

## II Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción

### Resúmenes de los trabajos Módulo Seminario I

Arq. Milena Sosa  
IDEC / FAU / UCV

"La Innovación debe concebirse como una tecnología económicamente productiva"  
*L'innovation vers une nouvelle révolution technologique.* Mario Amendola

El texto que sigue a la presente introducción está conformado por artículos extraídos de los trabajos de fin de estudios desarrollados por los estudiantes de la II<sup>a</sup> Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

Los autores principales de estos textos son el propio Postgrado en su rol rector de las líneas de investigación que sustentan el curso y las investigaciones enmarcadas en él, así como los estudiantes-investigadores que pudieron aportar soluciones técnicas específicas a las determinantes, entre otras a:

- la determinación de una necesidad e incapacidad del sistema productivo existente para hacerle frente bajo las determinantes específicas de cantidad, de tiempo y de precios;
- la emergencia de nuevas exigencias por parte de los usuarios de las edificaciones o de la colectividad nacional representada por el Estado;
- la búsqueda de una mayor eficiencia en el trabajo;
- la evolución de pensamiento en relación a la Arquitectura y al Urbanismo;

El hilo conductor que conduce los trabajos es la evidencia de que la edificación así como el medio ambiente construido están influenciados por variables tales como: el contexto económico global, la demografía, las evoluciones tecnológicas, el contexto climático, los riesgos tecnológicos, los medios de transporte y de comunicación, las estructuras de producción y de distribución de energía, etc.

Se destaca que la evolución de las variables, conocidas o no, ocasionan profundas mutaciones en la concepción, la realización o el empleo del medio ambiente construido.

Se insiste en la importancia de la preservación y la valorización del entorno. La construcción debe ser vista como un defensor del medio ambiente durable y no como responsable de su degradación. Ello significa principalmente que se deben tomar medidas para reducir el consumo energético en la producción, renovación y puesta en marcha de las edificaciones. Así mismo, se explica que los materiales de construcción deben ser no contaminantes y fácilmente reciclables desde su producción hasta el fin de su vida útil.

El desarrollo de los textos permite establecer paso a paso la correlación existente entre la evolución de la edificación, de cada material, técnica o herramienta constructiva con el continuo avance del conocimiento científico. Creemos que ésta es la principal virtud de las investigaciones presentadas.

También se muestra, indican que el progreso tecnológico de la edificación es inmenso y que las vías para alcanzarlo son múltiples.

Finalmente, las proposiciones tecnológicas presentadas permiten dibujar un panorama futuro así como entrever nuevas líneas de investigación que deben ser tomadas en cuenta tanto por desafío como por necesidad.

**Techos transformables en entrepisos.  
Una solución para el crecimiento  
progresivo en viviendas de bajo costo**  
Arq. Guillermo A. García Cruz

Se trata de una investigación que en materia de techos para viviendas de bajo costo intenta conjugar la utilización de estructuras transformables y el aprovechamiento de la madera de pino Caribe ya que los techos en las viviendas son uno de los elementos de mayor incidencia en el costo total de la construcción; según algunos autores pueden representar hasta 30% del valor total de la obra.

En Venezuela, los techos de las viviendas denominadas de bajo costo –generalmente construidas directamente por sus moradores o por el Estado– requieren de un gasto constante en mantenimiento que llega a hacer necesaria, en algunos casos, la sustitución total de sus componentes para la consolidación de la vivienda.

Por otra parte, en Venezuela existe una reserva forestal de madera de pino Caribe (*Pinus caribaea*, variedad hondurensis) en los bosques de Uverito del estado Monagas de 12.000.000 de m<sup>3</sup> de madera aserrable, con ventajas que la hacen un material competitivo para ser aprovechado en la construcción con el desarrollo de nuevas propuestas tecnológicas. Es además un material de bajo costo, disponible en grandes cantidades, y que proviene de plantaciones, lo que lo convierte en un material sustentable si estas plantaciones son bien manejadas.

