

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

Muros Industrializados Estructurales Livianos y Auto portantes

Mauricio Andrés Vallejo

**Trabajo de grado para optar el título de
Especialista en interventoría y Supervisión de la Construcción**

Director

Carlos Arturo Vásquez Rueda

Ingeniero Civil

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingeniería y Arquitectura

Facultad Arquitectura

2020

Dedicatoria

Dedicado primeramente a Dios que con su inmensa sabiduría me dio las herramientas y me guio por el camino del conocimiento, a mi señora madre María Elena Vallejo Montaña y mi hermano Manuel Edgardo Obregón Vallejo. Que desde el inicio de mi formación profesional siempre tuve su incondicional y especial apoyo.

Agradecimientos

Gracias a tan importante y prestigiosa institución a los docentes y profesores, por darme la oportunidad de acceder a un mayor nivel de conocimientos propios de la profesión.

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Descripción del problema	14
1.1 Pregunta problema	14
2. Justificación	15
3. Objetivos	16
3.1 Objetivos principales	16
3.2 Objetivos secundarios	16
4. Marco Teórico	17
4.1 Conceptos fundamentales (Control de obra, financiero y calidad)	17
4.2 Elementos componentes	18
4.2.1 Tipología general de los paneles para muros.	19
4.2.2 Tipología general de los paneles para losas.	20
4.3 Procedimientos básicos	20
4.3.1 La dosificación del mortero estructural.	22
4.3.1.1 <i>Cargas dinámicas e impactos.</i>	22
4.3.2 Ensayos sísmicos.	22
4.3.3 Ensayo de separación de soldaduras.	23
4.3.4 Ensayo de permeabilidad a la intemperie.	23
4.3.5 Resistencia al fuego.	23
4.3.6 Impactos balísticos.	24
4.3.7 Aislamiento térmico.	24
4.3.8 Aislamiento acústico.	24
4.3.9 Resistencia al fuego.	25
4.4 Aspectos del sistema M2 frente a sistemas tradicionales	26
4.4.1 Economías indirectas – evaluación.	26
4.4.2 Gastos generales.	27

4.4.3 Diferencia horas pagadas-horas trabajadas.	27
4.4.4 Limpieza de obra.	28
4.4.5 Flexibilidad arquitectónica.	28
4.4.6 Mantenimiento general - adaptabilidad con otros sistemas constructivos.	28
4.4.7 Conformidad de replanteo.	29
4.4.8 Colocación de Anclajes.	31
4.4.9 Aplomado de muros y apuntalamiento.	32
4.4.10 Colocación mallas angulares y planas.	33
4.4.11 Preparación del mortero.	34
4.4.12 Aplicación del mortero.	35
4.4.13 Control de calidad y rendimiento en obra.	36
4.5 Detalles constructivos generales	40
5. Marco conceptual	44
6. Marco geográfico	45
6.1 Los sistemas industrializados	46
7. Marco legal	47
8. Marco tecnológico	48
8.1 Sistemas prefabricados	48
8.2.1 Normas NTC.	48
8.2.2 Otras normas.	49
8.2.3 Referencias.	49
8.3 Sistemas no convencionales para la construcción de la vivienda	49
8.4 Beneficios Generales	50
8.5 Norma NSR-10	51
8.5.1 Consideraciones especiales.	51
8.5.1.1 <i>Por tamaño y grupo de uso.</i>	51
9. Bases generales de diseño sismo resistente	51
9.1 Sistemas estructurales	51
9.1.1 Tipos de sistemas estructurales.	51
10. Metodología de la Investigación	58

10.1 Descripción del proceso	62
10.2 Impacto del Proyecto y las expectativas	64
10.3 Resultados esperados del proyecto	64
11. Conclusiones	65
Referencias bibliográficas	66

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Tipología general de los paneles para muros	19
<i>Figura 2.</i> Tipología general de los paneles para losas	20
<i>Figura 3.</i> Nivelacion del terreno	30
<i>Figura 4.</i> Canasta perimetral cimentacion	30
<i>Figura 5.</i> Encofrado	30
<i>Figura 6.</i> Placa flotante fundida	31
<i>Figura 7.</i> Colocación de Anclajes	32
<i>Figura 8.</i> Aplomado de muros y apuntalamiento	33
<i>Figura 9.</i> Colocación mallas angulares y planas	34
<i>Figura 10.</i> Aplicación del mortero	35
<i>Figura 11.</i> Rendimiento en Obra, tabla control calidad, seguimiento e interventoría	38
<i>Figura 12.</i> Encuentro Entre Muro Y Cubierta Inclineda	40
<i>Figura 13.</i> Huecos de ventanas	40
<i>Figura 14.</i> Unión a la cimentación	41
<i>Figura 15.</i> Anclaje entre muro y cimentación	41
<i>Figura 16.</i> Viga cargadero en cubierta inclinada	42
<i>Figura 17.</i> Encuentro viga – muro	42
<i>Figura 18.</i> Viga de cumbrera	43
<i>Figura 19.</i> Especificaciones técnicas Malla Estructural	52
<i>Figura 20.</i> Especificaciones técnicas núcleo poliestireno	53
<i>Figura 21.</i> Especificaciones Técnicas Malla Plana RG2.	54
<i>Figura 22.</i> Especificaciones técnicas Malla Angular RG1.	55
<i>Figura 23.</i> Especificaciones técnicas Malla Perfilada RGU	56
<i>Figura 24.</i> Diseño estándar de la vivienda.	59
<i>Figura 25.</i> Placa flotante	60
<i>Figura 26.</i> Prototipo modelo de vivienda	61

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Vivienda tipo Cronograma</i>	62

Resumen

Título. Interventoría y supervisión de viviendas construidas con módulos industrializados.

Palabras claves. Arquitectura – Sostenibilidad Ambiental – Durapanel.- Auto portante.- Asentamientos- Cultura.

Descripción

Las regiones del país especialmente, los llanos orientales, se han detectado necesidades y problemática que requieren una atención especial en búsqueda de posibilidades y soluciones optimas a las nuevas tendencias en el campo de la construcción y la arquitectura, surge planteamientos de interacción de manera sostenible a un elemento físico., más allá de un modelo o sistema de construcción que interactúe con dicha zona sin cambiar sus costumbres arraigadas y el modelo a implementar en el medio ambiente que lo rodea, adecuándose a las costumbres propias de la región. Se direcciona con el material constructivo Durapanel que se adapta a la propuesta de diseño y solución sostenible y siendo amigable con los tres principales factores. Naturaleza – Hombre – Ambiente.

Abstract

Title. Supervision and supervision of homes built with industrialized modules.

Keywords. Architecture - Environmental Sustainability – Durapanel - Self-supporting.-
Settlements-Culture.

The regions of the country especially, the eastern plains, have identified needs and problems that require special attention in search of possibilities and optimal solutions to new trends in the field of construction and architecture, arising approaches of interaction in a sustainable way a physical element., beyond a model or construction system that interacts with said area without changing its ingrained customs and the model to be implemented in the environment that surrounds it, mimicking the customs of the region. It is addressed with the Durapanel building material that adapts to the proposal of sustainable design and solution and being friendly with the three main factors. Nature - Man – Environment

Introducción

A lo largo de los años se ha buscado planes de implementación de vivienda digna para toda la población vulnerable de Colombia el gobierno nacional ha enfocado e impulsado propuestas encaminadas a resolver a situación precaria en la que algunos habitantes se encuentran tratando de cumplir el artículo 51 de la constitución de 1991” Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda” (Constitución Política de Colombia).

Se han realizado algunos estudios relacionados con las tendencias de construcción abarcando la VIS, al igual que una caracterización de las condiciones mínimas necesarias de dichas viviendas. Por otro lado, algunas firmas han decidido ser partícipes de la creación de casas para sí beneficiar a miles de familias que no cuentan con una vivienda que cumpla con la configuración habitacional necesaria. Una de estas empresas es Industrial Conconcreto que vienen impulsando a en el país el sistema constructivo *DURAPANEL*. Que busca impactar de forma positiva a los habitantes de las zonas rurales, periféricas de estratos bajos y de difícil acceso para las comunidades menos favorecidas.

En cualquiera de los casos en los que se especifique, la demanda de vivienda de interés social en los sectores a nivel nacional, son factores determinantes para hacer estudio de los diferentes alcances presupuestales y de adaptación. Con este sistema constructivo de paneles de núcleo de poli estireno y malla electro soldada galvaniza por ambas caras como

sistema monolítico y estructural. Ya que su tipo de construcción industrializada podría beneficiar en más de un aspecto a las familias especialmente en estas zonas.

Por su parte, el papel del Estado ha sido fundamental para el mejoramiento de las condiciones estructurales de las viviendas, quien, por medio de subsidios como VIS, VIP Mi Casa entre otros, y proyectos urbanísticos, ha buscado abarcar la inclusión total de la población para que puedan obtener vivienda. No obstante, no ha logrado su objetivo de forma tal que toda la población cuente con vivienda digna.

Evolucionando a una industrializada que cumpla de forma eficiente y efectiva la meta propuesta del gobierno nacional de conseguir mejorar los estándares de vida para los colombianos.

Ante el desarrollo de nuevas técnicas de construcción, y la importancia de mejoras habitacionales, es necesario crear sistemas de edificación que permitan reducir el alto déficit habitacional existente en el país cumpliendo con los siguientes objetivos. Reducción del tiempo de edificación, obtención en rendimientos en los materiales mano de obra y equipos con panificación producción y montajes.

Esta investigación está enfocada en los diferentes sistemas constructivos, ampliando el conocimiento en las diversas opciones del medio, de manera que sirva como guía de posibles Controles en el desarrollo del sistema durapanel.

La elaboración de este proyecto se desarrolló por medio de consulta en el que se muestra antecedentes de la industrialización que introducen la técnica en la construcción enfocada en el ámbito nacional, su conceptualización y las pautas para aplicarla es las empresas constructoras, justificando su producción en viviendas. Los criterios de análisis con los nuevos métodos de sistemas no convencionales para la construcción de cualquier

obra con el objetivo principal de brindar mejor calidad de vida habitacional aumentando la equidad económica social.

1. Descripción del problema

La insuficiencia de modelos de vivienda, que faciliten su adquisición y su confiable adecuada construcción del mismo modo que se puedan desarrollar los planes mediante el autoconstrucción, adaptable a diferentes lugares independientemente del clima su topografía.

Porque actualmente y a través de los tiempos se han acudido a métodos poco auditados de construcción. Para este tipo de problemáticas que se presentan.

1.1 Pregunta problema

¿Bajo una interventoría y supervisión, garantiza un mejor control de calidad e instalación del sistema constructivo?

¿Cómo se planificaría la distribución del modelo físico de vivienda teniendo una mejor eficiencia controlada en su instalación?

¿Los sistemas prefabricados semi-pesados y livianos serían la solución a la incorporación por su fácil manipulación y transporte?

2. Justificación

El seguimiento y con un control riguroso y adecuado, lleva a una mejor optimización y al mismo tiempo reduce las limitantes y direcciona a una mejor eficiencia de construcción sostenible para aquellos asentamientos que no cuentan con una vivienda digna promedio ya antes evaluado las condiciones actuales existentes.

Por consiguiente, la construcción de estos proyectos garantiza un alto estándar de calidad.

En cierta forma al realizar el estudio e investigación, se da a conocer alternativas habitacionales con sus respectivas características posibilitando un ejercicio constructivo, siendo más acertados para hacer unidades de vivienda a corto plazo con excelente optimización de los materiales y mano de obra., estos sistemas modulares o de prefabricación controlan más fácilmente los procesos de la construcción y aumenta en cierta forma la calidad de vida.

El sistema de construcción con paneles modulados de poliestireno expandido durapanel, de acuerdo a un estudio previo de la compleja situación de construcción en sitios o lugares complejos y de difícil acceso. Lo económico y social en una vivienda digna, para estos sectores vulnerables o en casos por arraigo a temas de cultura tradicional, enfoca alternativas sociales y lleva a plantear soluciones amigables y sensibles para los directos actores beneficiados. Con lo anterior de acuerdo a ese análisis, muestra lo efectivo que puede llegar a ser este sistema constructivo planteado para ese tipo o modelo de vivienda ecológica, satisfactoriamente cumple las expectativas en la aplicación constructiva de manera empírica, técnico, profesional

3. Objetivos

3.1 Objetivos principales

Mejorar con una buena interventoría y supervisión de obra, la calidad de las construcciones, Disminuye las posibilidades de error en las construcciones, Aumenta las construcciones de fácil montaje.

