



ANÁLISIS GEOMÉTRICO, ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON PARABOLOIDES HIPERBÓLICOS POR EDUARDO CATALANO EN ESTADOS UNIDOS, FÉLIX CANDELA EN MÉXICO Y JULIO COLL ROJAS EN VENEZUELA

Rafael Páez¹.

¹Instituto de Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía, UCV; e-mail: arkitektoniko@gmail.com

RESUMEN

En esta ponencia se estudian tres experiencias de viviendas solucionadas con paraboloides hiperbólicos; por una parte la Casa Raleigh (Eduardo Catalano, Carolina del Norte, 1953), empleando un cascarón doblemente reglado, con tablonces de madera, para una luz de 28 metros con apoyos únicamente en los extremos. Luego las “casas japonesas” un urbanismo popular (Félix Candela, Monterrey, 1957) ocupando para cada un sistema estructural en concreto armado de paraboloides hiperbólicos en forma de *paraguas normal*, donde una sola columna sostenía el techo y, finalmente, el arquitecto venezolano Julio Coll Rojas, quien solucionó su casa (Caracas, 1960) con cascarones en hormigón mediante cúpulas alabeadas cuadrangulares, sostenidas sobre esbelta columnas. La metodología utilizada indaga cómo se concibieron tales propuestas habitacionales y el estado actual de estas experiencias constructivas. Los resultados obtenidos determinan que las *casas japonesas* han sido modificadas llegando a ser imperceptible su diseño original; la casa Raleigh fue reducida a escombros tras años de abandono, mientras que la Casa Coll se encuentra en buen estado de mantenimiento.

Palabras clave: Paraboloides hiperbólicos, cascarón doblemente reglado, cúpulas alabeadas cuadrangulares, Catalano, Candela, Coll.

INTRODUCCIÓN

El objetivo general de la ponencia es estudiar tres experiencias de viviendas solucionadas con estructuras de paraboloides hiperbólicos (superficie alabeada de doble curvatura) que se convirtieron en hitos arquitectónicos; tres ejemplos diferentes, distantes geográficamente, pero muy relevantes. Por una parte la Casa Raleigh (Carolina del Norte, USA) diseñada y construida en 1953 por el arquitecto argentino Eduardo Catalano, quien empleó un cascarón doblemente reglado, con tablonces de madera, para cubrir una luz de 28 metros, únicamente con apoyos en los extremos. Luego las “casas japonesas” un urbanismo de interés social, cuyas viviendas fueron diseñadas por Félix Candela (Monterrey, México, 1957) ocupando para cada una un sistema

estructural en concreto armado de paraboloides hiperbólicos de cuatro unidades, en forma de *paraguas normal*, donde una sola columna sostenía todo el techo y, finalmente, el arquitecto venezolano Julio Coll Rojas, quien solucionó su casa (Caracas, 1960) con estructuras laminares en hormigón mediante cúpulas alabeadas cuadrangulares, sostenidas sobre esbelta columnas. La metodología utilizada indaga cómo se concibieron tales propuestas habitacionales y el estado actual de estas experiencias constructivas. Los resultados obtenidos determinan las razones que conllevaron a que la casa Raleigh fuese demolida tras años de abandono, mientras que las *casas japonesas* han sido modificadas paulatinamente llegando a ser imperceptible su diseño original; sin embargo, la Casa Coll se encuentra en buen estado de mantenimiento.

1. VIVIENDAS DISEÑADAS Y CONSTRUIDAS CON PARABOLOIDES HIPERBÓLICOS QUE SE CONVIRTIERON EN HITOS ARQUITECTÓNICOS

Los principios matemáticos que rigen la modelación espacial de las superficies doblemente regladas se iniciaron en el periodo helénico 500 años a. de C.; pero no fue sino hasta 1914 cuando se construyeron las primeras bóvedas y cerramientos alabeados con la obra de Gaudí para la Cripta de la Colonia Güell y las bóvedas de la Sagrada Familia. Lamentablemente el arquitecto barcelonés, no dejó para la posteridad algún bosquejo, planos, maquetas, ni escritos que explicaran cómo fue el proceso que desembocó en dichas innovaciones.