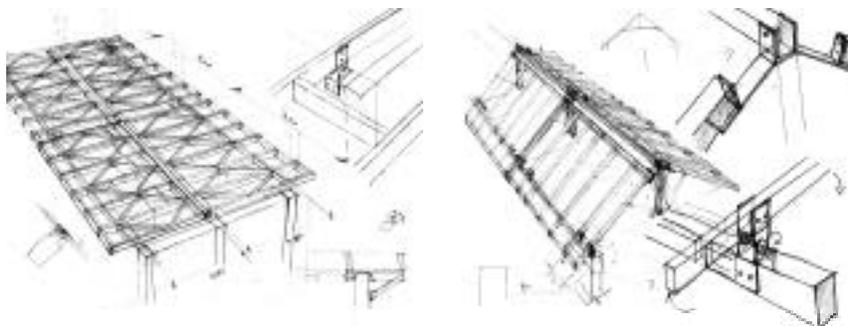
El trabajo describe la investigación que se realiza actualmente para el desarrollo de un sistema constructivo prefabricado que permita la transformación de techos (plano inclinado) en entrepisos (plano horizontal), con el uso de componentes de madera de pino Caribe como material sustentable para la construcción. Una propuesta de techo que debe responder a su vez a los requerimientos de sismo-resistencia, progresividad de la vivienda y a las

características de confort necesarias en climas tropicales, así como garantizar un uso más racional de los materiales respecto de la vida útil de los techos y una relación costo-/calidad competitiva con los techos que actualmente se construyen para este tipo de viviendas.

Como parte del trabajo se abordan, en primer lugar, las razones que justifican el crecimiento vertical de las viviendas; luego se pasa revista a las investigaciones que sobre este tema se han hecho en el IDEC hasta el momento; se plantea cómo se pretende abordar el diseño del techo transformable y, por último, se señalan las características que debe ofrecer dicho techo en relación con el uso de la madera en la construcción como material sustentable.

El crecimiento vertical ha constituido un problema técnico, económico y social para los sectores de la población de menores ingresos porque el proceso de crecimiento progresivo de la vivienda obliga a desmontar el techo inicial para construir un entrepiso. Hasta ahora la solución al problema ha venido por la vía de la construcción de "losas de tabelones", generalmente planas, que funcionarán como entrepiso, asegurando el posterior crecimiento vertical de las viviendas. Estas losas representan una inversión considerable que puede ser aprovechada de manera más efectiva en la construcción de un techo que no esté necesariamente dimensionado para soportar las cargas provenientes de un segundo nivel, pero que a futuro se pueda reforzar y transformar en un entrepiso con el mínimo esfuerzo.

Para 1998 se determinó que 90% de las viviendas de bajo costo se construyen con techos de lámina muy costosos, mal colocados y desechados al poco tiempo. Por eso se pensó en la madera para la construcción de estos techos, porque, entre otras ventajas, se trata de un material de bajo costo, de fácil y económico procesamiento, de poca capacidad de conducción, que posee un bajo peso propio, un excelente trabajo a la flexión y compresión, y puede generar un acabado de calidad.



**Figura 1**  
Vivienda rural de Mitare.  
Estado Falcón

**Figura 2**  
Vivienda rural Casas de Lagunillas.  
Estado Zulia

Fuente: Gasparini, G. y Margolies, L. 1986

Si bien el uso de la madera en Venezuela se remonta a las viviendas indígenas, descritas por arqueólogos y por los primeros cronistas de la Conquista, su uso se mantuvo como material constructivo y estructural durante la Colonia y hasta bien entrado el siglo XIX, cuando comienzan a introducirse los nuevos materiales y nuevas técnicas surgidos de la primera revolución industrial europea.

Con los ingresos producto de la explotación petrolera, la industria de la construcción se desarrolló en torno al acero, el concreto armado y la arcilla, disminuyendo progresivamente el uso tradicional de la madera y la tierra. Fue así como la madera fue trabajada por la mano de obra extranjera especializada llegada a Venezuela tras las políticas de inmigración venezolana y esto ha hecho que la madera en nuestro país se haya convertido en material de contraste social, ya que se encuentra en edificaciones muy lujosas, o bien en zonas rurales y barriadas marginales.

Sin embargo es sobre todo el desconocimiento de los procesos, formas de uso y características de la madera lo que la ha asociado con la idea de un material frágil, costoso, vulnerable a incendios, a sismos y a las agresiones del hampa, aun cuando se ha podido demostrar que la madera es un material liviano que mejora el comportamiento de las edificaciones ante los sismos, tiene bajo costo dependiendo de las maderas utilizadas, y su vulnerabilidad al hampa, a los incendios así como su fragilidad dependen de los espesores que se utilicen para las estructuras y de las previsiones que se tomen en el diseño de las edificaciones.