3.2 Objetivos secundarios

Sentar unas bases autónomas de construcción de elementos arquitectónicos, y elementos estructurales. De fácil manipulación e instalación bajo una instrucción delegada en el seguimientos y control de la obra.

Así independientemente del sector donde se realice sea el tipo de estrato socioeconómico bajo, medio, alto, se implementará con la misma efectividad e importancia para su fin específico.

Las producciones en masa como respuesta a la solución efectiva y cambios en el paradigma social de la construcción tradicional en efecto, respetando el largo proceso que ha tenido el tipo de construcción artesanal, clásico y moderno del sector.

4. Marco Teórico

4.1 Conceptos fundamentales (Control de obra, financiero y calidad). La presente memoria constituye la presentación de la tecnología, interventoría de la construcción denominada EMMEDUE. M2 es el sistema constructivo que reúne en un solo elemento todas las funciones necesarias para realizar una obra de arquitectura, desde una vivienda familiar hasta un edificio de gran altura. Esta tecnología de origen italiano tiene una antigüedad de más de 27 años, y es producida en 35 plantas industriales en diferentes países de todos los continentes. Italia, Portugal, España, Estados Unidos, Rusia, Costa Rica, México, Panamá, Guatemala, Chile, Colombia, Argentina, Uruguay, Brasil, Bolivia, Bahamas, Perú, Nigeria, Egipto, Mozambique, Argelia, Arabia Saudita, Irán, Lybia, Irak, Filipinas, Turquía, Australia, Malasia, Alemania, Reino Unido, Sudáfrica, Burkina Faso, Senegal, Grecia, Hungría y 4 viviendas de 100m² de área de superficie cubierta en la base científica Esperanza en el continente Antártico.

Las marcas que los identifican a nivel mundial son las siguientes:

Durapanel (Colombia)

Emekados

Polisud

Monolite

Emmedue (m²)

Cassaforma

Consolite

Fridulsa

Icaret

Emedos

Las bondades de la tecnología EMMEDUE (M2) son:

- 1- Resistencia estructural apta para soportar todo tipo de solicitaciones;
- 2- Aislamiento hidrófugo continuo;
- 3- Aislamiento térmico continuo de alta capacidad;
- 4- Construcción de cerramientos verticales y horizontales;
- 5- Resistencia al fuego acorde a la exigida por las normas y reglamentos;

Las cualidades del material son posibles gracias a sus componentes del su material:

- a) Poliestireno expandido,
- b) Acero de alto límite de fluencia,
- c) Mortero de Cemento.

4.2 Elementos componentes.

El panel que lleva adosadas en ambas caras mallas de acero vinculadas entre sí, mediante 82 conectores electro soldados por metro cuadrado de superficie. El espesor del alma del panel puede variar desde 4 cm hasta 40 cm, en función de las necesidades del proyecto arquitectónico.

Las mallas son de acero galvanizado de alta resistencia, con tensión última de 700 MPa y están conformadas por barras de diámetro mínimo de 2,0 mm con una separación media

de 6,50 por 6,50 cm en la dirección secundaria. Pudiendo cambiar los diámetros de acuerdo al diseño estructural.

Las mallas sobresalen 50 mm en caras opuestas, de modo tal que al solaparse entre si aseguran la continuidad por yuxtaposición de las armaduras, sin necesidad de colocar elementos adicionales de empalme. Para el encuentro entre cerramientos, la continuidad se resuelve mediante las mallas angulares que se suministran a tal fin, siempre satisfaciendo los requerimientos exigidos por la normativa aplicable.

Es dable mencionar que todas las plantas industriales instaladas en el mundo utilizan exactamente el mismo tipo de maquinaria y tecnología para la producción de los paneles, por lo que el Certificado ISO 9001 alcanza a la totalidad de fábricas operativas y naturalmente a las futuras a instalarse.

4.2.1 Tipología general de los paneles para muros. El espesor del mortero puede variar desde 20 mm hasta 35 mm dependiendo de tipo de Proyecto y los requerimientos.

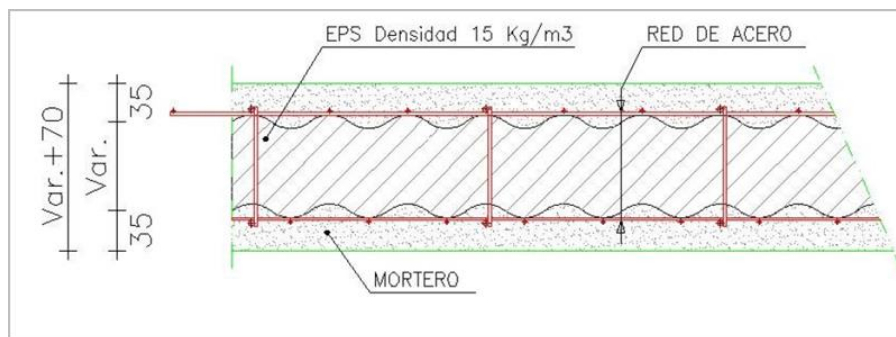


Figura 1. Tipología general de los paneles para muros. Detalle componentes, espesor de mortero, terminación final de muro. Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín

4.2.2 Tipología general de los paneles para losas. El espesor del hormigón puede variar desde 40 mm hasta 70 mm y el espesor del mortero desde 25 mm hasta 40 mm dependiendo de tipo de proyecto y los requerimientos.

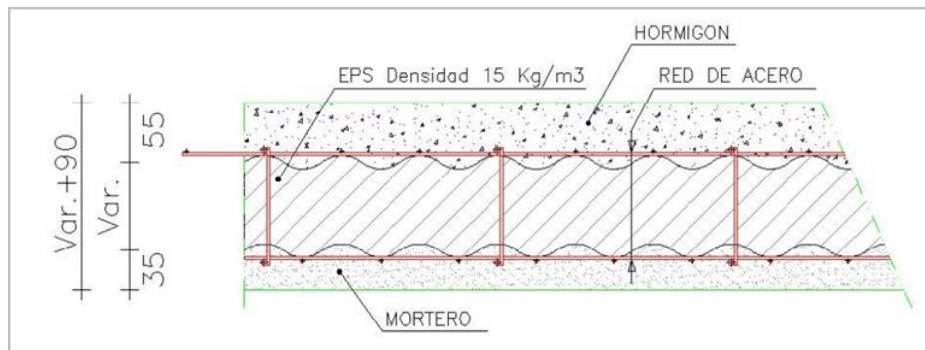


Figura 2. Tipología general de los paneles para losas, detalle de componentes igual o similar para todos los procesos, especificación de fundido superior final. Acabado inferior en friso espesor mínimo 2.5 cms Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín.

4.3 Procedimientos básicos.

La sucesión de paneles vinculados entre sí materializa todos los planos de cerramiento de la construcción: paredes exteriores, muros interiores, losas de entrepiso o losas y cubiertas de techo. Mediante una simple operación de corte se abren los vanos correspondientes a las aberturas, con la holgura necesaria para la colocación de los marcos, cuyas grampas de fijación se atan de las mallas.

Es de fundamental importancia asegurarse de que los planos de cerramientos sean correctamente alineados y aplomados. Ello podrá ser realizado fácilmente mediante el empleo de tirantes, reglas metálicas, puntales telescópicos o cualquier otro elemento adecuado a ese fin.

Seguidamente, se ejecutan las canalizaciones en el poliestireno expandido deprimiendo el mismo mediante una pistola de aire caliente, en las que se alojarán los conductos correspondientes.

Una vez realizadas las operaciones descritas se procede a la proyección del mortero de cemento, la que puede realizarse con dispositivos de proyección neumática conectadas a un compresor de aire de la potencia adecuada ó con máquinas de proyección continua vía húmeda. De manera tradicional también se puede hacer el lanzado, como se aplica en los muros en bloque teniendo en cuenta los espesores requeridos.

Convirtiendo, así como en elementos rígidos y monolíticos. Con un altísimo grado de hiperestaticidad por vínculos internos, a la par que una muy elevada ductilidad.

La operación de proyección del mortero se realiza en dos pasadas:

La primera que cubre la malla de acero, y la segunda de terminación hasta alcanzar el espesor final necesario de 2 cm. (definido por el diseño).

Para ello se utilizan guías, a modo de fajas, que pueden ser simplemente caños de acero de sección cuadrada de 25 mm, contra los que se cortan los espesores de mortero de cemento proyectados.

En el caso de planos horizontales o inclinados, como losas o cubiertas de techo, una vez colocados y vinculados los paneles entre sí, se apuntalan y luego del primer proyectado de la cara inferior se procede al colado de la capa de compresión, de 4 cm de espesor de

hormigón convencional (definido por el diseño), según criterio de condiciones estructurales.

En no menos de 14 días se desapuntala (se puede acelerar el des apuntalamiento bajo condiciones de supervisión y de diseño previamente estipuladas) y se procede al completamiento de la cara inferior de la losa.

4.3.1 La dosificación del mortero estructural. La mezcla con que se realice la proyección neumática del mortero estructural debe complementar los requisitos que se enumeran a continuación:

- Facilidad De Aplicación.
- Alta Resistencia.
- Baja Retracción De Fraguado.

4.3.1.1 Cargas dinámicas e impactos. El comportamiento de nuestros elementos bajo el efecto de cargas dinámicas es sobresaliente, gracias a la respuesta del conjunto poliestireno expandido – hormigón armado, que involucra una resiliencia y una ductilidad que además de haber sido confirmada por los ensayos de laboratorio, ha sido verificada en la realidad al haber soportado sin ningún tipo de daño sismos de intensidades tales que alcanzaron a destruir construcciones realizadas con sistema sismo resistentes tradicionales.

4.3.2 Ensayos sísmicos. Se ha sometido a un prototipo de vivienda construido íntegramente con paneles (paredes, losas, escalera y cubierta) a aceleraciones horizontales de 10 m/s^2 , con frecuencias variables incluyendo la propia de la estructura, no

registrándose absolutamente ningún tipo de daño o fisuración. A título ilustrativo se consigna que un sismo de norma en una zona de alto riesgo implica aceleraciones horizontales de diseño del orden de los 3,5 m/s².

4.3.3 Ensayo de separación de soldaduras. Se verificó el cumplimiento de lo exigido por las normas UNI ISO 10-287 y concordantes para la resistencia de los puntos de soldadura. En todos los casos se halló que dicha resistencia supera 2,26 veces como mínimo la fuerza de comparación exigida por la norma.

4.3.4 Ensayo de permeabilidad a la intemperie. Los paneles han sido clasificados como E (la más alta) luego de haber sido expuestos a lluvias de 140 mm/h con viento de 106 km/h durante 24 + secado + 72 horas.

4.3.5 Resistencia al fuego. Diversos ensayos han arrojado resultados consistentes respecto de la capacidad ignifuga de la tecnología descrita y como significativos se citan:

60 minutos a 2500 °C sin desprendimiento de vapores ni producción de llama (Panel de 6 cm con 35 mm de mortero de cemento).

Panel de 4 cm con 25 mm de mortero de cemento

Admisibilidad Estructural = 241 min.

Integridad = 241 min.

Capacidad Aislante = 172 min.

Ningún ensayo arrojó resultados inferiores a F90 (90 minutos de resistencia al fuego).

4.3.6 Impactos balísticos. En ningún caso los proyectiles provenientes de armas cortas han atravesado las placas de cualquier espesor, aun en calibres como .357 Magnum o .45 Auto.

Distancia de tiro = 5.50 m.

4.3.7 Aislamiento térmico. La relación al aislamiento térmico, que aplicando el tratamiento de las normas para medir la transmitancia térmica total K de un muro de cerramiento se obtiene el valor de $K = 0.879 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K}$, para un panel conformado por un espesor de 4 cm de poliestireno expandido de la Clase II (15 kg/m^3) mas las capas de 2,5 cm de mortero de cemento aplicadas conformando un espesor total de muro de 10 cm.

