

**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**FACTIBILIDAD DEL USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO
M-2 APLICADO EN VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE LOJA**

AUTOR:

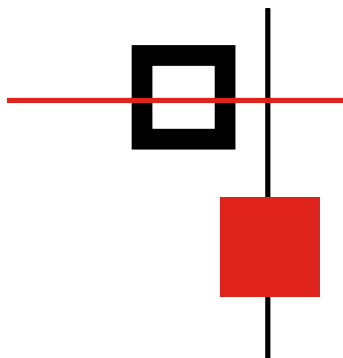
JUAN MANUEL MALDONADO RENGEL

DIRECTOR:

ARQ. FERNANDO JARAMILLO

2010

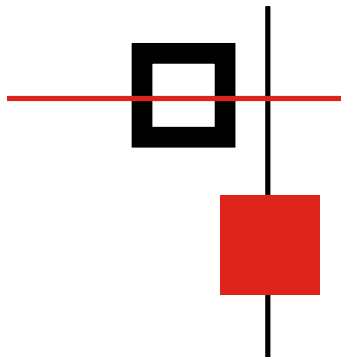
LOJA – ECUADOR



CESIÓN DE DERECHOS:

Yo, Juan Manuel Maldonado Rengel, declaro conocer y aceptar la disposición del artículo 67 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que en su parte pertinente textualmente dice “Forman parte del Patrimonio de la Universidad la Propiedad Intelectual de Investigaciones, Trabajos Científicos o Técnicos, Tesis de Grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

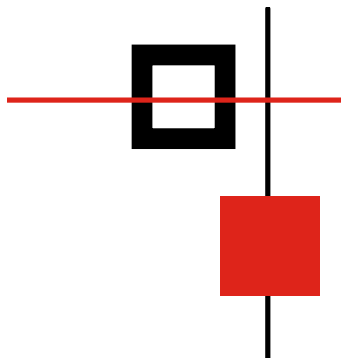
Juan Manuel Maldonado Rengel



AUTORIA:

Los conceptos, opiniones, resultados y conclusiones vertidos en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Juan Manuel Maldonado Rengel

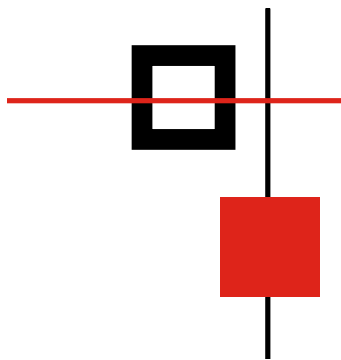


CERTIFICACION:

Yo, Arq. Fernando Jaramillo que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del título de ARQUITECTO, ha sido dirigido, inspeccionado y revisado en todas sus partes, por lo mismo cumple los requisitos legales exigidos por la Universidad técnica Particular de Loja, quedando autorizada su presentación.

Arq. Fernando Jaramillo

Director de Tesis



AGRADECIMIENTO:

Dedico este trabajo a quienes ya partieron,
pero que desde temprana edad fueron mis maestros.

A mi familia, por creer siempre en mí y
brindarme el ímpetu de seguir adelante,
a mis amigos por ser esa fuente de remanso
en los malos tiempos y de alegría en los buenos.

Dejo constancia de mi agradecimiento al Arq. Fernando Jaramillo
por su cuidadosa dirección y atenta revisión de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	5
1.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2	7
1.1.1 Descripción del Sistema Constructivo M-2.	7
1.1.1.1 Materiales y componentes utilizados en el Sistema Constructivo M-2.	8
1.1.1.2 Técnica de aplicación del Sistema Constructivo M-2.	17
1.1.2 Análisis de adaptación del Sistema Constructivo M-2 al contexto local.	23
1.1.3 Análisis de adaptación al diseño del Sistema Constructivo M-2.	34
1.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGON ARMADO Y MAMPOSTERIA DE LADRILLO	44
1.2.1 Descripción y Técnicas del uso local del Sistema Constructivo de Losa de Hormigón Armado y Mampostería de Ladrillo	44
1.2.2 Análisis de adaptación del Sistema Constructivo de Losa de Hormigón Armado y Mampostería de Ladrillo al contexto local.	49
1.2.3 Análisis de adaptación al Diseño del Sistema Constructivo de Losa de Hormigón Armado y Mampostería de Ladrillo.	51
CAPITULO II: ANALISIS COMPARATIVO	54
2.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE ADAPTACIÓN AL CONTEXTO LOCAL ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGÓN ARMADO Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2.	55

2.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ADAPTACIÓN AL DISEÑO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGÓN ARMADO Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2.	57
2.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE RENDIMIENTO COSTO – PRODUCCIÓN ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGÓN Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2.	58

CAPITULO III: PROYECTO DE APLICACIÓN

76

3.1	DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE UNA VIVIENDA TIPO PARA LA APLICACIÓN PARALELA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA Y HORMIGÓN ARMADO Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2.	77
3.1.1	Antecedentes	77
3.1.2	Programa del Proyecto.	79
3.1.3	Diseño Arquitectónico.	80
3.1.3.1	Criterios Ambiental	80
3.1.3.2	Criterios Funcionales y Formales	80
3.1.3.3	Criterios Constructivos.	81
3.2	ANÁLISIS DE RENDIMIENTO COSTO – PRODUCCIÓN DEL DISEÑO TIPO	82
3.2.1	Análisis de Rendimiento costo – producción del diseño tipo en la aplicación del Sistema Constructivo de Losa de Hormigón Armado y Mampostería de Ladrillo.	82

3.2.2.	Análisis del Rendimiento costo – producción del diseño tipo en la aplicación del Sistema Constructivo M-2.	84
3.3	RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS ANALISIS REALIZADOS EN LOS CAPITULOS ANTERIORES	86
	PLANOS ARQUITECTÓNICOS	89
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
	BIBLIOGRAFIA	99
	ANEXOS	106

INTRODUCCION

A través de los tiempos, el hombre ha ido adaptando su entorno inmediato a fin de satisfacer sus necesidades y para ello se ha valido de las diversas técnicas constructivas, las cuales ha ido perfeccionando a razón de su propia evolución científica, técnica y social. Es por ello que el desarrollo de los pueblos está íntimamente ligado a su arquitectura y ésta al conocimiento y desarrollo de sus técnicas; por esto que, el establecer políticas de experimentación, evaluación y re potenciación de las técnicas constructivas debe ser una de las acciones fundamentales que como arquitectos debemos ejecutar para potenciar el progreso de nuestra comunidad.

Al establecer políticas que permitan crear una cultura de la construcción, nos será posible establecer parámetros de desarrollo más amplios, en los cuales se alinien las necesidades de habitabilidad de las familias, políticas de competitividad profesional, estándares de seguridad y se creen verdaderos parámetros de desarrollo urbano.

Partir del conocimiento particular de cada sistema constructivo, permite que el arquitecto como profesional de la construcción, el cual es responsable de la seguridad y del capital económico de sus clientes, sea capaz de poder ofrecer una mayor gama de soluciones constructivas que puedan adaptarse a las necesidades específicas de cada usuario, lugar y proyecto, Poder establecer si es viable o no la introducción de un nuevo sistema constructivo debe partir del conocimiento pleno de la factibilidad de uso de dicho sistema (adaptación al contexto local, técnicas de uso, adaptación al diseño, beneficio costo – producción, comercialización).