Los ingenieros Bernard Lafaille en Francia y Giorgio Baroni en Italia construyeron importantes cubiertas de paraboloides hiperbólicos, algunas de las cuales fueron bombardeadas y reducidas a escombros por las fuerzas alemanas; otras sobreviven hasta la actualidad como ejemplos perdurables de esta aplicación tecnológica.

En la década de los años 50 se diseñaron y construyeron las primeras viviendas que emplearon paraboloides hiperbólicos en su solución arquitectónica, formal y estructural. Tres de ellas resaltaron por su osada originalidad y la acertada interpretación de un concepto matemático convertido en espacio habitable; gracias a la presencia en Estados Unidos de Norteamérica, del arquitecto argentino Eduardo Catalano; del arquitecto español Félix Candela en México y en Venezuela de Julio Coll Rojas

Estas tres propuestas habitacionales alcanzaron resultados muy distintos aun cuando fueron concebidas mediante una misma acepción geométrica partiendo de unidades (tramos, ramas u hojas) de una sola ecuación matemática:

$$z=xy$$

Seguidamente serán analizadas estas experiencias arquitectónicas, determinándose las causas que motivaron que a pesar de lo exitosas que resultaron nunca más fueron replicadas por estos tres diseñadores en sus prácticas profesionales.

1.1. La casa Raleigh. Eduardo Catalano 1953

Eduardo Catalano (figura 1) una vez graduado de arquitecto por la Universidad de Buenos Aires para el año de 1943 se dirigió a los Estados Unidos a cursar un postgrado en las universidades de Pennsylvania y Harvard.



Figura 1. Eduardo Catalano.

Fuente: <http://d.lib.ncsu.edu/collections/catalog/0003563>

En sus años de formación Catalano recibió la influencia de las corrientes modernistas signadas por la Bahaus, ya que fue alumno de Walter Gropius en la Escuela de Diseño de Harvard. No obstante, ya había tenido un primer acercamiento a esta tendencia gracias a su participación en el diseño, junto al arquitecto húngaro Marcel Breuer, del Parador Turístico Ariston (1948), ubicado en el barrio La Serena en Mar del Plata, Argentina (Dias; Adriá, 2003:116).

En 1951 Catalano aceptó una propuesta para ejercer la docencia de parte de Henry Kamphoefner, arquitecto y Decano de la Escuela de Diseño de la NCSU (North Carolina State University). Fue así como pasó a radicar en la ciudad de Raleigh, Carolina del Norte, donde adquirió un predio en el número 1467 de Drivers Camino para posteriormente, en 1953, construir la vivienda que había proyectado desde hacía diez años antes: la casa Raleigh (figura 2). En la biblioteca de la Escuela de Diseño de la NCSU, se exhibe al público la maqueta original elaborada por Catalano que sirvió para modelar la solución estructural de la Casa Raleigh (figura 3).

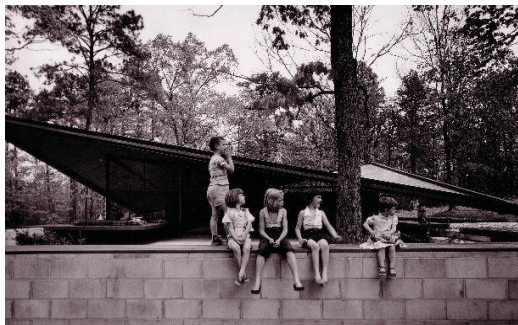


Figura 2. Vista de las terrazas de la casa Raleigh.

Fuente: jetsetmodern.com/catalano

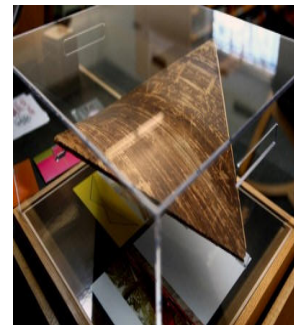


Figura 3. Maqueta que sirvió de modelo a escala para la casa Raleigh.