El desarrollo de un sistema de transformación de techos en entresijos para la vivienda unifamiliar y multifamiliar de crecimiento progresivo de bajo costo, con el uso de componentes de madera de pino Caribe, espera estar orientado a la producción de un sistema prefabricado que permita su construcción y montaje con equipos sencillos, para así garantizar la mejor apropiación posible de este tipo de tecnologías.

### Una propuesta de reforzamiento estructural: el contrafuerte habitable

Arq. Adah Lubecca Ricardo P.

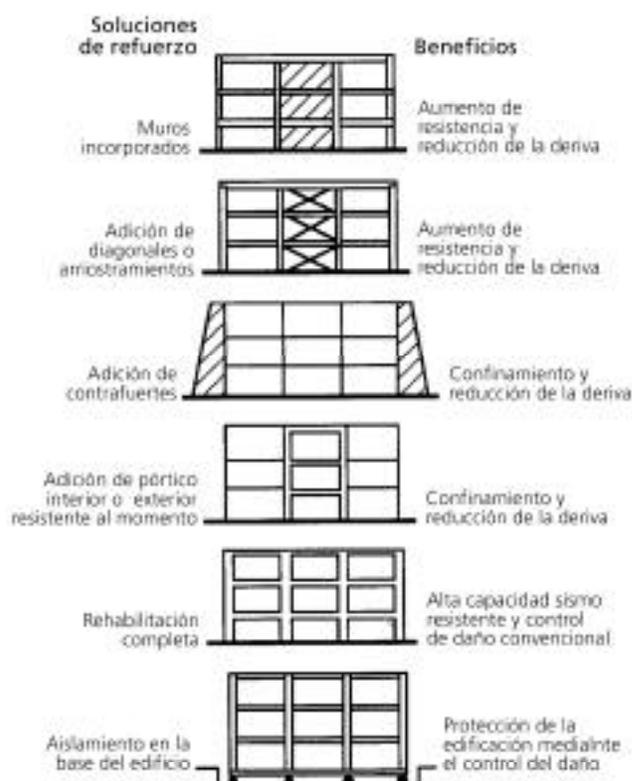
Trabajo Especial de Desarrollo Tecnológico de la Construcción sobre el reforzamiento estructural y la ampliación de viviendas multifamiliares tipo, con el propósito de lograr una solución técnica, eficaz y económica en edificios desarrollados con sistema de pantallas o encofrados tipo túnel de baja resistencia sísmica.

Teniendo en cuenta que son muchas las edificaciones con vulnerabilidad estructural sísmica que necesitan ser reforzadas a fin de impedir su destrucción o colapso durante un terremoto y son muy altos los costos que implicaría la adecuación estructural de los mismos, se plantea la instrumentación de soluciones técnicas de reforzamiento con contrafuertes que sean eficaces desde el punto de vista de la seguridad por proporcionar el factor de sismo-resistencia mínimo, a la par que resulten económicamente accesibles. Estos refuerzos se conciben además con carácter habitable con el fin de permitir la pronta recuperación de la inversión haciendo que la propuesta de contrafuertes metálicos para el reforzamiento de los edificios susceptibles, fabricados con el sistema tipo túnel, sea una solución viable.

Lamentablemente, por años se adoptaron y aplicaron en nuestro país planes de construcción masiva de viviendas. En la década de los años setenta, con el interés de atenuar el creciente déficit habitacional, se emplearon sistemas constructivos con baja resistencia a los movimientos del suelo además de algunos importados que no estaban convenientemente adaptados a las condiciones de Vene-

Figura 1

CT: (OPS) Lecciones aprendidas en América Latina de Mitigación de Desastres en Instalaciones de Salud



zuela. En lo particular se incluyeron los sistemas de pantallas vaciadas in situ con encofrados deslizantes o los tipo túnel cuyo problema principal radica en una baja capacidad estructural para soportar movimientos sísmicos.

Para la ejecución del análisis y el diseño del modelo estructural a implementar deben tomarse en cuenta, aspectos físicos y funcionales de seguridad estructural, sistemas constructivos y costo de la intervención.

Para la solución aplicada a un caso concreto se escogió la Urbanización Vicente Emilio Sojo y se proponen elementos de refuerzo estructural colocados en cada extremo de las edificaciones de modo que los mismos eviten el colapso por causa de la acción sísmica longitudinal.