En el caso de un muro realizado con panel de 8 cm de poliestireno expandido de la Clase III el valor calculado de la transmitancia térmica K alcanza a $0.483 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K}$. El nivel de aislamiento térmico obtenido con nuestra tecnología supera el proporcionado por los muros de cerramiento en sistemas tradicionales.

4.3.8 Aislamiento acústico. El aislamiento acústico de los paneles M2 constituye una de las ventajas que el sistema presenta a continuación, se consignan los resultados de los ensayos de aislamiento acústico realizados sobre paneles de las siguientes características:

1) Panel simple de 4 cm de espesor de poliestireno expandido de densidad 12 Kg/m^3 , revocado con mortero de cemento en ambas caras hasta un espesor final de 9,5 cm.

2) Panel simple de 8 cm de espesor de poliestireno expandido de densidad 12 Kg/m^3 , revocado con mortero de cemento en ambas caras hasta un espesor final de 14 cm.

Se llega a la conclusión de que, desde el punto de vista acústico, un panel M2 de 4 cm de poliestireno completado en obra tiene igual aislamiento que un muro de ladrillos huecos de 15 cm y supera el requerimiento para tabiques interiores de la norma IRAM. Aplicando el panel de 8 cm de poliestireno, se supera el aislamiento acústico de una pared de 20 cm de ladrillos huecos revocada, además del requerimiento especificado por la norma para muros divisorios.

El caso de los aislamientos acústicos especiales se puede resolver mediante el uso de paneles especiales que llevan interpuesta en el poliestireno expandido una capa de lana mineral de espesor y densidad variables según la necesidad.

4.3.9 Resistencia al fuego. El poliestireno expandido es pobre como material inflamable y necesita grandes volúmenes de aire comburente (aproximadamente 150 veces su propio volumen) para que el fuego lo destruya completamente. Por lo tanto, al estar confinado no puede quemarse. Además, la calidad del poliestireno expandido utilizada por M2 es la del tipo F auto extingible

La fracción componente de sus gases de combustión, relevante desde el punto de vista toxicológico es, como en el caso de la madera, el monóxido de Carbono, pero siempre en cantidad muy limitada. Según las normas DIN, la emisión de Oxido de Carbono durante la combustión de diferentes materiales es la siguiente:

Fibra de madera: 69.000 ppm a 600 °C

Madera: 15.000 ppm a 600 °C

Corcho: 29.000 ppm a 600 °C

Poliestireno expandido F: 1.000 ppm a 600 °C

Tal como se aprecia en la tabla anterior, la exhalación de monóxido de carbono está entre 15 y 69 veces menos que la madera y sus derivados como materiales de construcción.

4.4 Aspectos del sistema M2 frente a sistemas tradicionales.

El sistema M2 es la única tecnología que racionaliza la ejecución de obras de modo eficaz y a la vez eficiente. Mediante el uso de materiales usuales y conocidos (hormigón armado para resistir esfuerzos y poliestireno expandido para proveer aislamiento termo acústico), utilizados de una manera tal que potencia sus propiedades, especialmente en el caso de viviendas.

Al respecto, es válido mencionar que el requisito principal y fundamental que debe cumplir una construcción destinada a la vivienda es el referido al aislamiento térmico, es la raíz del cumplimiento de esa particular condición que surge la necesidad de la satisfacción de otros requisitos, a saber: resistencia mecánica, capacidad estructural, facilidad de ejecución, uso racional de los recursos, flexibilidad arquitectónica, resistencia al fuego, buena absorción acústica,

Asociada a la propiedad del alto aislamiento térmico mencionado, se encuentra la ventajosa ausencia total de puentes térmicos, debida a la continuidad total del poliestireno expandido en toda la superficie exterior de la vivienda.

4.4.1 Economías indirectas – evaluación. La reducción de costes totales que provoca el uso de la tecnología M2 respecto de los sistemas tradicionales de construcción, es claramente calculable por la comparación de costos directos de Mano de Obra y materiales.

Sin embargo, existen una serie de economías indirectas adicionales provocadas por nuestra tecnología, de muy importante peso relativo y que están agrupadas en los siguientes puntos:

4.4.2 Gastos generales. La reducción del plazo de ejecución de obra gris (cimentaciones-estructura-cerramientos verticales-cubierta-rozas de instalaciones) permite una reducción de los gastos administrativos, de energía para el movimiento de equipos, salarios de capataces, sobrestantes y apuntadores, amortización de maquinarias, andamiajes, reparaciones, camionetas y automóviles para la inspección y jefes de obra, así como los gastos de financiación y servicio de intereses. Esta reducción de plazo de obra gris que está íntimamente relacionada con la mayor velocidad de ejecución posible normalmente alcanza al 50%. De esta manera y considerando que la obra gris represente entre el 40 y el 50% del plazo de obra total, resultaría posible reducir la duración de las obras en aproximadamente un 22%. Si consideramos que una empresa constructora tiene un gasto general ponderado en el 15% de la suma de Materiales y mano de Obra, la aplicación del sistema M2 le permitirá reducirlo al **11,70 %**.

4.4.3 Diferencia horas pagadas-horas trabajadas. Como consecuencia de la sistematización de tareas, y en base a las experiencias de empresas constructoras que han reemplazado el sistema tradicional por la tecnología M2, es posible afirmar que el ahorro por mejor aprovechamiento de la jornada laboral es igual a 6,25%. Esto significa que se ha considerado un ahorro de $\frac{1}{2}$ hora por día laborable en asignación de tareas durante el período correspondiente a la obra gris. Si consideramos que la participación de la mano de

obra en el costo total de obra fuera del 45%, éste aspecto significará un ahorro de: $0,0625 \times 45 \% \times 50\% = 1,40 \%$ sobre el coste total.

4.4.4 Limpieza de obra. Este rubro tiene una particular importancia dado que el sistema tiene una sola etapa húmeda que es la de aplicación del mortero de cemento, mientras que la elevación de muros es seca y con manipulación de elementos limpios que no producen escombros. Además, durante la etapa de las instalaciones, no hay apertura de canaletas y por ende tampoco hay generación de escombros con la consiguiente necesidad de su acopio y posterior retiro.

4.4.5 Flexibilidad arquitectónica. Este aspecto, si bien secundario, cobra importancia en cierta categoría de viviendas, en las que las variables arquitectónicas desempeñan un rol preponderante. Esto es así dado que las necesidades funcionales en lo referido a la habitabilidad diaria de la casa son por demás variables con las costumbres, composición familiar y otras características propias de cada comitente.

Por estas razones debe considerarse como una autentica e importante virtud la posibilidad que brinde un sistema constructivo de lograr una amplia gama de estilos arquitectónicos, como en el caso de M2, cuyas posibilidades a este respecto son prácticamente ilimitadas, a la vez que simples.

4.4.6 Mantenimiento general - adaptabilidad con otros sistemas constructivos. Las construcciones realizadas con M2 requieren una vez terminadas un mantenimiento

sensiblemente menor que el usual. Esto es porque posee una superior capacidad aislante hidrófuga que se traduce en la mayor duración de los enlucidos y pinturas. Ayuda también a esta potencia la mayor resistencia mecánica, que implica la ausencia de fisuras en las construcciones.

En lo referente a la adaptabilidad a su combinación con otros sistemas constructivos, la experiencia ha demostrado que su capacidad es no solamente amplia sino de fácil ejecución, adaptándose a las soluciones más racionales para cualquier tipo de uniones y combinaciones.

4.4.7 Conformidad de replanteo. El espesor final de los muros estructurales será igual al espesor del núcleo de poliestireno expandido (EPS) del panel más la medida de las guías y más 2,5 mm que es el diámetro de la armadura transversal de la malla. Por consiguiente, tenemos en su fase preliminar un cronograma de actividad consecutivo de construcción

Replanteo y nivelación

Encofrado del área de fundición.

Instalaciones sanitarias y potables

Fundición placa flotante según cálculos y peso de la construcción, generalmente de 15cms de espesor a una resistencia de 3000psi, como dosificación estándar.

Demarcación del plano arquitectónico de la vivienda tipo

Instalación de anclajes con varilla de $\frac{1}{4}$ ", distancia entre varillas de 15 cms zigzag previamente perforado los huecos a 10cms de profundo con taladro de $\frac{3}{4}$ " y aplicación de pegante epoxico sobre el delineado y demarcado donde van a quedar los muros.

Instalación de paneles modulares

Plomado de muros

Amarres con los accesorios como son:

Mallas en L, mallas planas y mallas en U RGU.

Instalación de tubería en muros según diseños

Chafarreo de muros

Pañetado de muros con espesor de: $E = 2.5\text{cms}$ por cada lado del panel.



Figura 3. Nivelación del terreno, adaptado obra civil llanos orientales

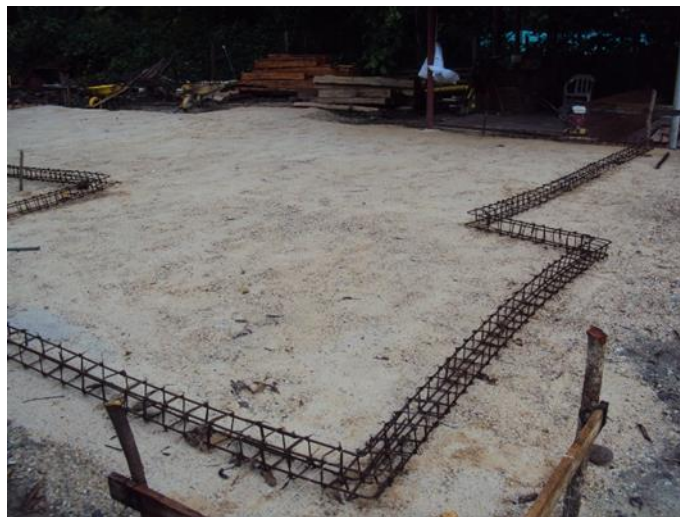


Figura 4. Canasta perimetral cimentación, adaptado obra civil llanos orientales.



Figura 5. Encofrado, adaptado obra civil llanos orientales



Figura 6. Placa flotante fundida, adaptado obra civil llanos orientales

4.4.8 Colocación de Anclajes. La penetración en la cimentación será de 10 cm y deben sobresalir 40 cm para ser atadas a los paneles. (La separación del anclaje con varilla ó con platina será determinada por el diseño, de acuerdo a los requerimientos y tipo de proyecto).



Figura 7. Colocación de Anclajes, adaptado obra civil llanos orientales

4.4.9 Aplomado de muros y apuntalamiento. Es conveniente para dar alineación longitudinal, colocar un larguero de adecuada rigidez en función de la longitud del muro, y apuntalar a tierra ese larguero. Se recomiendan los tubos de acero de sección cuadrada los que antes de colocarse en su posición serán verificados de su correcta línea. Los largueros permitirán la colocación de las mallas de refuerzo dispuestas a 45° en las aristas de los huecos. Los largueros deben atarse siempre de las zonas donde se encuentran los dobles conectores, y en caso de no poder hacerse esto, se deberá atravesar el panel con la atadura para sujetar el larguero desde la malla de la cara opuesta. Verificar siempre que los puntales estén clavados al suelo, para resistir la carga de viento.



Figura 8. Aplomado de muros y apuntalamiento, adaptado obra civil llanos orientales

4.4.10 Colocación mallas angulares y planas. Las mallas auxiliares son tramos de superficies de mallazos, construidas en el mismo acero que los mallazos de los paneles, con un diámetro de barras de 2,0 mm. Estas piezas son utilizadas para conseguir la necesaria continuidad de la armadura envolvente del EPS, donde la misma se encuentre interrumpida por corte o cambio de dirección. Se elaboran con acero trefilado y galvanizado de alta resistencia:

Una vez alineados y aplomados todos los muros se podrán colocar las mallas de continuidad angular abarcando todas las aristas horizontales y verticales de los diedros formados.