Con el presente trabajo se busca crear una política de discernimiento en cuanto a los sistemas constructivos, basada en el análisis técnico a dichos sistemas que conlleve a crear una cultura de la construcción, con la cual podamos fundar una base solida para permitir un verdadero progreso y desarrollo de la construcción en nuestra ciudad. No podemos hablar de establecer parámetros de evolución arquitectónica, si no se crean primero las bases técnicas que permitan solventar las necesidades de una comunidad y plasmar la creatividad de quienes sueñan en las posibles soluciones para este medio. Tener las herramientas del conocimiento, permitirá que no se adopten soluciones efímeras, si no que se establezcan estándares tanto de seguridad como de habitabilidad en los cuales deban enmarcarse todas las posibles técnicas constructivas que pretendan introducirse en el medio.

“El conocimiento es la base de la creación” y de ello depende el correcto desarrollo de una comunidad.

PROBLEMATICA:

En nuestra ciudad, la arquitectura ha sufrido un estancamiento en cuanto a la innovación constructiva, ya que desde la introducción del hormigón y la aplicación del sistema de losas armadas y mamposterías de ladrillo en los años sesenta, muy pocos han sido los avances que se han dado en cuanto al mejoramiento del rendimiento y técnicas de la construcción. Si bien los sistemas tradicionales de construcción se han acoplado a nuestras necesidades, muchos de estos no cumplen las expectativas costo – productivas actuales, generan alta contaminación en la obtención de los materiales deteriorando el medio ambiente, y de una u otra manera estos sistemas representan un estancamiento en el campo de la tecnología de la construcción.

Entender que la arquitectura es afectada por la economía y que se encuentra íntimamente relacionada con la ciencia y la tecnología, es entender que se pueden concebir soluciones arquitectónicas que se justifiquen dentro de la economía y aspiraciones particulares de cada persona, que satisfagan las normas constructivas y que refleje la temporalidad de nuestra sociedad.

En la búsqueda de sistemas constructivos que resuelvan las deficiencias de las técnicas tradicionales no debemos pasar por alto el análisis de factibilidad de uso, que se debe realizar antes de utilizar cualquier producto y/o sistema; el no establecer una cultura de discernimiento en el uso de estos podría generar una aplicación incorrecta de los mismos.

JUSTIFICACION:

Dado que en nuestra ciudad los procesos de edificación vienen aferrándose a una falta de cultura de discernimiento en cuanto a la factibilidad de uso de nuevos sistemas constructivos y que, en el medio de la construcción se tiende a mercantilizar la información de los nuevos sistemas o materiales, razón por la cual su uso es regulado por su difusión comercial y no por un análisis técnico que demuestre los verdaderos beneficios de estos sistemas o materiales; por ello, la presente investigación surge como resultado de la búsqueda de nuevos procesos constructivos que permitan establecer una evolución en la tecnología de la construcción en nuestra ciudad a partir de procesos ya experimentados en otras regiones, y de el ser objetivo en la real incidencia de las variables económicas que afectan la relación costo – producción con la que se realizan los trabajos de construcción de viviendas en nuestra ciudad.

El establecer un análisis técnico que demuestre a cabalidad la factibilidad de uso (adaptación al contexto local, técnicas de uso, adaptación al diseño, beneficio costo – producción, comercialización) permitirá establecer un comparativo con los sistemas que se vienen empleando tradicionalmente en nuestra ciudad, a fin de poder establecer si es viable o no la introducción de un nuevo sistema constructivo.

No se pretende formar un criterio de adopción de sistemas y/o materiales nuevos o novedosos, sino de crear una cultura de razonamiento que filtre la información allegada a dichos sistemas y estudie bajo la óptica local el beneficio o no de las nuevas técnicas o materiales.

OBJETIVOS

General:

- Realizar el análisis de factibilidad de uso del sistema constructivo M2 aplicado para la construcción de viviendas en la ciudad de Loja.

Específicos:

- Conocer el Sistema Constructivo M-2.
- Conocer las fortalezas y debilidades del Sistema Constructivo M2 para su uso en la ciudad de Loja para la construcción de viviendas.
- Analizar el uso local del sistema constructivo de Losa de hormigón y mampostería de ladrillo en la construcción de viviendas.
- Comparar el sistema constructivo de Losa de hormigón y mampostería de ladrillo con el sistema constructivo M-2.

METODOLOGÍA

Como metodología a emplear en la presente investigación, optare por el método analítico, y luego empleare el método deductivo para el estudio de los datos que resulten de la investigación

En la primera fase de investigación, se compilará toda la información que permita conocer a fondo el sistema constructivo M2.

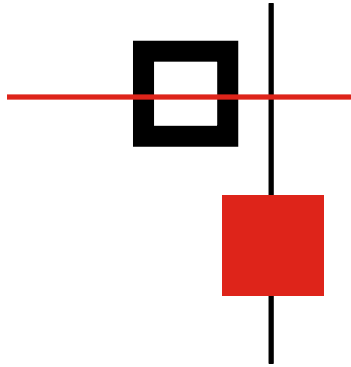
En los capítulos siguientes se realizará un estudio acerca del sistema constructivo que se utiliza comúnmente para la construcción de vivienda en la ciudad de Loja, en los parámetros de: materiales de construcción, adaptación del sistema constructivo al contexto local, técnicas de uso, proceso constructivo, adaptación al diseño y relación costo – producción.

Posteriormente y aplicando el método deductivo; con la información obtenida, procederé a establecer un cuadro comparativo entre el sistema constructivo de Losa de hormigón y mampostería de ladrillo y el sistema M2.

Finalmente en la etapa última se plantearán las conclusiones que determinen los estudios previos en cuanto a la factibilidad de uso o no, del sistema constructivo M2 aplicado en la construcción de viviendas en la ciudad de Loja.

HIPOTESIS

Realizar un análisis de factibilidad de uso del sistema constructivo M-2 aplicado en viviendas en la ciudad de Loja, permitirá establecer si es beneficiosa tecnológica y económicamente su aplicación.



CAPITULO I

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

CAPITULO I: SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Para el desarrollo de la vida del hombre la arquitectura ha sido siempre una herramienta fundamental, así es como el hombre y la arquitectura han ido desarrollándose y evolucionando conjuntamente. Es por ello que la experimentación con los diversos materiales tanto naturales en los inicios de la humanidad como los artificiales en su posterior desarrollo ha permitido la mejor satisfacción de los requerimientos básicos de habitabilidad y confort. Siendo así, el desarrollo de los sistemas constructivos, es decir del conjunto integral de materiales y elementos constructivos que combinados según determinadas reglas tecnológicas conformar una edificación completa es vital en el progreso de la humanidad.

Para entender mejor que es y cómo funciona un Sistema Constructivo debemos establecer los componentes del sistema y los parámetros a los cuales debe regirse.

Como se mencionó, un sistema constructivo está integrado por los materiales o materia prima a la que a lo sumo se le ha aplicado algún tratamiento como por ejemplo tierra, arena, hierro, ripio, cemento, gránulos plásticos, etc.; los cuales y según conveniencia del sistema se transformaran en elementos que cumplirán una función determinada (perfiles, placas, bloques, etc.). Tanto los materiales como los elementos que conforman el sistema deberán cumplir con requerimientos y exigencias básicas de seguridad, habitabilidad, durabilidad y estéticas. El siguiente cuadro resume los mismos.