Teniendo en cuenta las características de las posibles acciones sísmicas, es recomendable que la estructura a diseñar combine resistencia y rigidez con poco peso propio de modo que cumpla adecuadamente su doble función: por un lado, ser autosoportante, por otro la de resistir los empujes laterales que le pueda ocasionar el edificio existente. De ahí que la adopción de un sistema estructural adicional externo (contrafuerte), con suficiente resistencia y rigidez, se presente como la solución más factible.

Por un lado reducirá al mínimo la afectación y el contacto con la edificación existente y sus fundaciones; por otro, debidamente anclada, esta estructura absorberá las fuerzas que pretendan mover el edificio lateralmente, limitando las posibilidades de deformaciones y, por ende, los esfuerzos en la estructura original con lo cual, además de resolver el problema, se evita la necesidad de afectar los elementos resistentes de la estructura original ni afectar el uso de los espacios internos de la estructura existente. Adicionalmente, en la proyección y construcción de los refuerzos se contempla lograr la menor molestia posible en la distribución y circulación interna del edificio así como en su aspecto estético y arquitectónico.

Todo se enfoca a través del uso de estructuras de acero como refuerzo, debido a las ventajas que este material ofrece: alta resistencia, elasticidad, flexibilidad y adaptabilidad con precisión dimensional; además de ductilidad, tenacidad, facilidad de unión con otros elementos, rapidez de montaje, así como una amplia disponibilidad de secciones y tamaños que permiten la prefabricación de estructuras para la construcción y ampliación de las ya existentes.

Por otra parte, dada la situación de restricción económica en el país, el relativo alto costo de las soluciones y el elevado número de edificaciones que presenta el problema que se quiere resolver se ha querido contrarrestar los costos económicos con el aprovechamiento de la estructura de refuerzo a construir para generar nuevos espacios habitables que, con su venta, podrían sufragar par-

cial o totalmente la inversión.

Se trata de elementos colocados perpendicularmente a la edificación, diseñados a base de acero estructural en forma de secciones cuadrangulares arriostradas hasta conformar un único volumen, los que, una vez anclados en su sitio, funcionarán como contrafuertes de oposición a los movimientos producidos sobre el eje longitudinal del edificio.

También para minimizar los costos de elaboración se ha tomado en cuenta la posibilidad de una manufactura en serie de los elementos que conforman el contrafuerte, pues las tareas repetitivas resultarán favorables para la construcción de la solución. Partiendo de esto, se idea una estructura que garantice el reforzamiento lateral de las edificaciones, siguiendo una estrategia que permita el autofinanciamiento y que garantice la viabilidad de la propuesta.

Por la vía del diseño arquitectónico, los servicios y soluciones estructurales de nuevos módulos de contrafuertes habitables se proyectarán anexos destinados a viviendas de alquiler o para la venta. Esto último puede permitirle al propietario la facilidad de amortización de los costos de obra, aspecto que motivará el interés sobre la propuesta. La ampliación está concebida bajo el criterio de menor costo, mayor aprovechamiento y flexibilidad del espacio, tomando en cuenta los requerimientos de habitabilidad, seguridad y confort.

### **Instalaciones sanitarias en viviendas de mampostería: conducción de aguas blancas y disposición de aguas servidas** Jorge López de Luzuriaga I.

Investigación desarrollada como trabajo especial de grado para optar al título de Especialista en Desarrollo Tecnológico de la Construcción en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) que se propone desarrollar las recomendaciones y los lineamientos tanto de diseño como técnicos constructivos que sirvan para mejorar la inclusión de los sistemas de instalaciones sanitarias en proyectos arquitectónicos para la construcción de edificaciones de mampostería, destinadas a vivienda unifamiliar y multifamiliar, hasta cuatro pisos de altura.

La mampostería es una técnica constructiva en la que es necesario disponer adecuadamente las instalaciones sanitarias para resguardar sus propiedades sismo-resistentes y mejorar los procesos constructivos. Modificar o romper las paredes de mampostería para embutir tuberías aumenta la vulnerabilidad de estas construcciones frente a la amenaza sísmica, incrementa la generación de

desperdicios y disminuye la eficiencia durante la ejecución de la obra.