Fuente: www.trianglemodernist.com/catalano

La vivienda diseñada por Catalano fue única en su tipo. Un cascarón de una sola unidad de paraboloides hiperbólicos sirvió para cubrir un área construida de 371.61 m², en los cuales quedarían incluidos los espacios cerrados: 3 habitaciones, sala comedor y una estancia, ajardinada (figura 4), los cuales quedaban separadas de las terrazas cubiertas exteriores por paños de cristal traslúcido (figura 5).

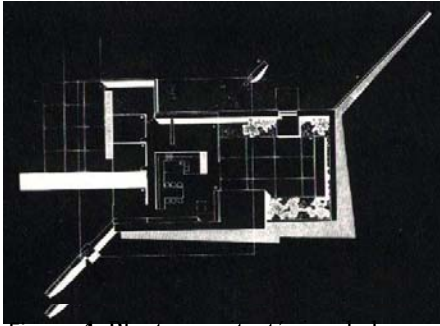


Figura 4. Planta arquitectónica de la casa Raleigh.
Fuente: Dias; Adriás, 2003:118



Figura 5. Detalles arquitectónicos de la casa Raleigh. Fuente: jetsetmodern.com/catalano

Construir la casa Raleigh fue una labor tecnológica compleja, donde participaron empresas contratistas de muy alta especialización. Salvar una luz de 28 m sin apoyos intermedios para un techo que contaría con solo dos apoyos al suelo ya era algo inusitado para esa década. La fundación consistió en una viga de amarre post tensada que quedaba a la vista en los puntos extremos de la vivienda (figura 6).



Figura 6. Detalle de las fundaciones.
Fuente: <http://www.ncmodernist.org/catalano.htm>

Un reto aún más significativo fueron los materiales empleados para la cubierta de doble curvatura que fue fabricada con madera (figura 7). Todo lo cual conllevó a que la casa Raleigh, para el momento de su finalización costara 40 mil dólares.



Figura 7. Detalle de los materiales que conforman la cubierta de la casa Raleigh.
Fuente: <http://www.ncmodernist.org/catalano.htm>

La casa Raleigh fue reconocida como la casa de la década del estado de Carolina del Norte, quedó incluida en la lista de las diez mejores viviendas de la era de la postguerra en la unión americana y recibió elogios de Frank Lloyd Wright en un artículo de la revista House & Home de agosto de 1955. Pese a ello su propietario, el arquitecto Catalano, la ocupó por muy pocos años 3 a lo sumo.

Un rayo que generó un incendio que comprometió parcialmente la estructura del techo, más los años de abandono sin que su último ocupante el abogado Arch Lynch lograra recuperarla como vivienda, conllevaron a un deterioro y a la pérdida total de la vivienda (figuras 8 y 9).

Pese a todos los esfuerzos por recuperarla, aunada a los montos de reevaluación que fijaban el precio de la vivienda en 360 mil dólares, y ante la imposibilidad de cerrar una operación financiera de compra-venta, basada en el compromiso de realizar una fuerte inversión para su recuperación, la casa Raleigh fue demolida y su predio adquirido por una inmobiliaria que dispuso la construcción de dos viviendas para familias de clase media las cuales no tardaron en venderse



Figura 8. Detalle de las fundaciones.

Fuente: <http://www.ncmodernist.org/catalano.htm>



Figura 9. Detalle de las fundaciones.

Fuente: <http://www.ncmodernist.org/catalano.htm>

1.2. Las casas japonesas. Félix Candela

“...vale la pena mencionar que Candela siempre se resistió a usar las cubiertas en las residencias y, cuando él estaba construyendo la suya, señalaba a sus amigos que le habría parecido monstruoso introducir cascarones de forma paraboloide-hiperbólica en su casa.”

Juan Tonda

Félix Candela (figura 10) fue un arquitecto español que llegó a México en 1939 como exiliado de la Guerra Civil Española.



Figura 10. Félix Candela.

Fuente: www.arquine.com/blog/el-discurso-de-candela/

Candela comenzó a demostrar su dominio constructivo y geométrico de los paraboloides hiperbólicos gracias a la solicitud en el año de para construir el Pabellón de Rayos Cósmicos (figura 11), en la Universidad Nacional Autónoma de México.