Cuadro Nro. 1 EXIGENCIAS DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO

Exigencias de seguridad	<ul style="list-style-type: none">• Estabilidad frente acciones de cargas gravitatorias, viento, nieve, sismo.• Estabilidad contra el fuego.• Resistencia al choque duro y blando.• Resistencia a la intrusión humana y animal.• Circulación interna libre, sin obstáculos ni riesgos, sin riesgos eléctricos, asfixia o explosión.
Exigencias de habitabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Aislamiento higrotérmico.• Aislamiento acústico.• Estanqueidad al agua y al aire.• Iluminación, asoleamiento y pureza del aire.
Exigencias de durabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Conservación de cualidades durante la vida útil.• Mantenimiento con costo económico y accesible.• Flexibilidad interior, capacidad para variar las divisiones interiores.
Exigencias estéticas	<ul style="list-style-type: none">• Calidad arquitectónica.• Adecuación ambiental.

Referencia: Ing. Horacio Patricio Mac Donnell (2008) Publicación: Análisis de los Sistemas Constructivos

En el caso del Ecuador las exigencias de un sistema constructivo se encuentran especificadas por las normas INEN y por las Normas de Arquitectura y Urbanismo de cada ciudad de las cuales se hará referencia puntual según se necesite.

Debemos tomar en cuenta además que para la aplicación de un sistema constructivo se debe tomar en cuenta un previo análisis del tipo de edificación al cual se desea aplicar el sistema, y por ende los subsistemas que se requerirán aplicar para completar la obra. Así mismo los cambios sociológicos, las variantes económicas, la influencia ambiental, y las innovaciones técnicas que se tengan a mano.

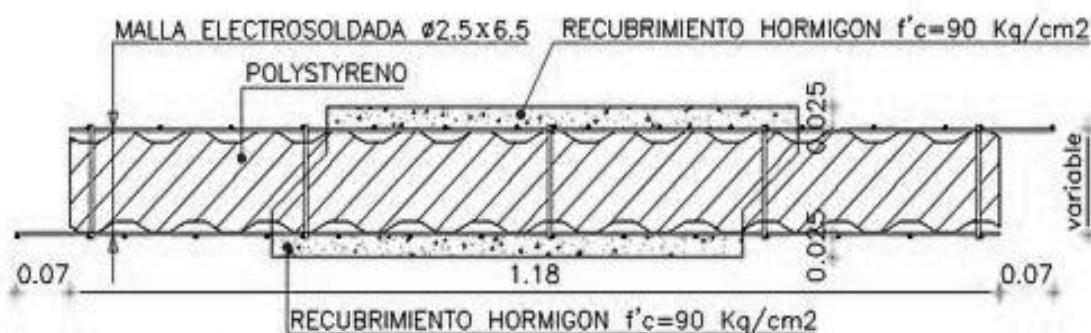
1.1 - SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2

1.1.1 - Descripción del Sistema Constructivo M-2

Nace a finales de los años 70's como una idea de combinar las ventajas de fabricación de los materiales industriales con la creciente necesidad de sistemas más rápidos de construcción.

El sistema M2 es un sistema integral de paneles modulares, cuya función estructural es garantizada por dos mallas de acero galvanizado electro - soldadas unidas entre sí a través de conectores de acero también galvanizado formando una estructura espacial, que encierra en su interior una placa de poliestireno (EPS) expandido moldeado y perfilado.

Diagrama Nro.1 PANEL SIMPLE ESTRUCTURAL



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Sistema Constructivo Horni2

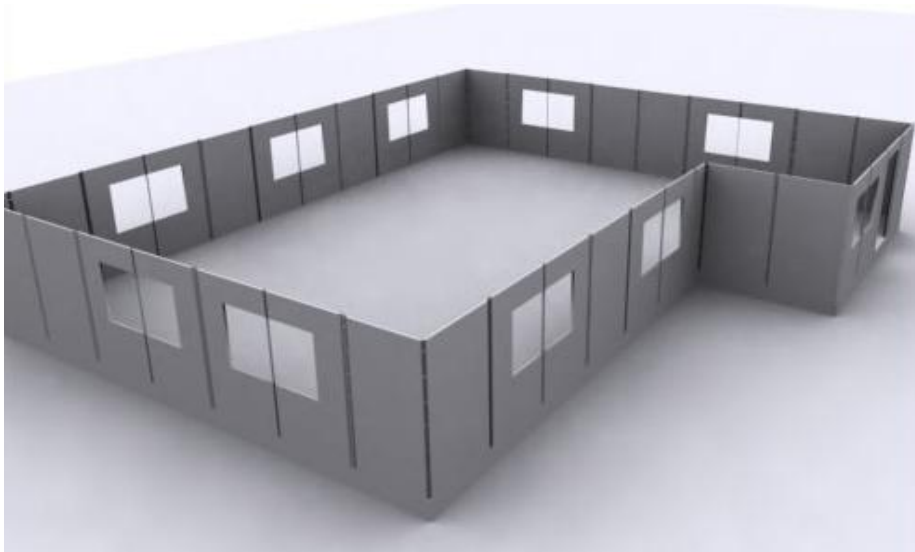
El elemento así logrado se comportará como una unidad estructural aislante de cerramiento aportando básicamente en la parte inicial de la construcción como la construcción de muros interiores y exteriores y

losas de entepiso o de cubiertas auto portantes con las aberturas amuradas y los componentes de instalaciones eléctricas y sanitarias ya ensambladas en los muros y losas. No presenta limitaciones en cuanto a la aplicación de cualquier tipo de subsistemas de acabado, enlucido o revestimiento compatible con muros y losas de mortero y hormigón; además presenta adaptabilidad a ser combinado con materiales tradicionales de construcción.

El sistema constructivo M2 fue visualizado como un sistema que pretende disminuir la masa de hormigón inerte o traccionado en los elementos que pretenden aumentar la inercia de una estructura; actuando con la variabilidad de su propio peso y su descarga sobre estructuras inferiores. Al difundir los esfuerzos usualmente concentrados en vigas y columnas, y trasladarlos a las superficies de cerramientos que son de por sí la esencia de la construcción de los edificios crea los sistemas estructurales y de envolvimiento simultáneamente bajo y con un solo cuerpo.

La producción industrializada del producto asegura una calidad constante; las mallas están fabricadas en modo automático y continuo por máquinas en las que se configuran todos los parámetros que intervienen en la soldadura

Gráfico Nro.1 DISPOSICION GENERAL SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2



Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Sistema Constructivo M2 Manual del Constructor

1.1.1.1 - Materiales y Componentes utilizados en el Sistema Constructivo M-2.

PANELES; formados por dos mallas de acero galvanizado que están adosadas a las caras de una placa central ondulada de poliestireno expandido. Tienen un ancho estándar de 1.18 m y hasta 6 m de longitud estándar y 10 m de largo extraordinario

EL POLIESTIRENO; de tipo 1 (densidad de 10 a 15 kg/m³), cortado en fabrica y de superficie ondulada, cumple con la función de brindar rigidez al panel para facilitar su instalación y manipulación, además de aportar sus propiedades como aislante térmico y acústico, siendo así la transmisión de calor de 0,7 W/m²°K en un espesor de 10 cm, comparable a un muro de ladrillos de 80 cm. También sirve como aporte al mortero fresco en obra ya que colabora en la capacidad estructural al fraguar el cemento, sirviendo de separador para aumentar la inercia.

EL ACERO; tiene un límite proporcional de fluencia de 5.500 kg/cm², los diámetros varían según el tipo de panel y la dirección considerada (como se detallan los más habituales en el cuadro Nro. 2). Las mallas y los conectores son electro soldados en fábrica, además siempre la malla de acero deberá sobresalir del borde del panel para permitir su solape con el siguiente y formar un cerramiento sin discontinuidades.