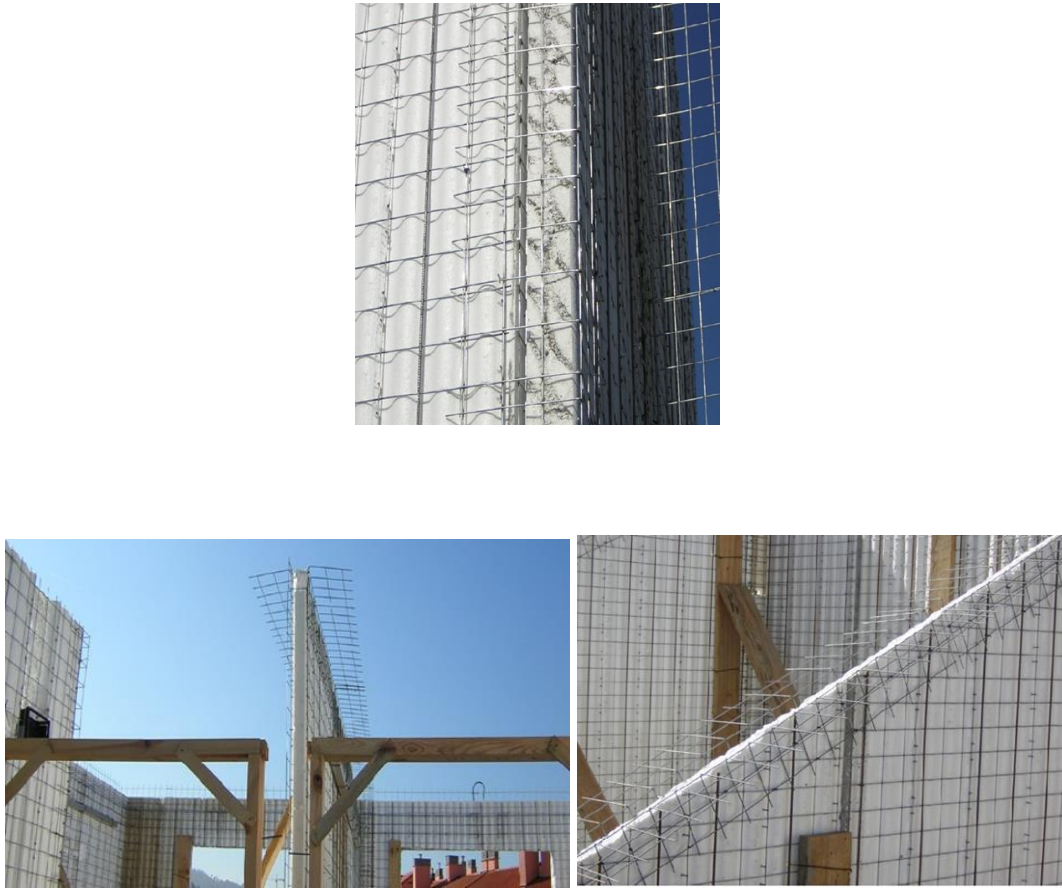


Figura 9. Colocación mallas angulares y planas, adaptado obra civil llanos orientales.

4.4.11 Preparación del mortero. Para la preparación del mortero se debe tener en cuenta las dosificaciones requeridas para este sistema, en este caso contaremos con cemento, arena, cal industrial y agua.

Su dosificación según la norma en Colombia se exige de la siguiente manera:

cemento portland de 45.2 kg

Cal industrial

Se hará la dosificación estándar para frisos o pañetes con la diferencia que, para los pañetes de en durapanel se agregara 7.5kg por cada bulto de cemento, con el fin de tener una mayor tensión, rigidez y adherencia al panel

4.4.12 Aplicación del mortero. Para garantizar el recubrimiento de las armaduras se procede a colocar en obra unas maestras metálicas de medidas acordes al recubrimiento necesario a aplicar. Estas maestras son normalmente tubos de acero de sección cuadrada cuyos cantos van desde 20 hasta 40 mm según la Clase de Exposición ambiental correspondiente al lugar donde la obra se encuentre.



Figura 10. Aplicación del mortero, adaptado obra civil llanos orientales.

Entonces y tomando en cuenta los espesores que se aplican sobre la onda del panel resulta que para los casos normales, y empleándose maestras de 25 mm de canto apoyadas en la malla base transversal (perpendicular a la onda) el recubrimiento de la armadura principal de 5 mm de diámetro es igual a 20 mm, apto hasta Clase de Exposición I.

Para la Clase IIa se emplean maestras de 30 mm de canto, y así sucesivamente según cada caso. De esta manera queda garantizado el espesor de micro-hormigón a aplicar pues el operario rellena hasta cortar contra la maestra (maestreado) con un procedimiento de trabajo completamente habitual para cualquier operario, aún no especializado.

4.4.13 Control de calidad y rendimiento en obra. En materia general se hará un total control del tipo de material, su procedencia, los sellos de calidad, accesorios de instalación, como anclajes, mallas, amarres, tipo de concretos, con sus respectivos ensayos lo mismo para los morteros y sus distribuidores iniciales para el fin.

Para la realización del control se establecen los siguientes parámetros:

- Lote: Hormigón suministrado o realizado en obra en una semana.

- 3 probetas para rotura a 7 días.

Las probetas deberán ser moldeadas en obra. No se admitirá el transporte de hormigón o mortero fresco a laboratorio externo, sino que obligatoriamente deberán tomarse las muestras en obra moldeando las probetas cilíndricas de 15 x 30 prismáticas de 4 x 4 x 16 cm según corresponda a hormigón o mortero respectivamente, la que deberán ser cuidadosamente curadas y conservadas hasta sutura. Esto es a los efectos de que no se

segreguen los componentes ni se inicie el fraguado durante el traslado de la amasada al laboratorio de ensayos mecánicos.

Los moldes de probetas, particularmente los prismáticos, deberán ser verificados dimensionalmente y serán de marcas que posean sello de calidad a los efectos que las muestras moldeadas sean representativas.

Cuando el hormigón sea suministrado desde una planta que esté en posesión de Sello de Calidad oficialmente reconocida no será necesario realizar el control de recepción en obra de sus materiales componentes. En caso contrario se verificará:

Arena

Se comprobará al menos una vez durante la ejecución de la obra o cuando varíen las condiciones de suministro:

- Granulometría
- Tamaño máximo de los granos
- Contenido de finos
- Contenido de Materia Orgánica
- Otras impurezas.

Agua

El agua de amasado deberá cumplir las prescripciones

Cemento

Los cementos seguirán la normativa para la recepción de cemento y además estarán certificados por una marca de calidad. Las probetas para ensayo del mortero serán

normalizadas de 40 x 40 x 160. La consistencia podrá medirse en Cono de Abrams o indistintamente en mesa desacudidas.

Rendimiento en Obra

MANO DE OBRA									
Estimada para montaje y proyeccion de morteros									
Replanteo				Apuntalamiento de losa					
Personal requerido		1 oficial		Personal requerido		1 oficial			
		1 ayudante				2 ayudantes			
Rendimiento		1485m2/dia		Rendimiento		260m2/dia			
		0,011hh/m2				0,092hh/m2			
Corte de paneles				Proyeccion mortero y raseado de superficies 1ra capa					
Personal requerido		1 oficial		Personal requerido		1 oficial			
		2 ayudantes				2 ayudantes			
Rendimiento		240m2/dia		Rendimiento		100m2/dia			
		0,100 hh/dia				0,240 hh/m2 con maquina continua			
Montaje de paneles verticales				Vaciado Hormigon capa de compresion					
personal requerido		1 oficial		Personal requerido		1 oficial			
		4 ayudantes				5 ayudantes			
Rendimiento		180m2/dia		Rendimiento		520m2/dia			
		0,222hh/m2				0,092hh/m2			
Montaje de losa				Proyeccion mortero cara inferior forjados - 2da Capa					
Personal requerido		1 oficial		Personal requerido		1 oficial			
		4 ayudantes				2 ayudante			
Rendimiento		260m2/dia				75m2/dia			
		0,154hh/m2				0,320hh/m2			
				Rendimiento promedio general: 1,871hh/m2					

Figura 11. Rendimiento en Obra, tabla control calidad, seguimiento e interventoría, adaptado simulacro estándar rendimientos generales del sistema constructivo.

CIMENTACIONES										
LOTE/M2					DEMARCAACION/CIMBRADO					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo		Item	Materiales		Actividad	Objetivo
	Und	M2		No	Si		Und	ML		No Si
1	0	X	LOCALIZACION			1	0	X	X	
2	0	X	CERRAMIENTO			2	0	X	X	
3	0	X	DESCAPOTE							
4	0	X	LIMPIEZA							
LOTE/M2					ANCLAJES					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo		Item	Materiales		Actividad	Objetivo
	Und	M2		No	Si		Und	ML		No Si
1	0	X	REPLANTEO			1	X	X	X	
2	0	X	EXCAVACION			2	X	X	X	
3	0	X	NIVELACION			3	X	X	X	
INSTALACIONES SANITARIAS					INSTALACION PANELES					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo		Item	Materiales		Actividad	Objetivo
	Und	ML		No	Si		Und	M2		No Si
1	X	X	X			1	X	X	X	
2	X	X	X			2	X	X	X	
3	X	X	X			3	X	X	X	
PLACA FLOTANTE					OBSERVACIONES					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo						
	Und	M3		No	Si					
1	X	X	X							
2	X	X	X							
3	X	X	X							

MUROS										
INSTALACION PANELES					PINTURAS					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo		Item	Materiales		Actividad	Objetivo
	Und	M2		No	Si		Und	M2		No Si
1	X	X	X			1	X	X	X	
2	X	X	X			2	X	X	X	
3	X	X	X							
4	X	X	X							
ESCARCHA					ENCHAPES					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo		Item	Materiales		Actividad	Objetivo
	Und	M2		No	Si		Und	M2		No Si
1	X	X	X			1	X	X	X	
2	X	X	X			2	X	X	X	
3	X	X	X			3	X	X	X	
FRISOS					INSTALACIONES MOBILIARIOS					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo		Item	Materiales		Actividad	Objetivo
	Und	M2		No	Si		Und	M2		No Si
1	X	X	X			1	X	X	X	
2	X	X	X			2	X	X	X	
3	X	X	X			3	X	X	X	
ESTUCOS					OBSERVACIONES					
Item	Materiales		Actividad	Objetivo						
	Und	M2		No	Si					
1	X	X	X							
2	X	X	X							
3	X	X	X							

4.5 Detalles constructivos generales

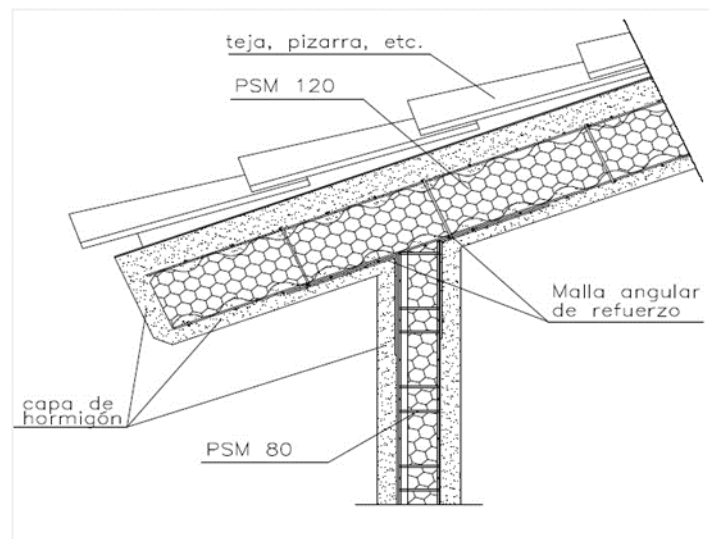


Figura 12. Encuentro Entre Muro Y Cubierta Inclinada - Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín.