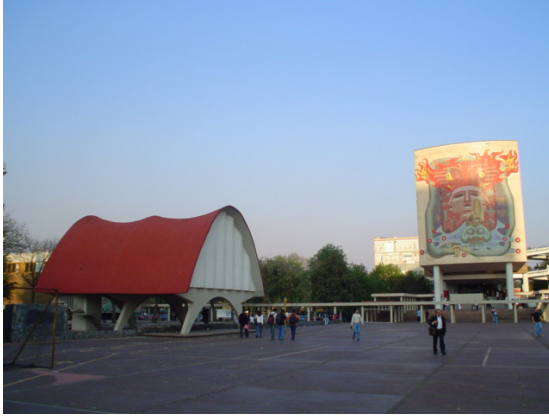


Figura 11. Pabell3n de Rayos C3smicos (1950) en M3xico, D.F.

Fuente: Cortesía Arq.^a Caro Carmona.

La siguiente oportunidad para que Candela presentara un dise1o con paraboloides hiperb3licos fue a solicitud del arquitecto Almada, quien requiri3 un cascar3n (figura 12) para su vivienda en Jardines del Pedregal en ciudad de M3xico.

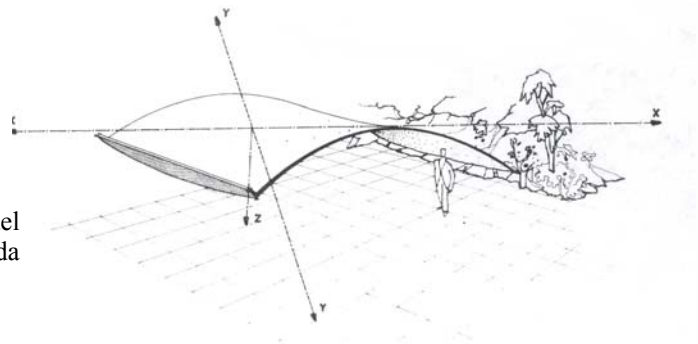


Figura 12. Croquis del detalle de la cubierta del garaje de la residencia del arquitecto Almada (1951-52) en M3xico, D.F.

Fuente: Faber, 1970:82.

El peri3dico mexicano Novedades contrat3 los servicios de F3lix Candela para que dise1ara las viviendas que habr3an de rifarse semestralmente entre sus suscriptores. Fue as3 como cinco viviendas fueron resueltas y s3lo dos de ellas ten3an en sus estructuras paraboloides hiperb3licos. La casa No 1 era un cilindro asim3trico de 20 m de luz, una distancia entre apoyos que por primera vez Candela se atrev3a a construir. La casa No 2 emple3 una losa horizontal plegada, tipolog3a que nunca antes hab3a aplicado Candela en sus proyectos. Para la No 3 un cascar3n alabeado para el que dispuso un doble voladizo conoidal. Y no fue sino hasta las casas No 4 y 5 que resolvi3 las estructuras con paraboloides hiperb3licos. Estos proyectos habitacionales a pesar de que resultaron exitosos no despertaron en Candela el inter3s por solucionar viviendas con paraboloides hiperb3licos.

Candela, en sociedad con los arquitectos Fernando y Ra3l Fern3ndez Rangel fund3 en 1950 la sociedad mercantil Cubiertas Ala de M3xico; Candela permaneci3 al frente como dise1ador, calculista y contratista s3lo hasta el a1o de 1969; aun cuando la misma estuvo en ejercicio hasta 1976. De acuerdo con Juan Antonio Tonda, en 2000, esta empresa desarroll3 1439 proyectos y de ellos 896 se llegaron a concretar, lo cual es una cantidad pocas veces vista en la vida profesional de un arquitecto.

En el a1o de 1957, Candela dise13 las casas de la Colonia Cuauht3moc (figuras 13 y 14), en una superficie de 40 hect3reas, en Monterrey, estado de Nuevo Le3n al noreste de M3xico. Es all3

donde quedan ubicadas unas curiosas viviendas a las que sus ocupantes en un principio llamaron con el singular nombre de *casas japonesas*¹.



Figura 13. Plano promocional para divulgar el inicio de la construcción de la Colonia Cuauhtémoc, en Monterrey, México.

Fuente: Cortesía Arq.^a Annette Arámbulo.