Cuadro Nro. 2 TIPOS DE PANELES

TIPO DE PANEL	ARMADURAS	HIERRO PRINCIPAL	HIERRO SECUNDARIO	CONECTORES
PSN	Panel Simple	Φ2,5mm	Φ2,5mm	Φ3mm
PSR	Panel Simple Reforzado	Φ3,5mm	Φ2,5mm	Φ3mm
	Espacio o Distribución	Cada 70 mm promedio	Cada 65 mm	44 Φ/m ²

Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Sistema Constructivo M2 Manual del Constructor

MORTEROS Y HORMIGONES; los componentes de los mismos deberán cumplir con las características como:

Áridos; de hasta 5 mm de dimensión mayor para el mortero, estarán libres de elementos orgánicos e impurezas (arena terciada de preferencia)

Cemento; tipo portland, fresco y de buena calidad.

Aditivos; se podrán usar aditivos acelerantes e hidrófugos que no interfieran con la adherencia de los morteros y hormigones entre capas de aplicación.

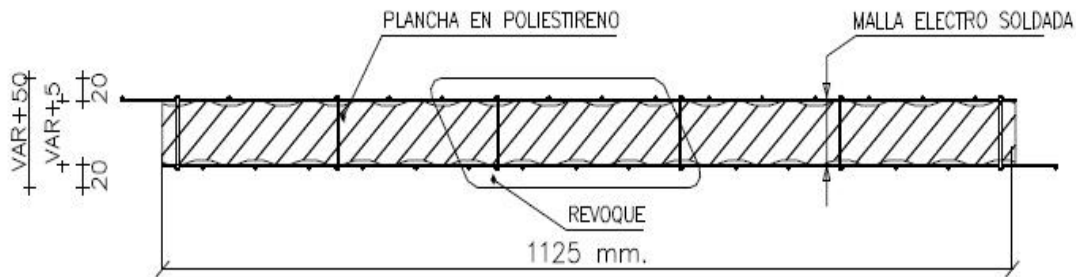
- La proporción de elementos áridos, cemento y agua deberá ser calculada de acuerdo a las condiciones de la edificación y su entorno.

MALLAS AUXILIARES; están construidas con el mismo tipo de acero que forman los paneles (acero galvanizado), con un diámetro de alambre de 2,5 mm. Permiten conseguir una continuidad de la armadura envolvente del poliestireno.

PANEL SIMPLE MODULAR ESTRUCTURAL; se utiliza como estructura de muros portantes en construcciones de hasta 5 pisos, recubierto de micro hormigón en ambas caras al usarse en paredes,

escaleras y losas de cubierta dependiendo de la configuración de la obra. Como pared estructural debe considerarse con un espesor de poliestireno mínimo de 4 cm con un revoque de micro hormigón de 3 cm por cara (2,5 cm sobre la malla), de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Debe considerarse la incorporación de hierro adicional según los cálculos efectuados y una mayor carga de hormigón en la cara superior de 4 a 6 cm en zonas altamente sísmicas.

Diagrama Nro.2 PANEL SIMPLE ESTRUCTURAL MODULAR



Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Sistema Constructivo M-2 Ficha Técnica

Cuadro Nro. 3 ELEMENTOS PANEL SIMPLE MODULAR ESTRUCTURAL

Malla de alambre en acero galvanizado	
Alambre de acero longitudinal	Ø 2,5 mm cada 75 mm.
Alambre de acero transversal	Ø 2.5 mm cada 65 mm.
Alambre de acero de conexión	Ø 3 mm (cerca 72 por m2)

Densidad de la plancha de poliestireno 12 Kg/m3	
Espesor de la plancha de poliestireno	de 4 a 30 cm.
Espesor de la pared terminada	variable, de 10 a 36 cm.

Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Sistema Constructivo Hormi2

PANEL DOBLE MODULAR ESTRUCTURAL; está configurado por dos paneles simples unidos entre sí por conectores de acero de alta resistencia y es usado como estructura de muros portantes en edificaciones de hasta 20 pisos. Se encuentra relleno por un colado de hormigón y un lanzado de micro hormigón en ambas caras externas; el colado interno hormigón y la capa externa de micro hormigón están sujetos a las variables y sollicitaciones de cada proyecto.

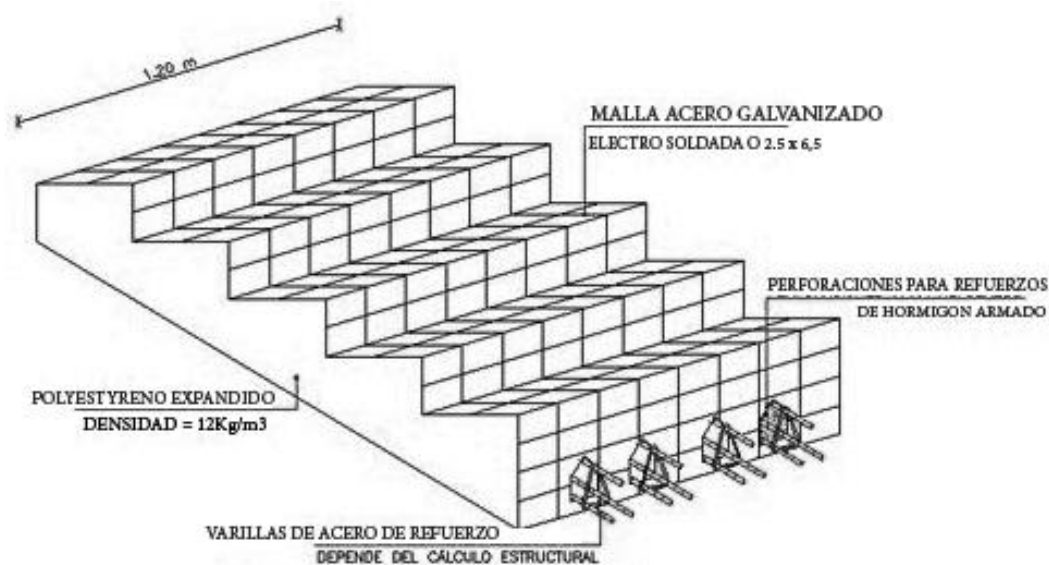
Diagrama Nro.3 PANEL DOBLE MODULAR



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

PANEL DE ESCALERA; se construye de un bloque monolítico de poliestireno expandido reforzado en su exterior por mallas de acero unidas por conectores electrosoldados. Puede recubrir tramos de escalera de hasta 6m de luz sin modificaciones a su estructura; en caso de ser necesario, por razones de cálculo en zonas de alto tráfico o alta carga viva se puede reforzar la estructura introduciendo en su interior varillas de acero y rellenando los boquetes con un colado de hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Diagrama Nro.4 PANEL DE ESCALERA



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

PANEL NERVADO DE LOSA; utilizado para la construcción de entrepisos y cubiertas, puede tener una o dos nervaduras de a cuerdo al cálculo en donde se insertara acero de refuerzo más una colada de hormigón transformando al panel en una estructura unidireccional. El espesor de los paneles de poliestireno puede variar entre 12 cm y 24 cm, se respetará la capa de compresión de hormigón de 5 cm y capa inferior de recubrimiento de micro hormigón de 3 cm.

