5. Índice de Accesibilidad.

Fuente: IMUTC (2011). Elaboración propia.

Las actividades que se realizan en el barrio son, fundamentalmente, de tipo residencial exclusivo (83% de las edificaciones); si a ellas agregamos el uso residencial mixto (con comercio, servicios, almacenaje e incluso, actividades industriales), el valor se incrementa a 96%. La localización de las actividades en el barrio se observa en la Figura 6.

3.2.2. Resiliencia urbana

En relación con la capacidad de anticipación activa, en el barrio La Lucha existe sólo un hidrante, localizado en la convergencia de la av. Rómulo Gallegos con el Boulevard El Carmen. Se considera que el barrio no tiene capacidad de anticipación contra ninguna amenaza natural. No se ha determinado la existencia de algún tipo de plan para desalojo de población en caso de desastres. La capacidad de respuesta está asociada al uso de la telefonía fija y móvil celular y la capacidad de recuperación se ha asociado al capital humano existente, en áreas técnicas tales como albañilería, plomería, electricidad y a las pocas y a la existencia de actividades comerciales y de servicios relativamente poco diversificadas que pueden servir de apoyo para la respuesta local. Adicionalmente, cuenta con la Unidad Educativa *Ma. Angélica Lusinchi*, de seis pisos y ubicado al centro del barrio sobre el Boulevard El Carmen, dependiente del gobierno de Miranda, la cual puede ser utilizada para el alojamiento temporal de personas; igualmente, es un sitio seguro para una eventual necesidad de distribución de alimentos, ropas y colchones, entre otros.



Figura 6. Uso de las edificaciones. Fuente: IMUTC (2011). Elaboración propia

3.2.3. Exposición urbana

En general, las actividades comerciales presentes en el barrio tienen dos mercados: el externo al barrio, localizado principalmente en la Av. Rómulo Gallegos, en la calle Sanatorio del Ávila y, en menor medida, en la calle La Cruz; el resto de actividades comerciales, ubicadas principalmente en el Boulevard El Carmen y en las vialidades peatonales, está destinado al mercado local. Las actividades de servicio se localizan de manera diferencial; así, mientras el tipo de actividad requiere de la afluencia de público externo al barrio, tienden a localizarse sobre las principales vialidades vehiculares, mientras que aquellas que no ameritan tal afluencia –albañilería, plomería, etc.–, están ubicadas a lo interno del barrio. En lo relativo a equipamientos públicos, están dirigidos a la población local, tal como la Unidad Educativa *Ma. Angélica Lusinchi*, la Casa Hogar Mirandino *El Guayacán* y un hogar de cuidado diario. En la sede de la Unidad Educativa antes mencionada funciona también un servicio de planificación familiar adscrito al M.P.P de Salud, que atiende a población local y externa.

Existe una elevada exposición a inundaciones, específicamente en el extremo este del barrio (Calle La Cruz) y en zonas de topografía más baja al centro y sur del mismo; por otro lado, de acuerdo con Oropeza y Singer (2011) “(...) la depresión de Campo Alegre-Los Palos Grandes-Los Ruices [en la cual se ubica el barrio La Lucha] y sus correspondientes microzonas, se encuentran particularmente expuestas a la acción recurrente de deslaves torrenciales, como los ocurridos en época prehispánica en intervalos de tiempo del orden de 500 años.” (p.11).

Adicionalmente al diseño mixto del sistema de disposición de las aguas, los altos niveles de construcción y las modificaciones en altura, particularmente la construcción de

edificaciones en forma que recuerda la pirámide invertida (Figura 7) así como la poca sección de las vías peatonales coadyuvan generar espacios públicos –caminerías, veredas o callejones- techados, con poca iluminación natural, con poca circulación de vientos e incremento de los niveles de humedad, son elementos que contribuyen a generar un ambiente de condiciones que atentan contra la salud y seguridad de sus pobladores (Figura 8). Pero, adicionalmente, la colocación de las bombonas de gas butano -combustible utilizado para cocinar en las viviendas del barrio- al interior de las viviendas, contribuye a incrementar aún más, con las condiciones descritas anteriormente, la exposición del barrio.

El Instituto Metropolitano de Urbanismo Taller Caracas (2011) considera que en los terrenos ocupados por el barrio La Lucha, “la microzona sísmica que correspondería sería posiblemente 3 – 1, vale decir, suelos poco profundos y rígidos, con mayor severidad esperada para edificios bajos y rígidos (...)”, con lo cual la exposición del barrio a amenazas sísmicas es alta, pues como ya se mencionó en otro apartado, el tipo de edificaciones existentes en el barrio corresponde a tal descripción. Por otro lado, ese mismo crecimiento vertical de las edificaciones conlleva otro tipo de exposición, relacionada con la proximidad de las redes de alta y baja tensión a los pisos superiores; en particular, la proximidad a transformadores de aceite que, como se sabe, pueden generar explosiones e incendios. (Figura 9).



Figura 7. Edificación en forma de pirámide invertida



Figura 8. Vialidad peatonal



Figura 9. Detalle de poste de energía eléctrica incorporado a una vivienda.

Fotos: C. Urdaneta (2015).