El trabajo comienza con la revisión del estado del arte de los sistemas actualmente usados en Venezuela para la disposición de aguas servidas así como de algunos sistemas novedosos que aún no han sido aprobados por la normativa sanitaria venezolana pero que son utilizados con éxito en otros países debido a las grandes ventajas que ofrecen. Luego se exponen los conceptos generales de la mampostería como técnica constructiva y su relación con las instalaciones sanitarias de acuerdo con el nivel de riesgo observado en edificaciones vulnerables debido a la falta de planificación y de proyecto arquitectónico. Se analiza el contexto de la construcción formal e informal y se determinan los aspectos que deberían ser mejorados en los procesos constructivos con mampostería. Se determinó un modelo sanitario y se estudiaron las situaciones de flujo dentro de la vivienda, pasos necesarios para realizar los planteamientos de diseño. Después se elaboraron y evaluaron las diferentes soluciones propuestas para elegir la más ventajosa y se aplicaron en dos proyectos de instalaciones sanitarias, el primero para una vivienda unifamiliar y el segundo para un edificio de vivienda multifamiliar.

La solución seleccionada [P2-SB] que ofrece las mejores ventajas (ver figura 4) consta de un sistema de bajante sencillo con un bajante principal de aguas servidas de un diámetro de 4" con ramales horizontales de 4" y 2". La

disposición de la tuberías es superficial adosada a las paredes para las piezas de descarga alta (lavamanos, fregadero, batea y lavadora) y de disposición colgada bajo la losa para las piezas de descarga baja (W.C. y ducha). La fijación de las tuberías se realiza por medio de soportes existentes en el mercado que permiten asegurar las tuberías a las paredes una vez aplicados los acabados de las mismas.

Esta solución incorpora las recomendaciones sobre ventilación cloacal de edificios del Laboratorio Nacional de Hidráulica en 1976: uso de dispositivos de control de flujo (curva y contra curva) en el bajante principal de aguas servidas y conexión independiente de las descargas de la planta baja hacia la tanquilla de recolección. Requiere una altura de entrepiso de 2,95 m., y el mayor atractivo que ofrece es la posibilidad de configurar el sistema utilizando componentes existentes en el mercado nacional, lo cual evita tener que importar componentes fabricados en otros países como es el caso de las válvulas de admisión de aire. Además no es necesaria la instalación de tuberías de ventilación. Esto significa un ahorro en la cantidad de tuberías y piezas de conexión que garantiza una reducción importante en el monto de las partidas de instalaciones sanitarias.

Una vez comprobadas las ventajas del sistema seleccionado y de los criterios para su instalación y disposición de tuberías, se elaboraron dos proyectos de aplicación para viviendas unifamiliar y multifamiliar.

*Proyecto de aplicación para una vivienda unifamiliar.*

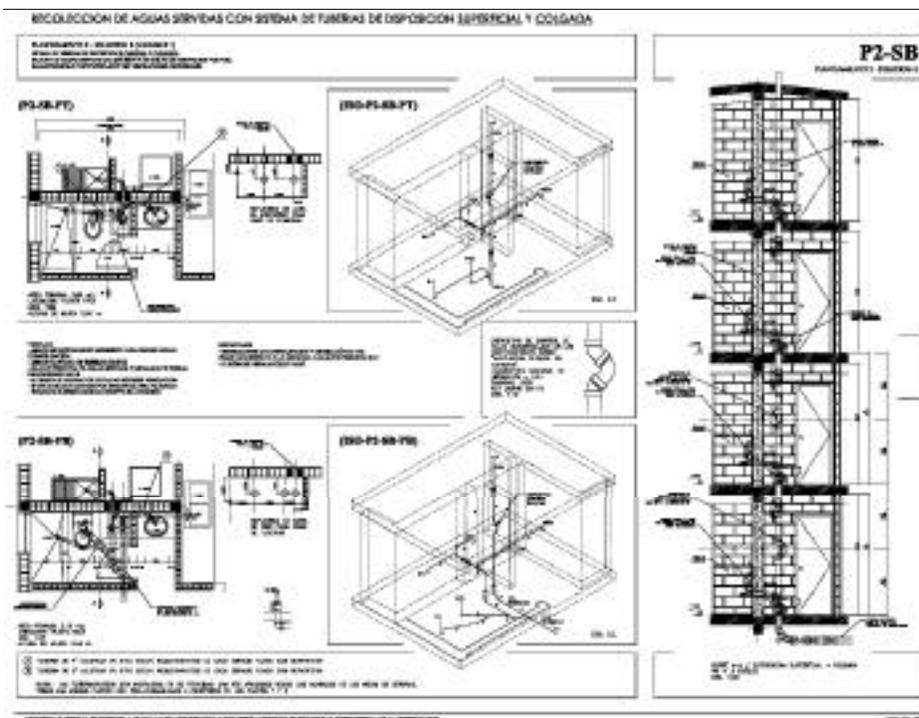


Figura 4  
Lámina P2-SB. Solución seleccionada para ser aplicada en proyectos de viviendas de mampostería.