Diagrama Nro.5 PANEL NERVADO DE LOSA



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

MALLA ANGULAR DE REFUERZO (MA); de 2,5 mm de diámetro, cubre las uniones angulares entre paredes, pared – losa, losa de entrepiso con pared, losa de cubierta con pared y entre paneles de cubiertas. Se fija a los paneles con alambre de amarre de acero Nro. 18 o grapas de amarre y se pondrá en ambas caras del mismo

Diagrama Nro.6 MALLA ANGULAR DE REFUERZO

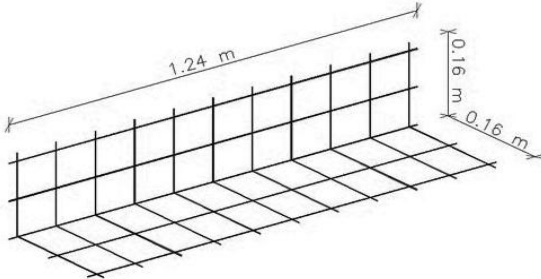
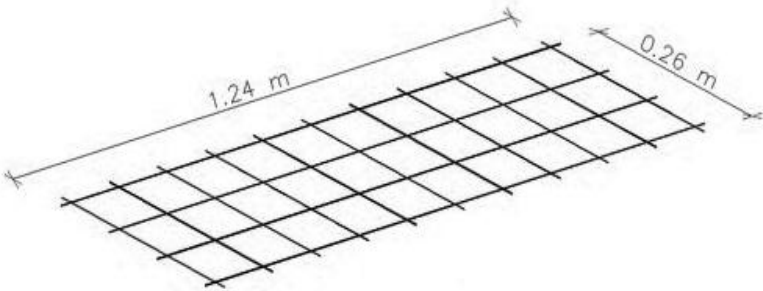


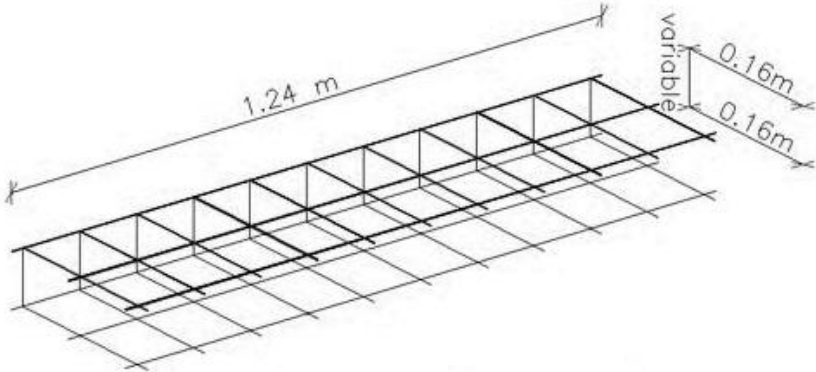
Diagrama Nro.7 MALLA PLANA DE REFUERZO



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

MALLA TIPO "U" DE REFUERZO (MU); del mismo material y diámetro que la anterior, es usada en los filos que dejan los vanos para la colocación de puertas y ventanas; o en aquellos paneles que queden expuestos. De espesor variable de a cuerdo al tipo de panel a cubrir, se fija a estos con alambre de amarre de acero Nro. 18 o grapas de amarre

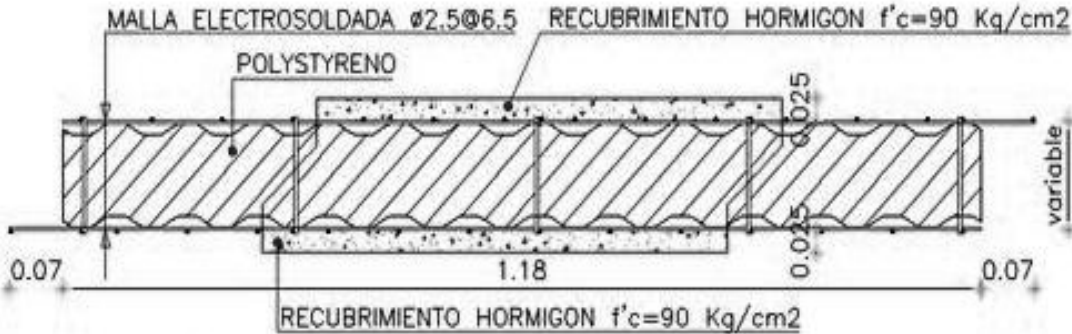
Diagrama Nro.8 MALLA TIPO "U" DE REFUERZO



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

PANEL SIMPLE MODULAR DE CERRAMIENTO (PSMC); es usado como tabiquería de relleno en paredes divisorias, escaleras, cerramientos perimetrales y cualquier tipo de muro interior o exterior, para esto se recubrirán una o ambas caras con micro hormigón según el caso; así en paredes de cerramiento el recubrimiento mínimo será de 4 cm con un enlucido mínimo de micro hormigón de 2.5 cm por lado, 2 cm por encima de la malla mínimo ($f'c=90 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia)

Diagrama Nro.9 PANEL SIMPLE MODULAR DE CERRAMIENTO



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

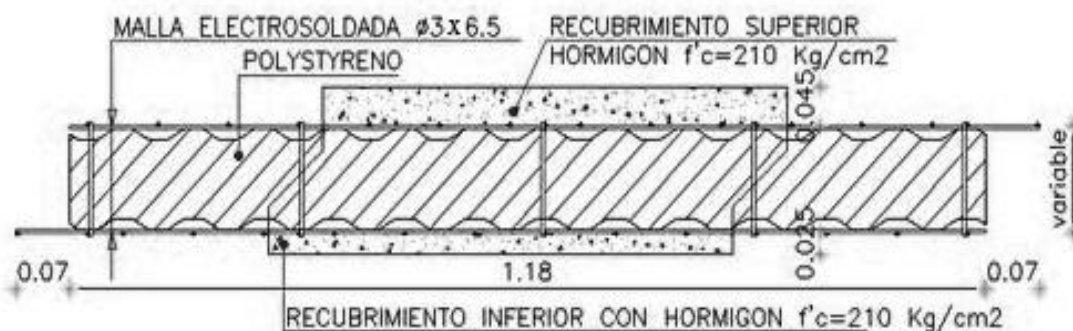
Cuadro Nro. 4 ELEMENTOS PANEL SIMPLE MODULAR

Malla de alambre en acero galvanizado	
Alambre de acero longitudinal	Ø 2,5 mm cada 75 mm.
Alambre de acero transversal	Ø 2.5 mm cada 130 mm.
Alambre de acero de conexión	Ø 3 mm (cerca 72 por m2)
Densidad de la plancha de poliestireno 12 Kg/m3	
Espesor de la plancha de poliestireno	de 4 a 30 cm.
Espesor de la pared terminada	variable, de 9 a 35 cm.

Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Sistema Constructivo Hormi2

PANEL SIMPLE MODULAR REFORZADO (PSMR y PSM2R); tiene diversos usos siendo principalmente empleado como panel de losas de entrepiso debiendo para esto ser recubierto en su parte inferior con micro hormigón y relleno en su parte superior con hormigón; también puede ser empleado como losa de cubierta o como pared estructural en casos de estas estructuras estén sometidas a fuerzas de tensión o que el cálculo del diseño requiera un reforzamiento en la malla de acero. Al ser empleado como losa, el espesor promedio del poliestireno será de 10 cm a 12 cm con un enlucido inferior de micro hormigón de 3 cm (2.5 cm serán sobre la malla) y un vertido de hormigón en la parte superior de 5 cm, la resistencia del hormigón para ambos casos no será inferior a $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Diagrama Nro.10 PANEL SIMPLE MODULAR REFORZADO



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

Cuadro Nro. 5 ELEMENTOS PANEL SIMPLE MODULAR REFORZADO

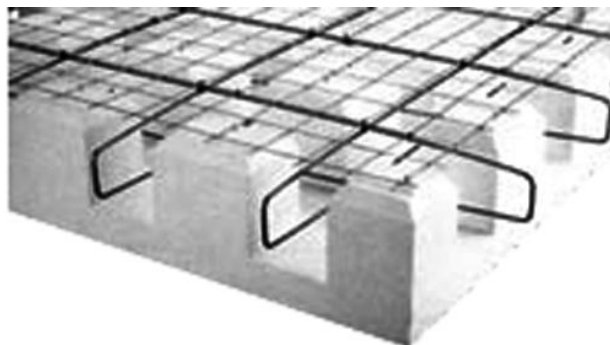
Malla de alambre en acero galvanizado PSMR	
Alambre de acero longitudinal	Ø 3 mm cada 75 mm.
Alambre de acero transversal	Ø 2.5 mm cada 65 mm.
Alambre de acero de conexión	Ø 3 mm (cerca 72 por m ²)
Malla de alambre en acero galvanizado PSM2R	
Alambre de acero longitudinal	Ø 3 mm cada 75 mm.
Alambre de acero transversal	Ø 3 mm cada 65 mm.
Alambre de acero de conexión	Ø 3 mm (cerca 72 por m ²)

Densidad de la plancha de poliestireno 12 Kg/m³	
Espesor de la plancha de poliestireno	de 4 a 30 cm.
Espesor de la losa de entrepiso terminada	variable, de a 18 a 20 cm.
Espesor de la losa de cubierta terminada	variable, de a 16 a 20 cm.

Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Sistema Constructivo Hormi2

PANEL DE DESCANSO; construido con nervaduras horizontales y verticales en los que se dispondrán refuerzos de acero y posteriormente hormigón, así como también un recubrimiento de micro hormigón en la parte inferior. Por su estructuración puede ser utilizado en sectores del edificio que soporten alta concentración de carga viva.

Gráfico Nro.2 PANEL DE DESCANSO-GRADA



Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Interpretado por el autor

PLANCHAS DE EPS; con dimensiones desde 2 cm de espesor y densidad de 12 kg/m³, se pueden utilizar en obra como juntas constructivas entre bloques o como aislante térmico bajo las cubiertas que no brinden ningún tipo de aislamiento; así mismo pueden usarse como relleno en pisos aplicando los respectivos refuerzos.

Gráfico Nro.3 PLANCHAS DE EPS



Fuente: <http://images.google.com.ec/178.jpg&imgrefurl=http://murali.es>

CASETONES O BLOQUES DE ALIVIANAMIENTO; en sus dos formas cuadradas, rectangulares y trapezoidales, pueden ser usados como alivianamiento de las losas al ser recubiertos adecuadamente para ser extraídos posteriormente, sus dimensiones dependerán del armado de la losa.

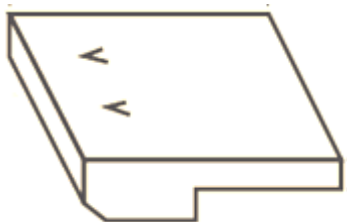
Gráfico Nro. 4 BLOQUES DE ALIVIANAMIENTO



Fuente: <http://www.aiter.com.ar/images/1249493304isoblock%20plus.jpg>

MOLDURAS; pueden ser fabricadas en obra de las formas que sean necesarias para satisfacer los requerimientos del diseño arquitectónico. La densidad del poliestireno será de 12 kg/m^3 y requieren ser recubiertas con malla de acero fijada con conectores.

Gráfico Nro. 5 Moldura Modelada



Fuente: http://www.prefabricadosapalategui.com/imagenes/productos/Molduras_M2.gif

1.1.1.2 - Técnica de Aplicación del Sistema Constructivo M2

Con la finalidad de explicar cómo se realiza el proceso constructivo de una edificación de una planta con el sistema constructivo M2 he considerado pertinente tomar como referencia los procesos constructivos básicos que los fabricantes han diseñado para el mismo, tomándolos como una secuencia de etapas constructivas que no solo permitirán visualizar mejor el desempeño del sistema M2, y que posteriormente permitirán establecer una comparación con el sistema constructivo de losas de hormigón y mampostería de ladrillo. Así mismo para un mejor entendimiento como primer punto se presentaran las herramientas no comunes que necesita este sistema constructivo.

Gráfico Nro. 6 Herramientas básicas para construcción con el Sistema M2

Grapas y Engrapadora



Revocadora para muros



Revocadora para cielo raso

Fuente: <http://www.aiter.com.ar/images/1249493304isoblock%20plus.jpg>

Cuadro Nro. 6 ETAPAS CONSTRUCTIVAS DEL SISTEMA M2

#	ETAPA CONSTRUCTIVA
1	Replanteo y fundación (canalizaciones bajo piso incluidas)
2	Replanteo, aplomado, montaje y apuntalamiento interior de muros
3	Colocación de refuerzo con mallas auxiliares (inclusive las de espera de losas).

4	Canalizaciones en los muros e instalación de pre marcos (si corresponde).
5	Aplomado y proyección del mortero sobre muros interiores.
6	Montaje de paneles de cubiertas y sus mallas auxiliares.
7	Apuntalamiento de losas.
8	Canalizaciones en losas.
9	Aplicación de mortero estructural en cielorraso (1a. carga)
10	Llenado de losa
11	Desapuntalamiento de losas
12	Completar aplicación de mortero estructural al cielorraso (2da. carga)
13	Colocación de aberturas (si no se pusieron antes)













Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Manual del Sistema Constructivo M2

Acopio de Material: por su propia naturaleza el material no necesita mayores cuidados de almacenamiento, llegando a soportar óptimamente los efectos que pueda causar el medio al dejarlo a la intemperie.

Penalización de la Obra: este tipo de sistema requiere una previa organización en cuanto a la coordinación del diseñador de la edificación, la fábrica proveedora del sistema y el constructor, ya que los paneles como demás elementos constructivos serán pedidos en cantidades exactas, vendrán numerados y etiquetados de acuerdo a su función en la construcción; es por ello que se recomienda que los planos de obra incluyan un despiece de la edificación. Para mayor facilidad tanto del acopio, despiece y montaje del material las fabricas proveedoras han creado un código de colores en los que se especifica el tipo y espesor del panel

Cuadro Nro. 7 Organización Cromática de los Paneles del Sistema M2

PSME (Panel Estructural)				
40 mm	Blanco	Café		
50 mm	Blanco	Verde		
60 mm	Blanco	Azul		
80 mm	Blanco	Lila		
100 mm	Blanco	Rojo		
120 mm	Blanco	Naranja		
140 mm	Blanco	Amarillo		

PSME (Panel de Cerramiento)				
40 mm	Dorado	Café		
50 mm	Dorado	Verde		
60 mm	Dorado	Azul		
80 mm	Dorado	Lila		
100 mm	Dorado	Rojo		
120 mm	Dorado	Naranja		

PSMR (Panel Reforzado)				
80 mm	Blanco	Lila		
100 mm	Blanco	Rojo		
120 mm	Blanco	Naranja		
140 mm	Blanco	Amarillo		

PSM2R (Panel doblemente Reforzado)				
80 mm	Blanco	Lila		
100 mm	Blanco	Rojo		
120 mm	Blanco	Naranja		
14 mm	Blanco	Amarillo		

Fuente: PANECONS S.A

Especificaciones técnicas Sistema Constructivo Horni2

(2008) Publicación:

Replanteo y Fundación: la fundación será de zapata corrida preferentemente para facilitar la distribución de las cargas ya que se trata de un sistema de paredes portantes (en algunos casos se puede utilizar vigas de cimentación, previo el recalcu de las especificaciones del fabricante), es también beneficioso contar con una superficie dura ya que así se podrán hacer los trazos de replanteo especificando los ejes, y la delimitación final del espesor de la pared (espesor del panel + 2 cm.) así como el delineamiento de los chicotes con mayor exactitud y rapidez. Los paneles se fijarán al contrapiso a través de varillas (previamente fundidas o ancladas posteriormente con un material epoxico) a 7 cm de profundidad; las varillas deberán ser mínimo de 40 cm y máximo de 50 cm de longitud y de 6 a 8 mm de diámetro, y se pueden espaciar igualmente 40 cm o 50 cm en disposición de trespelillo partiendo desde una distancia de 10 cm tomada al extremo de la pared.