3.2.4. Régimen Ambiental urbano

Así como para la ciudad de Caracas, el mayor potencial de crisis en el barrio La Lucha se ha estimado en “los meses de enero, febrero, marzo, junio, *particularmente* durante un frente frío estacionario en enero, después de un año “Niña” en el que haya llovido intensamente entre octubre y diciembre” (IMUTC, 2011, p. 231). No se conocen elementos que modifiquen esta afirmación. Ese mismo estudio considera el período crítico en el

barrio entre las 7:00 pm y las 7:00 am, en los edificios del barrio, así como los sábados en la tarde y domingos, debido a la mayor presencia de población residente en sus viviendas.

4.- CONCLUSIONES

Se ha podido constatar que en el barrio La Lucha, tomado como caso de estudio de los barrios de Caracas, tanto las actuaciones públicas –por acción como por omisión- y las privadas contribuyen significativamente a la construcción de la vulnerabilidad urbana, tal como lo señala Delgado (2007). También ha quedado demostrado que la vulnerabilidad urbana no es uniforme al interior de una unidad urbanística homogénea.

Se ha podido demostrar que el análisis de la vulnerabilidad urbana es un campo de análisis independiente de otras categorías analíticas, tales como la amenaza, el riesgo o el desastre, con las cuales frecuentemente aparece disminuida en tratamiento, si bien constituyen categorías complementarias para el análisis de una realidad particular. Es necesario desarrollar aún más las técnicas y herramientas para abordar estudios para determinar el tipo, grado e intensidad de los distintos factores de la vulnerabilidad urbana; en particular, en asentamientos informales.

El estudio presentado demuestra la necesidad de realizar análisis de vulnerabilidad urbana en las zonas de barrios como insumo para desarrollar políticas y acciones tanto públicas como privadas. En particular, el desarrollo de acciones destinadas a incrementar las capacidades de anticipación, respuesta y recuperación por parte de la población. Adicionalmente, es necesario diseñar e implantar mecanismos de control del crecimiento vertical y horizontal del asentamiento a los fines de, entre otros, disminuir la susceptibilidad urbana.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna. *Plan General de Ordenación de La Laguna. Documento para la Información Pública.* (2014). Canarias, España. Recuperado de <http://www.gerenciaurbanismo.com>

Baldó, J. y Villanueva, F. (1998) *Un plan para los barrios de Caracas.* Caracas: Consejo Nacional de la Vivienda.

Barbat y Cardona, (2004). *Curso de Educación Superior Gestión Integral de Riesgos y Desastres. Guía de Estudio.* Barcelona: Structuralia / Universidad de Catalunya.

Bolívar, T. (1997) Densificación de los Barrios Autoproducidos en la Capital de Venezuela, en Lavell, A. (Comp.) *Viviendo En Riesgo. Comunidades Vulnerables y Prevención de Desastres en América Latina.* FLACSO-La Red. Recuperado de <http://la-red.org>>ver_intro_nov-20-2002

Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina. (S/F). Modelación del riesgo desde la perspectiva de los desastres. Tomo I Metodología de Modelación Probabilista de

Riesgos Naturales. *Informe Técnico Ern-Capra-T1-5 Vulnerabilidad de Edificaciones E Infraestructura*. Recuperado de <http://www.ecapra.org/sites/default/files/documents/ERN-CAPRA-T1-3%20-%20Modelos%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Amenazas.pdf>

Delgado, J. (2002). Hacia una planificación urbana para la reducción de riesgos ambientales. Vulnerabilidad urbana del Área Metropolitana de Caracas. *Urbana*, 7(30), 25-41.

Delgado, J. (2007). *La Vulnerabilidad Humana: del paradigma de la resistencia al paradigma de la Resiliencia*. (Tesis de Doctorado). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela.

Delgado, J. (2013). La vulnerabilidad urbana. Un enfoque ambiental y sistémico. *Urban@*, Vol. 1 N° 1. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_urb/index

Instituto Metropolitano de Urbanismo Taller Caracas (2011). *Etapas I y II del Plan Especial Boleíta Municipio Sucre, Estado Miranda*. Producto N° 4: Diagnóstico. (Mimeo). Caracas.

Instituto Metropolitano de Urbanismo Taller Caracas (2012). *Avances del Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020*. Caracas.

Marcano, F. (2004). La otra ciudad. *Urbana*, V.9 N° 35.

Oropeza, J y Singer, A. (2011). Propuesta Geológica de Microzonas Sísmicas para la Ciudad de Caracas. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, 26(2), 77-88.

Oviedo, L; Pimentel, L; Safina. A. (2011). *Técnicas de reforzamiento sísmico de viviendas informales en barrios*. Informe de pasantía académica. Recuperado de https://issuu.com/astridsafina7/docs/reforzamiento_sismico_en_barrios

Rebotier, J., López Peláez J., y Pigeon P. (2013). Las paradojas de la resiliencia: Miradas cruzadas entre Colombia y Francia, en *Territorios* 28, p. 127-145. Recuperado de <https://clepys.wordpress.com/2013/08/20/no-28-2013-ciudades-y-resiliencia-riesgo-vulnerabilidad-y-adaptacion-en-america-latina/>

Rosas, I. (2009). La cultura constructiva informal y la transformación de los barrios caraqueños. *Bitácora Urbano Territorial*, V. 15, N° 2. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/748/74811890005.pdf>

Urias, E. (2012). La Zona Metropolitana del Valle de México como ecosistema urbano. *Debate Económico*, 1(2), No. 2, 68-92. Recuperado de https://issuu.com/laesmx/docs/debate_econ_mico_no_2

Vallmitjana, M. (2004). Las zonas de barrios: un reto urbanístico. *Urbana*, V.9 N° 35.