Contempla una primera etapa de 61,24 m<sup>2</sup> en la cual se ubica una zona de servicio de manera muy racional. Compartiendo una misma pared se organiza el área de sanitario hacia la parte frontal de la vivienda y apoyándose en uno de sus linderos. Las áreas de cocina y lavadero se organizan hacia la otra cara de la misma pared, viéndose hacia la parte trasera de la parcela.

La disposición de las tuberías antes del vaciado de la losa se realiza de forma que se instale una primera tanquilla de recolección de aguas servidas en el retiro delantero de la vivienda. En esa tanquilla drenan las tuberías de cada una de las piezas sanitarias del área de servicio a excepción de la batea. La tanquilla de alinea con el eje de la tubería de 4" que recoge la descarga del W.C. y sobre ese mismo eje se prolonga la misma tubería hasta llegar al área de lo que será el futuro patio de servicio donde se construye una segunda tanquilla a donde llegarán las descargas de la segunda etapa de la vivienda y a donde también se conecta directamente la descarga de la batea.

La segunda etapa de la vivienda es de 46,35 m<sup>2</sup> y consta de otro núcleo de servicio que la hace independiente. Este núcleo se organiza de manera idéntica al de la primera etapa y descarga sus aguas servidas en la segunda tanquilla que construimos en lo que ahora es el patio de servicio (Ver figura 5).

*Proyecto de aplicación para una vivienda multifamiliar.*

Se desarrolla en un edificio para viviendas nuevas de 4 pisos de altura (PB + 3 Niveles). Los edificios proyectados se organizan en tipologías de dos alas paralelas: cada ala contempla tres apartamentos tipo lo cual da un total de seis apartamentos por planta. El apartamento tipo tiene un área neta de 58,75 m<sup>2</sup> dentro de los cuales se

organizan 3 habitaciones, sala-comedor y un núcleo de servicios que incluye cocina, lavadero, área de lavamanos y sanitario privado (Ver figura 6).

Entre las conclusiones del trabajo se destaca que es necesario seguir desarrollando soluciones alternativas para la disposición de las aguas servidas en edificios multifamiliares de hasta 4 pisos de altura, con el objeto de configurar sistemas de disposición simplificada que sirvan a un número mayor de piezas sanitarias, explorando opciones en donde se utilicen dimensiones mayores en el bajante principal que permita hacer este sistema más competitivo.

Aunque los sistemas y componentes presentados para la propuesta de soluciones no se encuentran aprobados por las normas sanitarias venezolanas, se considera que su estudio y puesta a prueba por entes gubernamentales y / o institutos dedicados al desarrollo tecnológico significaría un importante aporte aplicado al campo de la construcción en general.

Figura 5

Disposición superficial de tuberías adosadas a paredes para descarga de piezas altas. Vivienda unifamiliar progresiva.

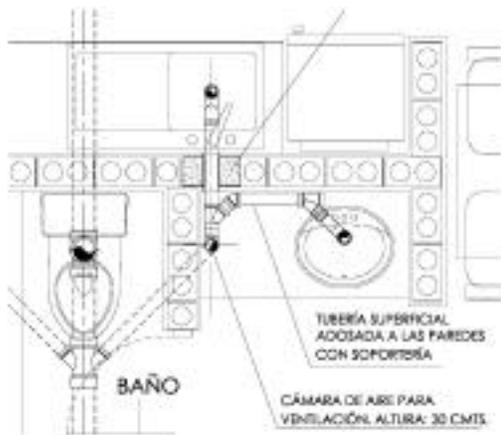


Figura 6

Isometría del proyecto de aplicación para vivienda multifamiliar. Niveles de PB. y Planta nivel 1. (Altura total: 3 niveles + PB.)