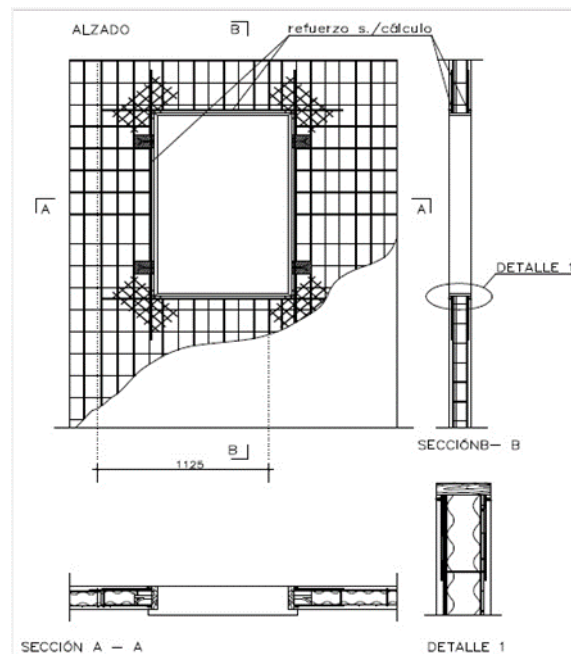


Figura 13. Huecos de ventanas, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín

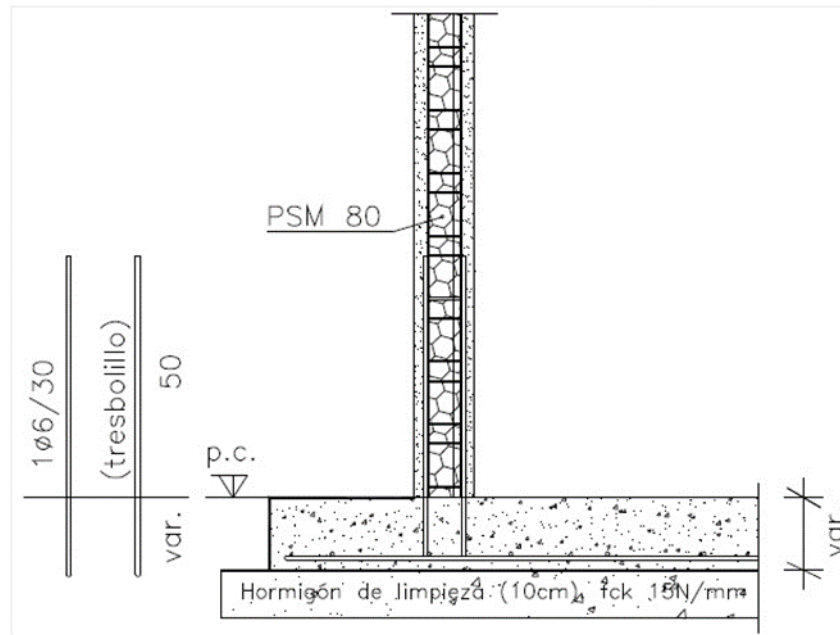


Figura 14. Unión a la cimentación, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Concreto Medellín

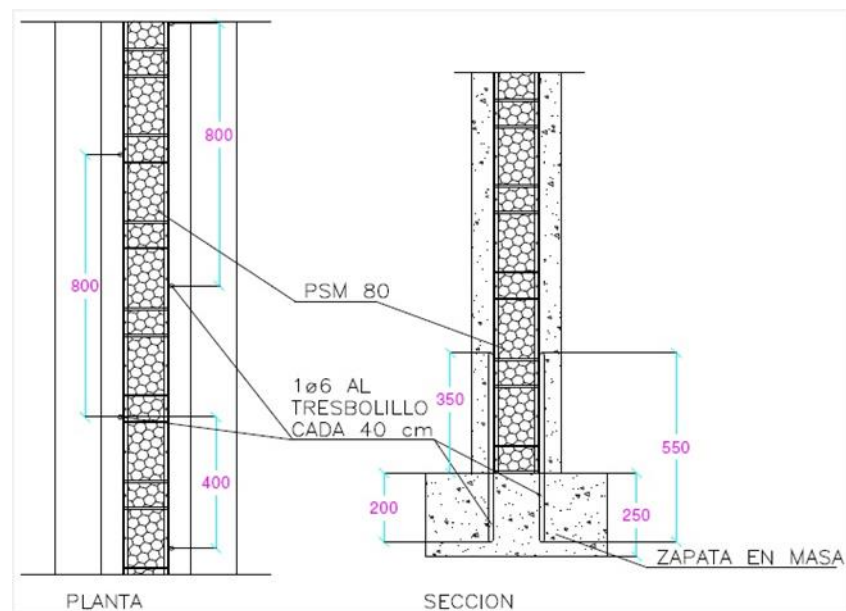


Figura 15. Anclaje entre muro y cimentación, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Concreto Medellín.

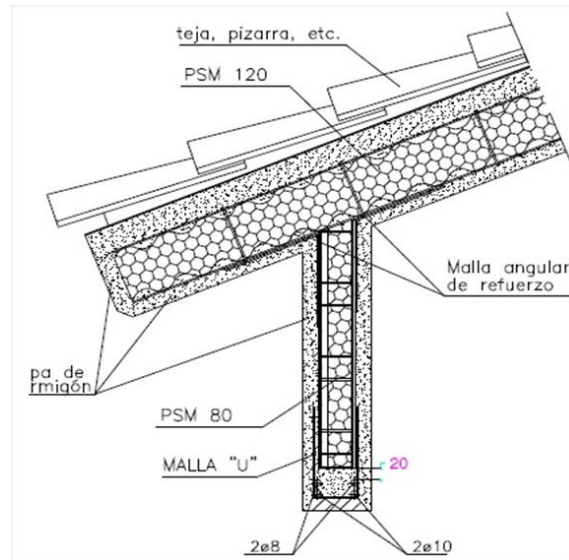


Figura 16. Viga cargadero en cubierta inclinada, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín.

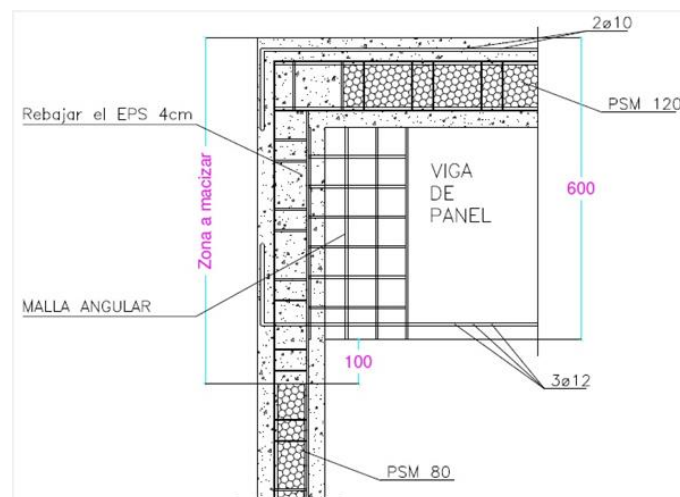


Figura 17. Encuentro viga – muro, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín

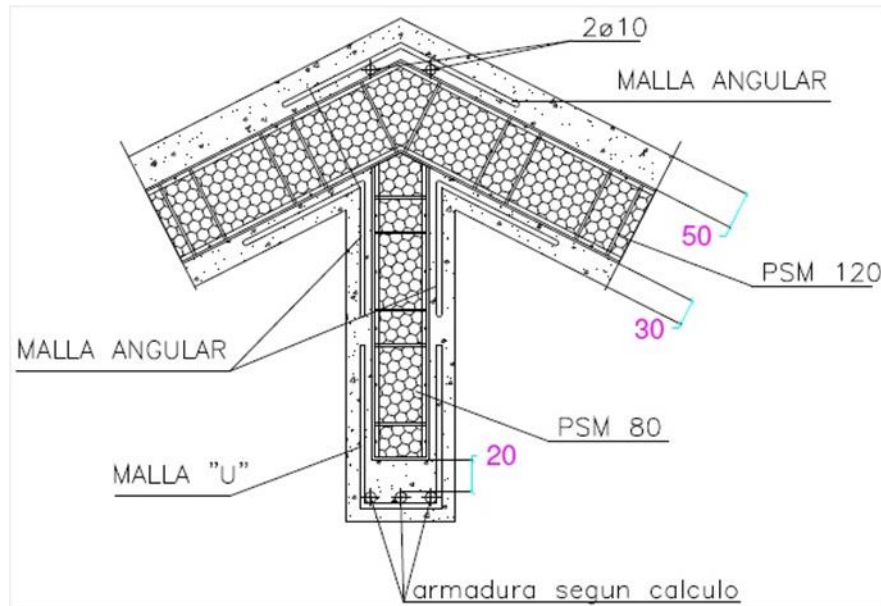


Figura 18. Viga de cumbrera, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Concreto Medellín

Importante

Los Tipos de panel, los refuerzos y armaduras que aparecen en los detalles anteriores son meros ejemplos. Los tipos y refuerzos de los encuentros de cada Proyecto se determinarán según los cálculos y verificaciones correspondientes.

5. Marco conceptual

En la construcción y la auto-construcción en la arquitectura se direcciona estrategias dirigidas a construir estructuras desarrolladas y productivas para futuros proyectos habitacionales. La calidad de vida y el bienestar social general de los individuos y sociedades depende del cómo se viva, siendo fundamentado en esta investigación en pro de superar el déficit y mejorar la calidad de vida de las personas optimizando su adquisición en recursos.

Las construcciones sostenibles juegan un papel importante en el desarrollo de la sociedad, satisfaciendo necesidades en todo el ámbito incluso intangible, proyección que se va desarrollando para el futuro para las próximas generaciones.

Este déficit comprende como el conjunto integrado de carencias habitaciones de confort y hábitat residencial en la calidad de vida de la población, sin embargo, adquieren una expresión más compleja, abarcando la escasez, la inaccesibilidad de bienes y materiales, servicios y espacios aptos para la subsistencia y fomentar la calidad de vida de la población ante el desafío de producir un hábitat residencial sustentable.

a unidad requerida en el país en lo político administrativo resulta de la suma de las demandas por acceder a una solución digna y exclusiva que demarque el cambio y superación de la propuesta definida en hogares y familias allegadas., Funcionalmente autónomas y económicas a las viviendas proyectadas, convenientemente vinculados entre sí.

Los apoyos en los espacios arquitectónicos sin sufrir deformaciones incompatibles, gracias a un tipo de sistema modular de construcción que se acopla a la necesidad misma

de la forma. El diseño y comprobación de estos elementos se hacen de acuerdo con los principios de la ingeniería estructural y la resistencia de materiales. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo Nov 2009),

Una vivienda más adaptada para mejorar las condiciones en su ambiente proporciona una autonomía constructiva de fácil transición cuando se refiere a estructuras no convencionales de ahí la producción de materiales no muy comunes en el medio pero que tienen un gran impacto positivo a esa misma idea o solución del déficit habitacional, a pesar de que es nuevo en los mercados. A los costos de producción relacionados de estos sistemas que se fabrican en serie para posteriormente hacer su montaje como lo refiere la vivienda como lo requiere para un buen óptimo alojamiento o modelo para acceso de los individuos y sus colectividades a una solución independiente bien localizada de carácter transitorio o permanente.

6. Marco geográfico

Muchos constructores pensaron ¿porque construir dos veces, una vez en madera y finalmente en hormigón? De 1918 la mayor parte del interés y trabajo en prefabricaciones se llevó a cabo en aquellas áreas en Inglaterra, Europa Occidental y Rusia. Durante la etapa se realizaron investigaciones acerca de la forma de producir piezas prefabricadas estándar, tales como las usadas en edificios, ductos de tubería, puentes, etc. De esta manera hubo un gran progreso en la prefabricación de unidades para casas individuales, así como también para condominios.

La industrialización en la construcción tuvo un papel determinante para abordar alternativas a soluciones constructivas a un creciente interés en ese caso el desarrollo de la prefabricación de hormigón pre esforzado como medio de reducir el alto costo de la mano de obra y lo caro de incluir formaletas en las construcciones de hormigón vertido en “in situ”.