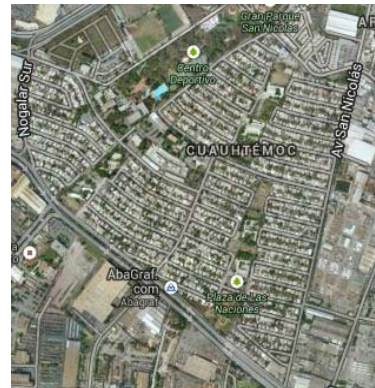


Figura 14. Vista satelital reciente de la Colonia Cuauhtémoc.

Fuente: wikimapia.org

Sin embargo, las *casas japonesas* como propuesta proyectiva, de inminente carácter social, fueron subestimadas hasta por el mismo Candela. Juan Antonio Tonda, en 2000, quien fue calculista de las obras de Candela, no registró entre las obras del arquitecto español a las *casas japonesas*.

Por otra parte Colin Faber, en 1970, presentó una descripción de este urbanismo que no refleja la realidad y con la anuencia de Candela dijo:

“Que el cascarón podría ser una solución práctica para viviendas de bajo costo fue demostrado por más de cien unidades erigidas en las llanuras de Monterrey. El paraguas invertido produjo un techo más atractivo que la losa plana acostumbrada en México en tales obras. La estructura usada en forma resulta económica porque todas las cargas del techo se concentran en un solo punto, con los ahorros consiguientes en los cimientos de los muros que no son de carga. Sus habitantes les llaman “las casas japonesas”. (Faber, 1970:147, el subrayado es del autor de esta ponencia).

¿Cuáles razones motivaron a Candela a aceptar que esta fuese la única información por demás muy escueta que describiera la obra de las viviendas construidas con paraboloides hiperbólicos, en la colonia Cuauhtémoc?

Más de cien unidades es una cantidad muy vaga ¿cuántas realmente se construyeron y en qué cantidad de fases?; Para este momento se tiene la cifra exacta de viviendas (muy superior a la que allí ha sido mencionada) y se conoce la cantidad de casas que están en su estado original, con ubicación y fotos obtenidas por satélite².

¹ Ya no se menciona con esta designación de *casas japonesas* a las viviendas de la colonia Cuauhtémoc. Algunos habitantes del sector desconocen que hayan tenido este nombre alguna vez. Con toda seguridad la referencia hecha por Faber en 1970 de llamar a estas casas como japonesas haya sido así por sus primeros ocupantes en los años 50.

² El arquitecto Marco Aurelio Estrada Marín, docente de la Universidad Autónoma de nuevo León, México, en comunicación vía email de fecha 7/2/2014 informó que sólo dos viviendas en toda la colonia Cuauhtémoc se hallaban en su estado original. Estudios y observaciones de imágenes satelitales han detectado esas dos viviendas y otras tres adicionales.

Existe otra imprecisión en el texto extraído del libro de Faber, quien describe que las viviendas diseñadas por Candela fueron resueltas mediante paraguas invertidos cuando la modalidad empleada fue la de paraguas normales. Y entre ambas tipologías existen diferencias geométricas, formales y estructurales más allá de la modalidad resultante.

Las viviendas de paraboloides hiperbólicos construidas por Candela en “las llanuras de Monterrey” marcaron una pauta tecnológica. Ciertamente diseñar un prototipo de vivienda para que una sola columna central sostuviera el techo que cubriría todo el espacio construido no había sido una propuesta frecuente. Aunado a esto el espesor del concreto armado para la cubierta resultó sorprendente para los empresarios del Grupo empresarial que contrató y aprobó las ideas de Candela.

Las casas de la colonia Cuauhtémoc (figura 15) fueron construidas en una etapa inicial en número de 333 viviendas; alcanzando finalmente un número de 1318¹.



Figura 15. Vista de la Colonia Cuauhtémoc, en Monterrey, México; para los años 50.

Fuente: archivos de empresa FEMSA

El encargo de construirla provino de las motivaciones filantrópicas del mexicano Don Eugenio Garza Sada, quien fue quizás el empresario más prominente para la década de los años 50 en Monterrey, gerente y propietario de los grupos Famosa (hoy Femsa) y Cervecería Cuauhtémoc y, además, fundador del prestigioso Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Su idea, por demás exitosa, fue la de otorgar las viviendas a los trabajadores de su empresa A precio de costo y una amortización de los pagos sin intereses, financiados a 20 años.