- Se puede aplicar una disposición lineal y en pares de los chicotes, atendiendo esto a una especificación estructural de la edificación.

Montaje de Paneles: para mayor facilidad de montaje, se deberá iniciar su colocación armando una esquina, así se conseguirá un punto de apoyo y se prescindirá de un apuntalamiento mayor; se inicia la colocación amarrando los paneles a los chicotes de espera de la losa, a continuación se van sumando los

paneles contiguos repitiendo el proceso de amarrado a los chicotes, se traslaparan y amarraran las solapas entre estos con alambre galvanizado de 7 a 10 cm de longitud.

El armado de los vanos puede realizarse de dos maneras; armando en el piso los vanos, para lo cual se corta el panel con una cizalla o amoladora según las dimensiones del mismo o, una vez colocado el panel se armara una secuencia en la que estos vayan formando los vanos. En ambos casos el proceso de montaje y traslape es el mismo, además se colocara en todos los filos de los vanos malla tipo "U" de refuerzo. Para el apuntalamiento se usarán los materiales convencionales de obra (maderos y tablas) o se colocaran marcos y bisagras regulables.

Los paneles de losa se apuntalarán con la ayuda de tablas dejando entre ellos aproximadamente 50 cm o 60 cm, soportándolos con puntales tradicionales o soportes metálicos regulables, dejando una distancia de 1,20 m entre sí y con una ligera contra flecha de 1 cm por cada 3 m de luz.

Se debe cuidar de no enlucir los empalmes de hierros (uniones entre paneles y mallas auxiliares) para que puedan ser enmascarados adecuadamente con mortero antes de ser rociado con micro hormigón.

Cualquier adaptación de los paneles al diseño arquitectónico, puede lograrse dibujando el diseño deseado sobre el poliestireno, cortando la malla con un alicate manual, amoladora o cortador neumático y cortando el poliestireno con una segueta o serrucho de hoja fina u otra herramienta a fin.

Canalizaciones en los Muros de Instalaciones eléctricas e hidráulicas: previamente se trazará sobre los paneles la disposición del diseño de las instalaciones eléctricas e hidráulicas, luego con la ayuda de una pistola de aire caliente o soplete se labrará por retracción una canaleta en el poliestireno sobre la que se embutirá los tubos conductores; en el caso de las mangueras de conducción, se las puede deslizar sobre la malla y aprisionarlas contra el panel; para el caso de los tubos rígidos se cortara la sección correspondiente de malla la cual será recompuesta con malla auxiliar. Para el caso especial de las cajas de brakes, a estas se les adicionarán varillas las cuales se sujetarán a la malla del panel; los cajetines eléctricos o demás accesorios hidráulicos pueden ser colocados cortando la malla, empotrándolos en el poliestireno y en el caso de ser necesario se utilizaran plaquetas para atornillado, grapas amuradas, marcos especiales, espuma expansiva o cualquier otro tipo de fijación que cumpla con los fines del proyecto.

Las puertas metálicas, rejas o cualquier tipo de soporte pesado deben asegurarse a la malla del panel antes de la colocación de la capa de micro hormigón o en su defecto dejar las esperas metálicas necesarias para su posterior ubicación.

Aplomado y Proyección del Mortero: el sistema constructivo M2 parte de la premisa de funcionar bajo una envolvente de paneles, para lo cual antes de enlucir se debe asegurar el empalme de las mallas, así

como armar o reconstruir los sectores donde se haya interrumpido la malla tanto para colocar las instalaciones eléctricas e hidráulicas, las uniones con la losa o cubierta y los bordes de los vanos.

Como se indicó anteriormente el mortero debe prepararse con un estricto control de los materiales componentes, y siguiendo las especificaciones de dosificación de los mismos según lo requiera el proyecto para asegurar su función estructural; sin embargo en cualquier caso es recomendable incorporar a la mezcla 900 gr/m^3 de fibras de polipropileno cortadas de $\frac{1}{2}$ " de largo, con el fin de reducir la retracción del fraguado al formar estas una red tridimensional que atraparé las partículas de humedad reduciendo la micro-fisuración, provocada esencialmente por la desproporción entre las grandes superficies de aplicación y los mínimos espesores de material.

El rocío del micro hormigón deberá realizarse máximo en dos pasadas de la revocadora ya que la presión de salida del material dispondrá capas de alrededor de 1,5 cm; la proyección neumática se hará buscando generar adhesión poliestireno/mortero para lo cual la distancia de la revocadora al panel será la mínima; se realizará por ambas caras en movimientos desde abajo hacia arriba para evitar el descolgado del material. Como ya se menciona anteriormente el espesor del material promedio debe ser de 2,5 a 3 cm por lado en paneles portantes y de 1,5 a 2 cm en tabiques. Una segunda capa de mortero estructural pudiera ser agregada como enlucido definitivo (5 mm) o dejar su terminación rustica para posterior acabado.

Se pueden emplear dos métodos para el lanzamiento del micro hormigón; uno será lanzar el mortero en dos capas, en la primera se cubrirá la malla dejando un espacio sin enlucir de entre 15 a 20 cm (ancho de la revocadora) donde se ubicarán guías fijadas a la malla de unos 2 cm. Por el contrario también se pueden realizar las guías de micro hormigón, lanzando el material en un capa de 2 cm y se lo codalea dejándolo listo para que sirva de maestra, y se puede enlucir entre maestras en la primera mano. En ambos casos la segunda capa de mortero se aplicará unas tres horas después aproximadamente, hasta tener el espesor adecuado; además es conveniente que en los lugares donde se vaya a realizar el enlucido neumático los pisos estén limpios, ya que el material que rebote puede ser utilizado nuevamente. Es conveniente realizar pruebas con el lanzamiento del micro hormigón sobre desperdicios de paneles para comprobar su adherencia y calibrar la revocadora.

Junto con todas las anotaciones anteriores, merece suma prioridad la dosificación del hormigón, dado que el sistema M2 se basa en la auto portancia de sus elementos es decir a la resistencia adecuada de cada uno de sus componentes a las diversas fuerzas que soportan las edificaciones; para ello los fabricantes han creado modelos y especificaciones generales para este elemento, las cuales pueden y deberán ser revisadas para cada diseño según las necesidades de cada caso. A continuación se enlistan las cualidades básicas del hormigón y en el cuadro se especifican algunas dosificaciones.