Más adelante, la escasez de viviendas, mano de obra especializada y material, que existía en Europa, motivó a un cambio en la escala de desarrollo de los sistemas de construcciones, algunos países de Europa. Durante las últimas décadas la industria de la construcción ha ido progresando inexorablemente hacia la estandarización de los diferentes subsistemas constructivos. Sin embargo, además de la estandarización de los subsistemas por separado, hace falta una concepción integral del diseño y la construcción, particularmente en el ámbito de la vivienda construida masivamente. A los sistemas de construcción abiertos deben corresponder sistemas espaciales y

formales igualmente abiertos, que permitan la creación de viviendas flexibles, capaces de adaptarse fácilmente a los requisitos cambiantes de los distintos usuarios. **ITADO**

NOVA

6.1 Los sistemas industrializados.

La industrialización de los procesos constructivos permite construir, mediante el uso de formaleta metálica modulada, una unidad de vivienda tipo, con el principio de rotación diaria de la formaleta que permite una velocidad de construcción con eficiente ocupación de personal. Entre los sistemas industrializados más difundidos se encuentra la

construcción de vivienda cuyo sistema estructural está conformado únicamente por placas y muros en concreto.

En la industrialización se puede destacar tres etapas.

Etapas 1. Corresponde al uso de sistemas de prefabricados de enormes paneles, desarrollados en Europa a principios de los años 50, para solucionar el problema de la vivienda ocasionada por su destrucción masiva durante la segunda guerra mundial. (Corcuera Sakamoto, M 2009).

Etapas 2. Se enmarca en el desarrollo de sistemas prefabricados semi-pesados y livianos, en los cuales destaca la incorporación de componentes industrializados de tamaño medio, con las facilidades que ello conlleva en cuanto al transporte y montaje.

Etapas 3. Es aquella que en la que se elaboran componentes que se procesan en talleres y que poseen una gran flexibilidad de ejecución, sin grandes limitaciones de tamaño y con costes adecuados. La ventaja fundamental en esta etapa es que existen proveedores de piezas básicas industrializadas, que luego son procesados en talleres para finalmente ser montados en obra. (Corcuera Sakamoto, M 2009).

7. Marco legal

Constitución Política de Colombia.

Vivienda Digna.

Artículo 51. Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda.

Ley 3 De 1991 (enero 15)

Por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones.

8. Marco tecnológico**8.1 Sistemas prefabricados.**

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 12 de la Ley 400 de 1997, se permite el uso de sistemas de resistencia sísmica que estén compuestos, parcial o totalmente, por elementos prefabricados, que no estén cubiertos por este Reglamento, siempre y cuando cumpla uno de los dos procedimientos siguientes: (a) Se utilicen los criterios de diseño sísmico presentados en A.3.1.7, o (b) Se obtenga una autorización previa de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, de acuerdo con los requisitos y responsabilidades establecidas en el Artículo 14 de la Ley 400 de 1997.

8.2 Obligatoriedad de las normas técnicas citadas en el reglamento

8.2.1 Normas NTC. Las Normas Técnicas Colombianas NTC, citadas en el presente Reglamento, hacen parte de él. Las normas NTC son promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, único organismo nacional de normalización reconocido por el gobierno de Colombia.

8.2.2 Otras normas. En aquellos casos en los cuales no exista una norma NTC se acepta la utilización de normas de la Sociedad Americana de Ensayo y Materiales (American Society for Testing and Materials — ASTM) o de otras instituciones, las cuales también hacen parte del Reglamento cuando no exista la correspondiente norma NTC.

8.2.3 Referencias. Al lado de las normas NTC se ha colocado entre paréntesis una norma de la ASTM o de otra institución. Esto se hace únicamente como referencia y la norma obligatoria siempre será la norma NTC. Esta norma de referencia corresponde a una norma ASTM, o de otra institución, que es compatible con los requisitos correspondientes del Reglamento, y no necesariamente corresponde a la norma de antecedente de la norma NTC. Las normas de antecedente de las normas NTC son las que se encuentran consignadas en el texto de la misma norma.

8.3 Sistemas no convencionales para la construcción de la vivienda

Durapanel

Es el sistema constructivo que reúne en un solo elemento todas las funciones necesarias para realizar una obra de arquitectura, desde una vivienda familiar hasta una edificación de considerable altura. Se ha desarrollado partir de la utilización de paneles de poliestireno expandido y dos mallas de acero galvanizado, cuya morfología está diseñada para recibir revoque estructural en obra.

Su objetivo en sí es de proveer un sistema de paneles modulares prefabricados, que además de ahorrar tiempo de construcción y mano de obra, logra resolver en un solo elemento las funciones estructurales y auto portante, simplificando su ejecución, entregando elevados coeficientes termo-acústicos y gran versatilidad de formas y acabados en obra.

Durapanel es un sistema constructivo integral, sísmo resistente, económico, rápido, ligero y aislante termo acústico de última generación. Se integra por una amplia gama de paneles pre industrializados que permiten materializar todos y cada uno de los elementos estructurales, de cerramiento y ornamentación necesarios para ejecutar totalmente una obra.

- Sistema liviano
- Sistema rápido
- Sistema versátil
- Sistema de gran resistencia
- Sistema que proporciona ahorro energético
- Sistema ignífugo
- Sistema que ayuda a la gran variedad de acabados
- Sistema sísmo resistente
- Sistema resistente a huracanes

8.4 Beneficios Generales.

Menor transporte vertical por generación de escombros

- Menores sitios para almacenamiento

- Menores cantidades de mortero (pega y revitado)
- Menores consumos de agua por cortes y por morteros de pega y revitado
- No se requiere fundir dinteles ni antepechos

8.5 Norma NSR-10.

Título A: Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismoresistente.

8.5.1 Consideraciones especiales.

8.5.1.1 Por tamaño y grupo de uso. En toda edificación del grupo de uso I, como las define A.2.5.1, que tenga más de 3000 m² de área en conjunto, o que forme parte de un programa de quince o más unidades de vivienda, y en todas las edificaciones de los grupos de usos II, III y IV, como las define A.2.5.1, debe tenerse en cuenta la obligatoriedad de la supervisión técnica, profesionalmente calificada, de la construcción, según lo requerido en A.1.3.9.

9. Bases generales de diseño sismo resistente

9.1 Sistemas estructurales

9.1.1 Tipos de sistemas estructurales. Se reconocen cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica, los cuales se definen en esta sección. Cada uno de ellos se subdivide según los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía del material estructural empleado. Los sistemas estructurales de resistencia sísmica que reconoce este Reglamento son los siguientes:

Sistema durapanel muros estructurales y de cerramiento. El sistema estructural del panel, funciona como una estructura monolítica interactuando entre sí, como un solo elemento fijo. Compuesto por un núcleo en poliestireno expandido para darle grosor y aislamiento al muro en sus dos caras una malla electro soldada galvanizada con dimensiones entre su forma reticular ortogonal según cálculos

Malla estructural. Estructuras de acero planas, formadas por alambres de acero galvanizado, dispuesto en forma ortogonal y electro soldados en todos los puntos, proporcionando refuerzo estructural necesario en los muros de panel.

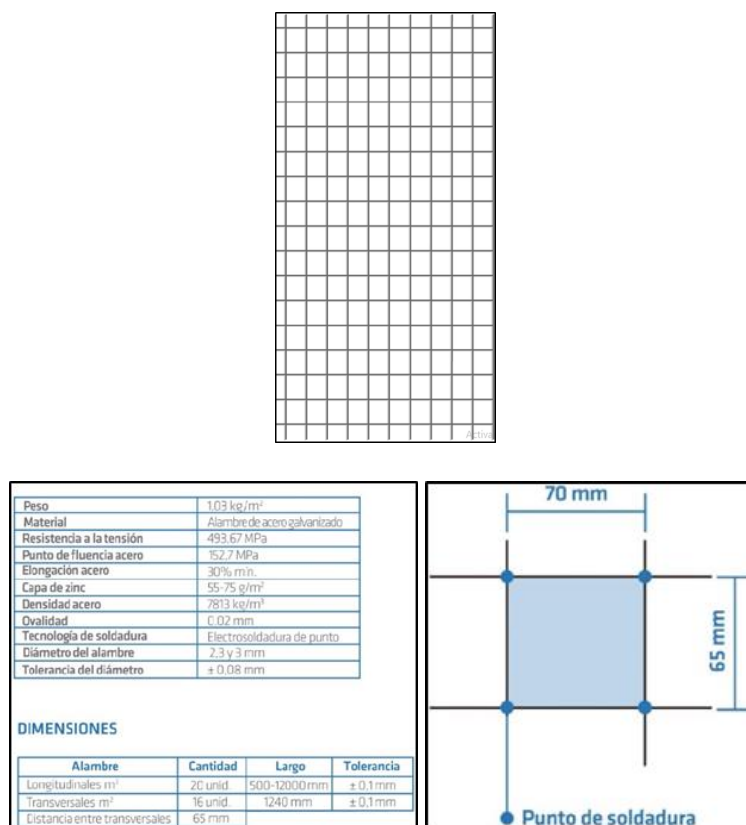


Figura 19. Especificaciones técnicas Malla Estructural , Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín.

Fuente: Durapanel Colombia.

Núcleo poliestireno. Espuma rígida suministrada en forma de planchas, de color blanco, dimensiones volumétricas estable, construida por un termoplástico celular compacto.

Su bajo peso del poliestireno expandido, destacan sus propiedades físico – mecánicas, tiene una adecuada resistencia a la compresión, corte, flexión, tracción y también buena estabilidad

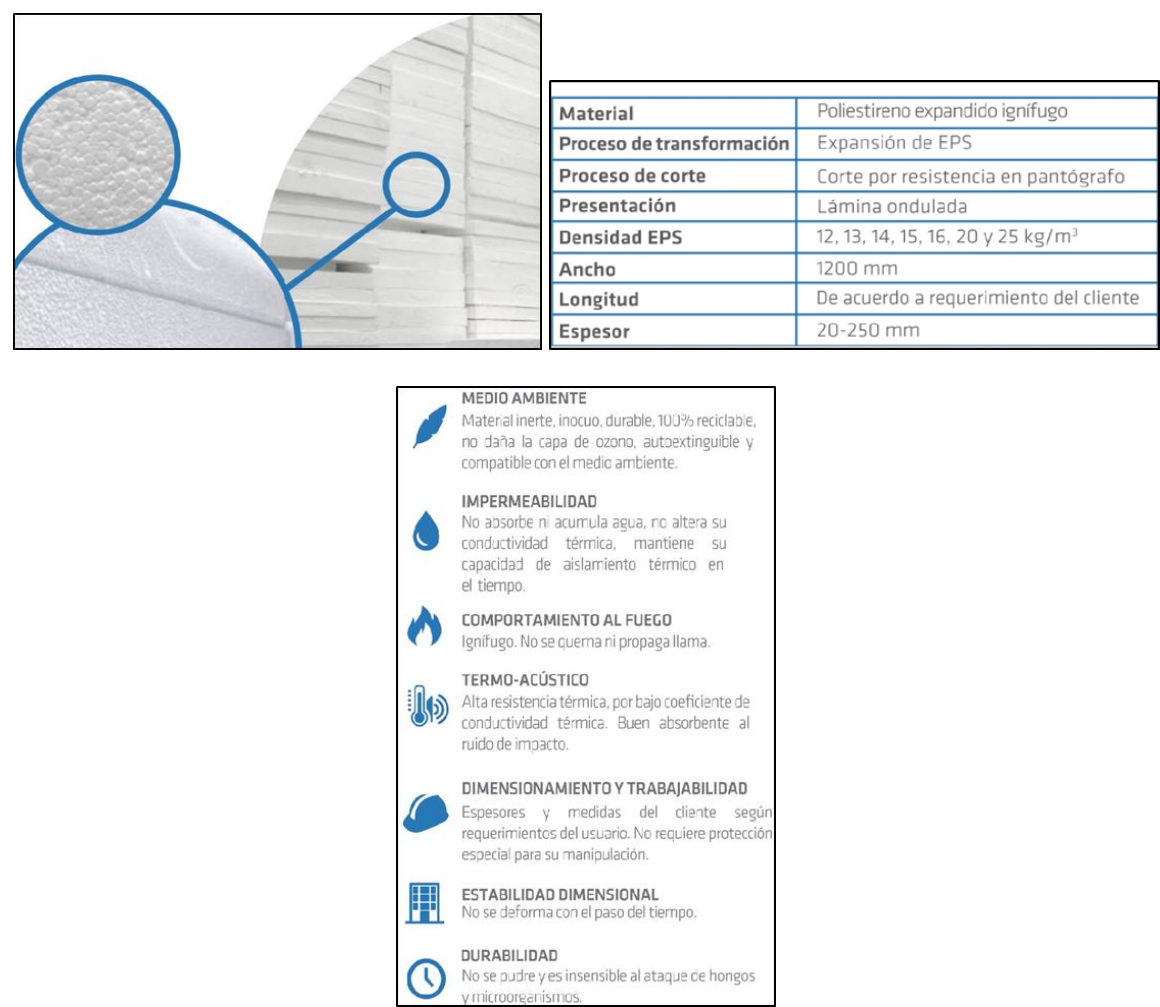


Figura 20. Especificaciones técnicas núcleo poliestireno, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín

Fuente: Durapanel Colombia.