Es importante hacer notar que para el año en que se construyeron las *casas japonesas* en México aún no se fundaba el Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores², por lo que esta experiencia de financiamiento de viviendas de interés social (de las *casas japonesas*) es un antecedente importante en los principios que fundamentaron su creación y la de otros institutos regionales de viviendas que en las diferentes entidades comenzaron a crearse en México; basando sus planes fiduciarios en la forma en que un patrón había dispuesto otorgar las viviendas para sus trabajadores, construyéndoles además el equipamiento urbano necesario (escuelas, centros asistenciales, áreas deportivas, culturales y de recreación).

¹ El número de viviendas construidas en la colonia Cuauhtémoc y demás datos referenciales fueron suministrados en comunicación electrónica, de fecha 6/2/2014, por la Arq.^a Anette Arámbula Mercado, docente del Instituto Tecnológico de Monterrey, México.

² El Instituto Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT) ente rector de las políticas de viviendas de interés social de México, fue conformado

Ciertamente los muros perimetrales e internos de las viviendas eran paredes divisorias (figura 16), que no colaboraban en el apoyo de la cubierta, quedando una separación que poco contribuía a la protección contra las inclemencias del clima; afectando las condiciones de confort y ésta fue una de las primeras situaciones que sus propietarios no tardaron en resolver mediante modificaciones.

Las viviendas en aproximadamente 60 m² disponían de tres habitaciones, baño, sala comedor, cocina y los predios de buen tamaño, contribuyeron a que en el correr de los años sus ocupantes realizaran ampliaciones sin recurrir necesariamente a la demolición de la cubierta de paraboloides hiperbólicos. Esta era la aplicación directa de un concepto que se puso en boga entre los constructores mexicanos: construir un “pie de casa” (figura 17).

Figura 16. Fotografía de las etapas de construcción de las viviendas de paraboloides hiperbólicos de la colonia Cuauhtémoc.

Fuente: Faber, 1970:148.

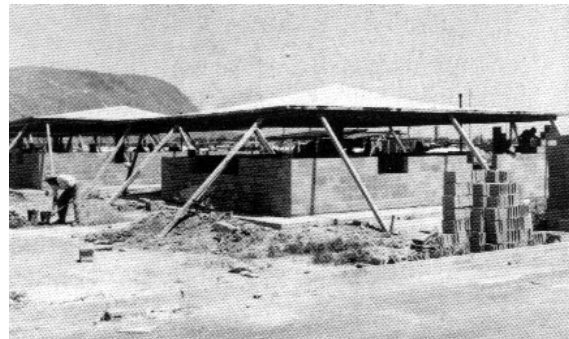


Figura 17. Viviendas de paraboloides hiperbólicos en forma de paraguas normal de la colonia Cuauhtémoc.

Fuente: Faber, 1970:148.

Las viviendas diseñadas y calculadas por Candela para la colonia Cuauhtémoc han sido modificadas al extremo de que quedan apenas unas dos o tres viviendas (figuras 18 y 19) que aún conservan su estructura original (o, en el mejor de los casos, que a menor escala repitieron en sus ampliaciones techos similares a la cubierta de paraboloides hiperbólicos) .



Figura 18. Casa de la calle Ojo de Agua No 124, la cual replica una cubierta que emula el techo de paraboloides hiperbólicos en forma de paraguas normal diseñado por Candela.

Fuente: Foto satelital de Google Maps.



Figura 19. Casa de la calle Titán No 113, la cual conserva el techo de paraboloides hiperbólicos en forma de paraguas normal diseñado por Candela.

Fuente: Foto satelital de Google Maps.

La estructura de esta vivienda era simple y económica (figuras 20 y 21). El subsuelo de la ciudad de Monterrey facilitó la escogencia de detalles estructurales con armados y dimensionados mínimos.