Mallas de refuerzo

Malla Plana RG2. Refuerza los vértices de vanos a 45 grados, reconstituye mallas cortadas y en eventuales empalmes entre paneles generando una mayor longitud; también sirve para restablecer la continuidad del sistema cuando se debe romper la malla para insertar una tubería invasiva. La cantidad necesaria es de dos (2) unidades por puerta y cuatro (4) unidades por ventana. Estas mallas están hechas con alambre de acero galvanizado y trefilado. Se fijan al panel con amarres realizados con alambres de acero o grapas.

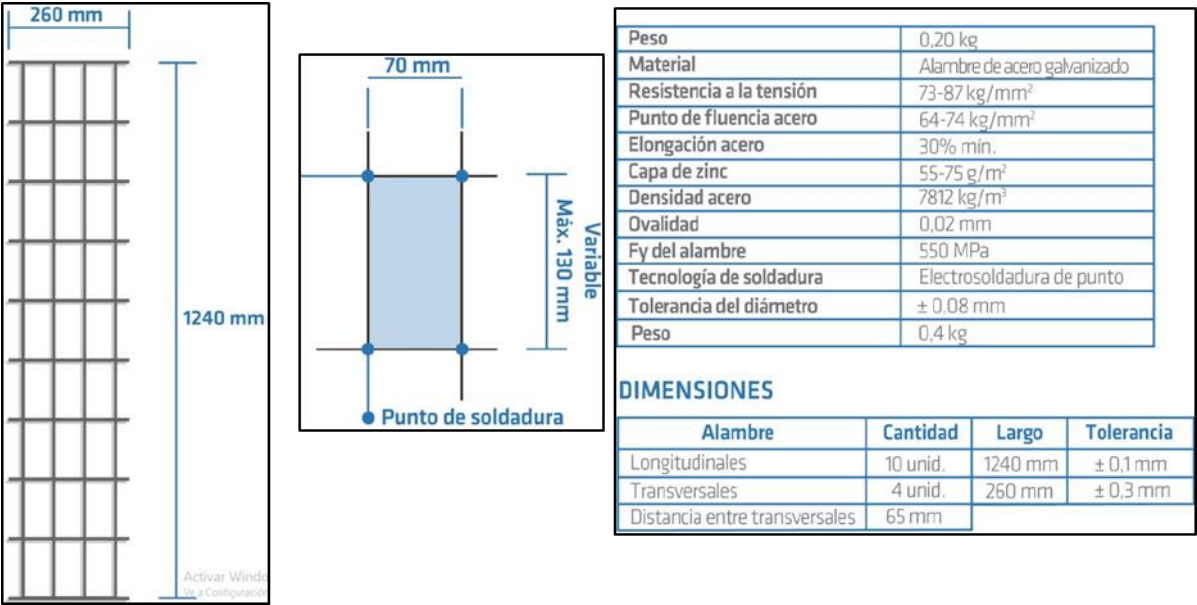


Figura 21. Especificaciones Técnicas Malla Plana RG2., Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín

Fuente: Durapanel Colombia.

Malla Angular RG1. Accesorio en forma de L que permite reforzar la unión de paneles en las esquinas formando ángulos entre sí. Estas mallas están hechas con alambre de acero galvanizado y trefilado, con un diámetro de 3 mm, Se fijan a los paneles con amarres de alambre recocido.

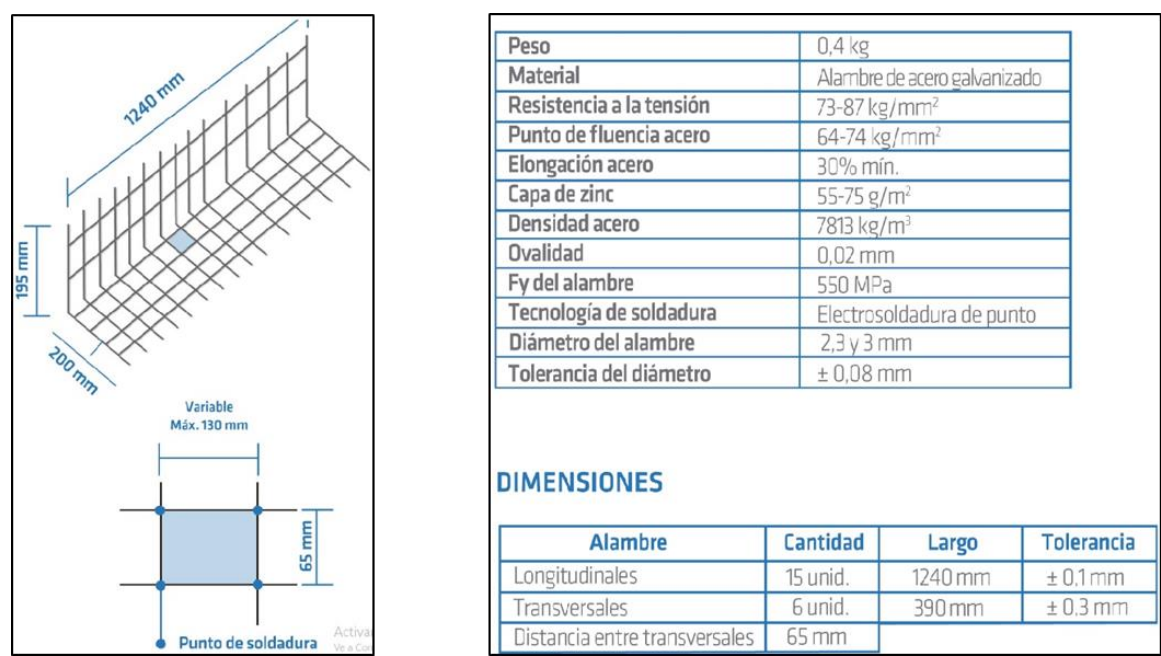
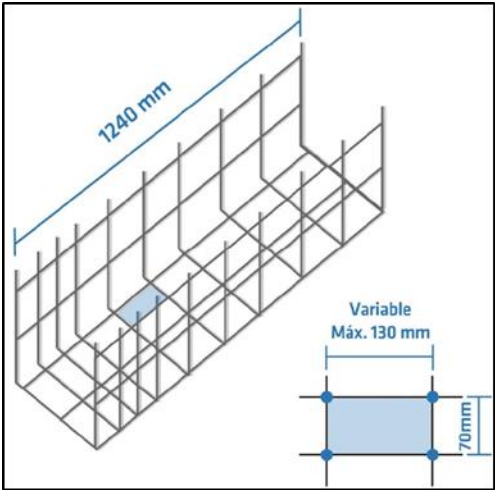


Figura 22. Especificaciones técnicas Malla Angular RG1., Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín.

Fuente: Durapanel Colombia.

Malla Perfilada RGU. Sirve para reconstruir la continuidad de los paneles al costado de las puertas y ventanas. Estas mallas están hechas con alambre de acero galvanizado y trefilado. Se fijan al panel con amarres realizados con alambres de acero o grapas.



Material	Alambre de acero galvanizado
Resistencia a la tensión	73-87 kg/mm ²
Punto de fluencia acero	64-74 kg/mm ²
Elongación acero	30% mín.
Capa de zinc	55-75 g/m ²
Densidad acero	7813 kg/m ³
Ovalidad	0,02 mm
Fy del alambre	550 MPa
Tecnología de soldadura	Electrosoldadura de punto
Diámetro del alambre	2,3 y 3 mm
Tolerancia del diámetro	± 0,08 mm
Peso	0,4 kg

REF	Alambre	Cantidad	Ancho (± 0,2)	Largo	Peso (± 0,02 kg)
RGU40	Longitudinales Transversales Distancia entre transversales	10 unid. 6 unid. 65 mm	390,0 mm	1240 mm (± 0,2)	0,390 kg
RGU50			392,0 mm		0,400 kg
RGU60			377,5 mm		0,380 kg
RGU70			393,0 mm		0,410 kg
RGU80			391,0 mm		0,380 kg
RGU90			425,0 mm		0,430 kg
RGU100	Longitudinales Transversales Distancia entre transversales	10 unid. 7 unid. 65 mm	425,3 mm	1240 mm (± 0,2)	0,433 kg
RGU110			426,5 mm		0,435 kg
RGU120			469,5 mm		0,434 kg
RGU130			463,0 mm		0,472 kg
RGU140			468,0 mm		0,477 kg
RGU150			468,0 mm		0,477 kg
RGU160			469,0 mm		0,478 kg
RGU180			535,0 mm		0,540 kg
RGU190	Longitudinales Transversales Distancia entre transversales	10 unid. 6 unid. 65 mm	520,0 mm	1240 mm (± 0,2)	0,547 kg
RGU200			545,0 mm		0,556 kg
RGU220			560,5 mm		0,572 kg
RGU240			590,5 mm		0,600 kg
RGU250			586,4 mm		0,590 kg
RGU260			605,0 mm		0,620 kg

. *Figura 23.* Especificaciones técnicas Malla Perfilada RGU, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Conconcreto Medellín

Fuente: Durapanel Colombia.

Sistema de muros de carga. Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales.

El sistema durapanel es similar porque actúa como muro de carga y estructural por su morfología con la malla ortogonal que lo hace funcionar como un sistema monolítico.

Sistema combinado. Es un sistema estructural, en el cual: (a) Las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales, o (b) Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales, y que no cumple los requisitos de un sistema dual.

Sistema de pórtico: Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales.

Sistema dual: Es un sistema estructural que tiene un pórtico espacial resistente a momentos y sin diagonales, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales. Véase la tabla A.3-4. Para que el sistema estructural se pueda clasificar como sistema dual se deben cumplir los siguientes requisitos:

(a) El pórtico espacial resistente a momentos, sin diagonales, esencialmente completo, debe ser capaz de soportar las cargas verticales.

(b) Las fuerzas horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resistente a momentos, el cual puede ser un pórtico

de capacidad especial de disipación de energía (DES), cuando se trata de concreto reforzado o acero estructural, un pórtico con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) de concreto reforzado, o un pórtico con capacidad mínima de disipación de energía (DMI) de acero estructural. El pórtico resistente a momentos, actuando independientemente, debe diseñarse para que sea capaz de resistir como mínimo el 25 por ciento del cortante sísmico en la base.

(c) Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad del cortante sísmico en la base, en proporción a sus rigideces relativas, considerando la interacción del sistema dual en todos los niveles de la edificación, pero en ningún caso la responsabilidad de los muros estructurales, o de los pórticos con diagonales, puede ser menor del 75 por ciento del cortante sísmico en la base.

10. Metodología de la Investigación

La investigación se desarrolla como una nueva alternativa más viable y asequible al modelo de vivienda, y del mismo modo mayor participación por medio del autoconstrucción.

De un modo cualitativo, esta temática relaciona la cultura, costumbre y el papel en el contexto que directamente lo relaciona.

De esta manera podemos comprender más a fondo las costumbres y prácticas que a través del tiempo se han desarrollado con estos fenómenos centrándonos en la reflexión y evolución de los niveles de vida. Si existe satisfacción o todo lo contrario a las soluciones que en este caso particular se han presentado en el tiempo. Con el proceso de investigación

se demuestra una efectiva solución, debidamente expuesta en el caso del sistema constructivo *DURAPANEL*.

Categoría Físico-espacial. Son aspectos relacionados con el espacio exterior e interior de una vivienda, describiendo las características de estos espacios y su fin, su infraestructura, aspectos ambientales, ecológicos, bioclimáticos y otros. Enmarcado sus atributos del diseño. En el espacio Exterior se analizan aspectos como zonas verdes, amueblamiento, vías de acceso movilidad y servicios públicos.

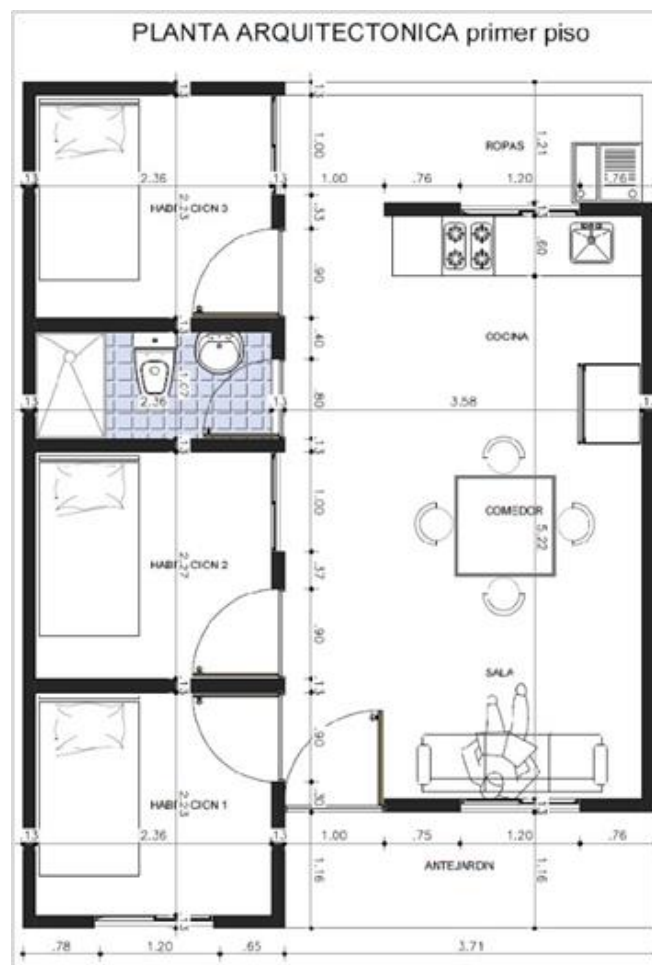
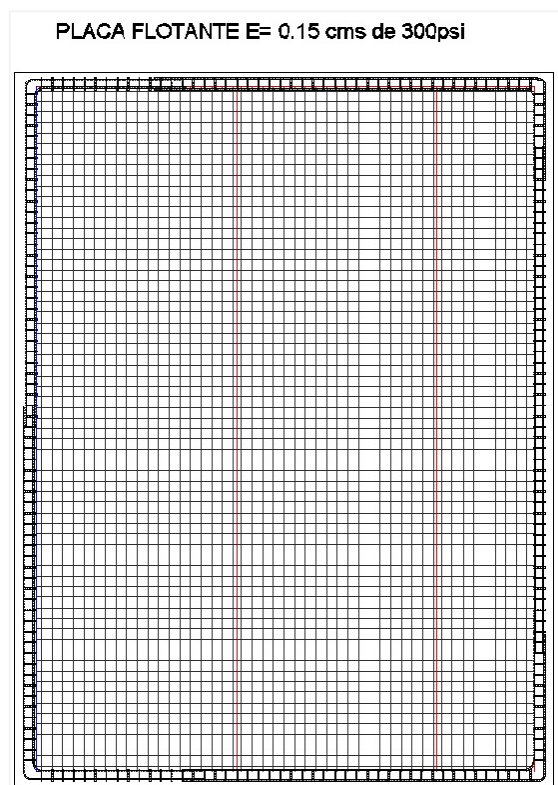
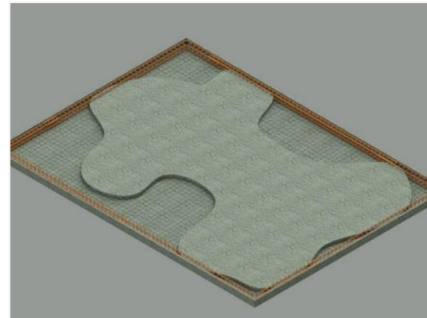


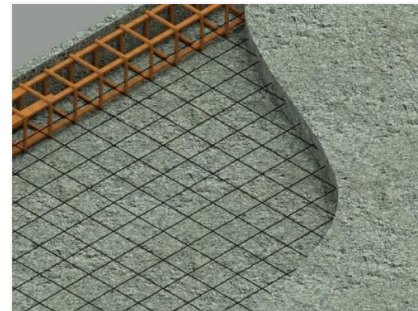
Figura 24. Diseño estándar de la vivienda.



Placa fundida



Canasta malla electro soldada



Distribución sección paneles culata

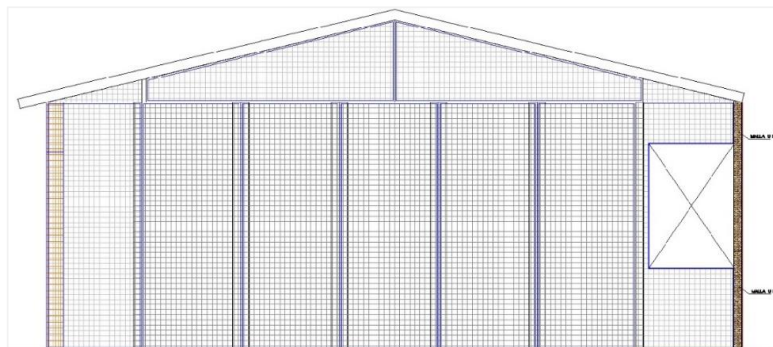
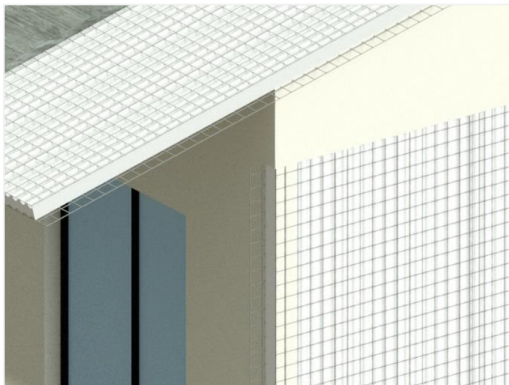


Figura 25. Placa flotante y accesorios.

Modelo 3D



Detalle panel limpio – y friso



friso

Detalle panel cubierta – y



Figura 26. Prototipo modelo de vivienda.

10.1 Descripción del proceso

Participación colectiva, en cuanto a localización y forma de adaptación a la idea de construcción de la unidad de vivienda mediante charlas de utilización del material nuevo a utilizar, de allí parten instrucciones a la buena utilización del mismo. Una vez implantado un modelo en dicho sector este se replicara en las áreas donde se seguirá desarrollarlo.

En la misma organización del cómo sería a su autoconstrucción que es en sí una de las características principales del proyecto, porque propende al aprendizaje en conjunto y en beneficio propio para el beneficiario de la vivienda sostenible.

Con dichas actividades descriptas a continuación se tiene certeza del éxito a lo que está enfocado el estudio y síntesis a plantear.

VIVIENDA TIPO				
CRONOGRAMA				
ACTIVIDAD	DIA	MES	SI	NO
Localizacion	x			x
Limipieza				
Replanteo			x	
Nivelacion				
Poso Septico		x		
Hidrosanitarios			x	
Rellenos				x
Cimentacion Flotante	x			
Demarcacion muros				
Muros,Aplome,Otros				
Cubiertas	x		x	
Instalacion Electrica			x	

Tabla 1.Vivienda tipo Cronograma.

Nota. *Vivienda tipo Cronograma estándar de Actividades generales*, Adaptado de ficha técnica Durapanel – Industrial Concreto Medellín

Categoría Socio-cultural. Referencia los actores sociales a partir de la construcción de los perfiles que se privilegian en el aspecto sociocultural, procedencia geográfica y comportamientos adoptados en el área rural y urbana, la apropiación que hacen de estos espacios, los usos, hábitos, relación con los demás actores, en la búsqueda de las soluciones a esas problemáticas que se presentan diariamente.

Investigaciones: - exploratoria – descriptiva – analítica – comparativa – explicativa.

Exploración: revisión y apertura de estadísticas como documentación de soporte para el desarrollo del marco tecnológico, con esto se realizó acercamiento y uno a uno conociendo las necesidades de la comunidad en conjunto. Sistemáticamente en control en lo que acontece al contexto y entorno.

Descriptiva: la problemática del objeto de estudio y la situación presentada hizo referencia al acontecimiento encontrados en el modelo de tipo de estudio de los factores presentaron la comunidad en el contexto general independientemente en el lugar o región donde se encuentren.

Análisis: se realiza una contextualización del proyecto, seleccionando el número de familia de acuerdo a los criterios y sus necesidades más básicas. Como también otros núcleos fundamentales, edades, discapacidad, tamaño del grupo familiar y sus procedencias.

se estudia los casos y resultados obtenidos de los anteriormente expuesto para dar un diagnostico que ha direccionado el fin de la previa investigación.

Explicativa: en consecuencia, de los resultados de los puntos anteriores se procede a implementar el resultado del modelo de vivienda ecológica con el sistema constructivo en cuestión como garantía de sus bondades para beneficio sustentable de los grupos favorecidos

10.2 Impacto del Proyecto y las expectativas

Ya en un contexto general de la eficacia de la propuesta encaminada al beneficio colectivo de los asentamientos y sus diferentes inquietudes, se enfoca a un proyecto sostenible y de gran impacto, como referente para futuras generaciones de unidades de vivienda

10.3 Resultados esperados del proyecto

Comunicaciones

Cercanía a los centros poblados

Cercanía a fuentes de abastecimiento

Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (Agua, Energía y otros)

Disponibilidad de mano de obra local por el autoconstrucción.

Mejoramiento del confort habitacional y mejor calidad de vida.

Inclusión e identificación de la población vulnerable, como referente nacional.

11. Conclusiones

La investigación anteriormente realizada, evidencia de una forma clara el método de construcción más sencillo en actividades, tiempos y mano de obra, que al mismo tiempo no limita un modelo y diseño de la vivienda estándar tradicional. Siendo así garantía para una supervisión e intervención en su proceso constructivo, ya que se puede controlar bajo un mecanismo consecutivo y ordenado en sus elementos que lo componen.

Es por esto que el material como elemento principal para suplir las limitantes en temas de buena calidad. Haciendo un excelente ejercicio real de implementación del modelo constructivo ya antes mencionado.

Cuando se conjugan elementos como solución de un mejor desarrollo sostenible en el contexto regional, se logra un flujo comunicativo de innovaciones para la construcción e implementación de sistemas industrializados desconocidos hasta ese momento. En la práctica podemos decir que se aumentó el estatus habitacional.

En la evolución de un elemento físico en todas sus características sin perder su autenticidad y arraigo histórico de su patrimonio y tradición.

Referencias bibliográficas

- Dejtia, F. (2019). *ArchDaily*. Recuperado el 2020, de <https://www.archdaily.co/co/878329/cuales-son-los-materiales-mas-utilizados-en-las-viviendas-sociales>
- Departamento Nacional de Planeación. (Enero de 2017). *proyectostipo*. Recuperado el 2020, de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/viviendainterresrural/PTviviendarural.pdf>
- Durapanel. (2019). *industrialconconcreto*. Recuperado el 2020, de <https://www.industrialconconcreto.com/%20%20Durapanel%20>
- Gomez , D., Tamayo , J., & Urrego , K. (11 de Diciembre de 2018). *issuu*. Recuperado el 2020, de https://issuu.com/cartillasinvestigacion/docs/materiales_alternativos
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (1997). *Minvivienda*. Recuperado el 2020, de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr-100.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *minvivienda*. Recuperado el 2020, de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_3.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *minvivienda*. Recuperado el 2020, de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_2.pdf
- Obra Civil Colombia. (2020). *Obra Civil Colombia*. Recuperado el 2020, de <https://obracivilcolombia.com/>