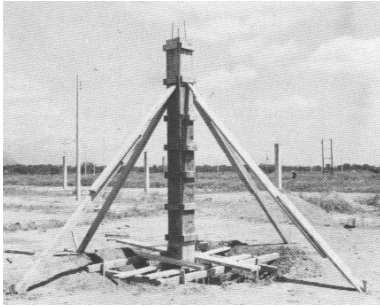


Figura 20. Detalle del encofrado de las columnas.
Fuente: Faber, 1970:148.

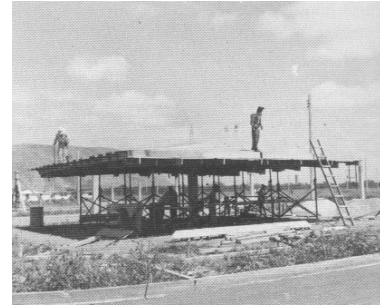


Figura 21. Detalle del encofrado de las cubiertas.
Fuente: Faber, 1970:148.

Los diseños de Candela para la colonia Cuauhtémoc no se limitaron a las *casas japonesas*. Dejando plasmado su talento también en dos escuelas, y la iglesia de San José Obrero (figuras 22 y 23), obra de los arquitectos Enrique de la Mora y Fernando Carmona.



Figura 22. Iglesia San José Obrero (1959) en la colonia Cuauhtémoc..
Fuente: Faber, 1970:148



Figura 23. Vista satelital de la iglesia San José Obrero (1959) en la colonia Cuauhtémoc.
Fuente: Google maps

1.3. La casa Coll. Julio Coll Rojas.

El arquitecto Julio Coll Rojas (figura 24) construyó su vivienda con estructura de cúpulas cuadrangulares de paraboloides hiperbólicos, en concreto armado en 1963, al este de Caracas.

Figura 24. El Arq. Álvaro Coto junto al Arq. Julio Coll Rojas. .
Fuente: Cortesía de Arq.^a Carolina Coto.



Esta casa habitación constituye una de las más significativas muestras de innovación tecnológica en materia de viviendas solucionadas con paraboloides hiperbólicos en Venezuela (figura 25). De hecho después de esta propuesta habitacional, no hubo algún otro ejemplo relevante hasta que el arquitecto Álvaro Coto Asenjo¹, diseño y construyó (parcialmente) su vivienda en Porlamar, estado Nueva Esparta².

En referencia a la participación de la mano de obra el arquitecto Coll contó, durante muchos años de su vida profesional, con grupos de trabajadores a los cuales no logró darles un entrenamiento especial, generando prototipos o modelos a escala para que ellos construyeran los techos de paraboloides hiperbólicos. A su vez no dispuso de la participación de mandos medios, asistentes de obra o residentes que asesoraran al personal obrero en las tareas de albañilería para este tipo de edificaciones.

Por si ello fuera poco no había, como tampoco lo hubo posteriormente, una tradición de construcciones de superficies de doble curvatura en Venezuela. Por lo tanto se debió enfrentar a un reto tecnológico de carácter local, como fue el de hacer entender a los trabajadores que participaron un fenómeno -que no es difícil de comprender desde el punto de vista geométrico- pero que para un obrero, sin esta preparación matemática, resulta arduo: el hecho de que con encofrados rectilíneos se obtuvieran techos de doble curvatura.

Aún más: el bajo espesor de las losas de concreto (figura 26) que no excedían los 4 cm era una cuestión que dejaba márgenes de incertidumbre con respecto a la estabilidad final de la cubierta.



Figura 25. Detalle del exterior de la casa del Arq. Julio Coll Rojas. Fuente:Imágenes del autor.



Figura 26. Detalle interno de la cubierta de paraboloides hiperbólicos en la casa del Arq. Julio Coll Rojas.. Fuente:Imágenes del autor.

Por si todo ello fuese poco quedaba pendiente el aspecto técnico-legal de la construcción con respecto a los espesores de losas ya que la reglamentación venezolana de construcciones, más que recomendar, exige que estos no sean inferiores a los 8=10 cm; lo cual en experiencias

¹ Álvaro Coto Asenjo (1928-2013) fue un arquitecto venezolano, de origen mexicano, quien llegó a Venezuela a finales de la década de los años 50, en representación de los intereses comerciales y arquitectónicos de Félix Candela. Coto junto al arquitecto venezolano José Gabriel Loperena crearon la sociedad mercantil *Cubiertas Alas de Venezuela S.A.* Este fue el segundo intento de Candela de generar contrataciones en territorio venezolano; el primero fue mediante la participación de los arquitectos Guillermo Shelley y José Chávez.

² No se conoce la existencia en toda Venezuela de alguna otra vivienda que haya sido construida con paraboloides hiperbólicos de concreto armado, mediante la modalidad geométrica de cúpulas cuadrangulares.

internacionales incluso con edificaciones de mayor envergadura se demostraba que resultaba ser un espesor innecesario tratándose de superficies alabeadas de doble curvatura.

Ya Félix Candela había dejado demostrado que la forma más eficiente de construir viviendas con paraboloides hiperbólicos era con la tipología de paraguas normales (en menor medida empleando los paraguas invertidos) por lo que si alguna crítica se podría hacer a la obra de Julio Coll fue la de haber aplicado mayor número de columnas (figura 27) en luces pequeñas que no comprometían el equilibrio estable de la estructura. Sin embargo, una vez dispuestos los muros de la vivienda este detalle resulta imperceptible (figura 28).

Figura 27. Columnas en la casa del Arq. Julio Coll Rojas. .
Fuente: Cortesía del Sr. Carlos Coll.



Figura 28. Exterior de la casa del Arq. Julio Coll Rojas. .
Fuente: Cortesía del Sr. Carlos Coll.



No se conocen detalles de los armados ni dimensionamiento de las fundaciones, el encofrado quedó registrado en imágenes del archivo del Arq. Coll Rojas, percibiéndose que se realizó una labor de carpintería rigurosa, que con toda seguridad debe haber contado con la participación de carpinteros de obra que no tenían la experiencia requerida para moldear este tipo de superficies.



Figura 29. Encofrado de la techumbre de la casa del Arq. Julio Coll Rojas. .
Fuente: Cortesía del Sr. Carlos Coll.



Figura 30. Detalles de acabados de la casa del Arq. Julio Coll Rojas. .
Fuente: Cortesía del Sr. Carlos Coll.

CONCLUSIONES

Candela, aunque fue el único de los tres en continuar signando su obra con cascarones, no construyó jamás viviendas de interés social con estructuras de paraboloides hiperbólicos para otro urbanismo popular. Catalano y Coll Rojas, en sus prácticas profesionales, no volvieron a diseñar viviendas, ni ningún otro tipo de edificaciones, con superficies albeadas doblemente regladas.

La casa del arquitecto Coll se encuentra en la actualidad muy bien conservada. Esta es como una muestra de que las edificaciones de paraboloides hiperbólicos pueden perdurar con el paso del tiempo con una mínima inversión de mantenimiento.

Si la Casa Raleigh, construida por Catalano, para los años 50, fue reconocida como “la casa de la década” las *casas japonesas* diseñadas por Candela para la Colonia Cuauhtémoc, debieron ser reconocidas como “el urbanismo de la década”. No existe, ningún otro urbanismo con tan alto número de viviendas donde con apenas una sola columna central, apoyada apenas en una sola zapata cuadrada con dimensiones mínimas, se lograran techar unos 60 m²; con los respectivos ahorros en tiempo, costos y un valor agregado que sólo allí se logró para la época: las viviendas modificaron el medio ambiente natural con casas de un alto valor estético.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer al Sr. Carlos Coll y familia por facilitar material y permitir la visita a la casa construida por su padre el Arq. Julio Coll Rojas. De igual manera un agradecimiento a la Arq.^a Annette Arámbula por facilitar datos y material gráfico de las *casas japonesas*. También a la Arq.^a Carolina Coto por facilitar la fotografía de la figura 24 de los Arq.(s) Julio Coll Rojas y Álvaro Coto Asenjo.

REFERENCIAS

DIAS, C. y ADRIÁ, M. (2003). *La casa latinoamericana moderna: 20 paradigmas de mediados del siglo XX*. Gustavo Gili. México.

FABER, C. (1970). *Estructuras de Candela*. Editorial Continental. México.

TONDA, J. (2000). *Félix Candela*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.