- En general la curva granulométrica del agregado debe estar dentro de los parámetros ASTM para agregado fino de preferencia entre 2 y 5 mm.
- Libre de material orgánico.
- Libre de cascajo o arcilla.
- Se debe tomar en cuenta la humedad del Agregado.
- El aditivo debe ser un reductor de agua y sin cloruros o un plastificante que incluso puede tener características de un acelerante sin que ella pase a ser la principal
- La relación ideal agua/cemento es 0,5

Cuadro Nro. 8 DOSIFICACIÓN TIPO PARA MICRO HORMIGON S.C. M2

	Volumen	Peso (aprox.)	Relación	Observaciones
Cemento	1¼ parihuela *	50 Kg		* parihuela: 33cm c/lado
Arena	3.5 - 4 parihuelas	280 Kg		
Agua	25 lts	25 Kg	a:c; 0,5	Énfasis en esta relación
Aditivo plastificante acelerante	0,3 lts	0,31 Kg	0,6% peso cemento	Ver lista de aditivos

OPCIONAL

Fibra de polipropileno	0,128 Kg ./saco cemento ó 0,9 Kg./m ³ de micro hormigón
-------------------------------	--

Fuente: PANECONS S.A (2008) Publicación: Especificaciones técnicas Sistema Constructivo Hormi2

- Curado de Morteros y Hormigones: para este tipo de sistema constructivo es fundamental el buen curado de las superficies portantes, ya que por el poco espesos de mortero (2,5 a 3 cm) y al ser aplicado en capas y a presión el proceso de fraguado tiende a acelerarse por lo cual pueden producirse fisuraciones por retracción plástica; por ello se recomienda mojar permanentemente el material en climas cálidos y/o mantener cubierto los paneles con mantos húmedos en clima templado para mantener un correcto grado de humedad superficial en los morteros y hormigones por un lapso mínimo de 5 días, además se debe tener el grado de incidencia solar y el viento en las primeras 48 horas.

Revoque y llenado de losas: sobre la superficie del cielorraso accesible, se aplicara una primera capa de micro hormigón entre los puntales de aproximadamente 1 cm de espesor; la cual se dejará fraguar por tres o cuatro días, después de lo cual se procederá al llenado de la losa con hormigón de grava para formar la capa de compresión de 4 a 5 cm, según cálculo de la edificación. Una vez que la capa superior haya fraguado adecuadamente (7 días como mínimo) se retirarán los puntales y se recubrirán los espacios dejados por estos, para luego proceder a aplicar la segunda capa del micro hormigón hasta llegar al espesor adecuado de 2 cm en total.

Terminaciones: el sistema acepta todos los mismos tipos de acabados que se le da a una construcción convencional, sin contraindicación alguna o especificaciones especiales. De igual manera en el caso del sistema de cobertura pueden usarse cualquier tipo de membranas pre fabricadas o sistemas in situ, no presenta ningún tipo de contraindicación.

1.1.2 - Análisis de Adaptación del Sistema Constructivo M2 al Contexto Local.

Para tener un mejor panorama de cómo este sistema constructivo puede adaptarse o no al contexto local es necesario establecer parámetros generales que identifiquen al contexto local, enfocados ciertamente dentro del campo arquitectónico - urbano. Para ello he creído conveniente desglosar el contexto local en sus componentes socio – económicos, formales y constructivos.

Contexto Local; la ciudad de Loja se encuentra ubicada en la parte oriental de la provincia de Loja en la región sur del Ecuador. Fundada el 8 de diciembre de 1548, asentada en el valle de Cuxibamba, con un clima templado ecuatorial subhúmedo (16°C a 28°C) cuanta con una población aproximada de 152.018 habitantes en la zona urbana. Presenta una superficie urbana de 5.186 hectáreas, del cual el 22% se encuentra consolidado, el 63 % vacante y el 15% en proceso de consolidación, y con un 0.87% de expansión anual.

La Norma ISO 7730 define al confort térmico como "...aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico". Un requisito principal y fundamental que debe satisfacer toda edificación, especialmente las destinadas a viviendas, por lo que todos los materiales constructivos deben tender a proveer una adecuada aislación térmica a la edificación, la cual permita conservar una temperatura interna que partiendo de la temperatura confortable base para la serranía ecuatoriana 21.1 °C a la cual se le sumara y restara 2, 78 °C para obtener un margen de confort.

En el caso del Sistema M2, el principal aporte para lograr este grado de confort lo da el EPS, ya que como se expone posteriormente y en el cuadro Nro. 12, las propiedades físicas y químicas de este material le permiten tener altos valores de resistencia al calor específico, valores medios de conductividad térmica y una baja Difusividad térmica; por lo que combinadas estas propiedades a las del hormigón, hacen que los paneles del Sistema M2 presenten condiciones iguales o superiores a las de materiales usados en sistemas tradicionales, siendo así que este tipo de material (panel) entra dentro del rango de materiales aptos para la construcción de vivienda.

Aspecto Socio Económico; para este análisis de adaptación al contexto es necesario establecer algunos parámetros generales sobre la cultura, forma de vida y economía de la ciudad.

Cultura y Forma de Vida: las condiciones propias de la ubicación de la ciudad así como su lento desarrollo industrial y su cortada comunicación con el resto del país le han dado al natural de esta urbe condiciones culturales y de vida muy particulares; tal y como lo resume en su libro Aguirre P. (1995), Características Biológicas y Psicológicas de la Población Loja:

- El afán de superación lo impulsa a la preparación académica.
- La principal actividad recreativa es el deporte.
- Mucho es lo que se analiza y se proyecta, y poco lo que se cumple o se hace lo que se puede.
- El empleo público ocupa la mayor actividad de los ciudadanos.
- El comercio interno es el mejor termómetro de la economía lojana.
- Pasear es preferido por muchos, pero se lo suele hacer en la misma zona de residencia.
- La crítica ocurre como una actividad que llena la vida, no como una gestora de soluciones.
- El comentario y la información callejera cubre lo que no avanza la radio que es el mejor medio.
- La prioridad es la seguridad de la familia en todos los aspectos.
- Renuencia a lo nuevo, pero ansiedad por conocer cosas novedosas.

Economía; uno de los aspectos que mayormente influyen en la economía local es nuevamente la ubicación geográfica de la ciudad, ya que la mayor parte de productos vienen de la región norte y nor - occidental; sumándose a esto la falta de industrialización, la economía de la ciudad depende de la poca producción interna y del empleo en el sector público con un ingreso mensual promedio de \$373.34; siendo así que la ciudad en los últimos cinco años ha pasado a formar parte del grupo de las ciudades más caras del Ecuador con una inflación anual del 1.44% y la canasta familiar de \$541.88 al presente año. En la última década se da un fenómeno socio – económico como es la migración, convirtiéndose así

las remesas de los migrantes el principal impulsor de la economía local. Uno de los efectos negativos de este fenómeno ha sido el incremento desmedido de los precios inmobiliarios; como por ejemplo el caso de las ofertas promedio de las inmobiliarias el costo mínimo por metro cuadrado de construcción es de \$350, sumándole a ello el costo del terreno (ubicación, servicios, etc.), los costos promedios de una vivienda de clase media (90 a 100 m²) hacen a \$40.000 - \$60.000 y en el caso de departamentos (90 m²) tiene un costo mínimo de \$45.000 (dependiendo en ambos casos del sector de la ciudad). Tanto por este como por otros motivos (crisis económica mundial, elevado costo del hierro, etc.) solo quienes cuentan con el capital necesario o están dispuestos a endeudarse con una institución estatal o privada por un promedio mínimo de 10 años pueden acceder a más del 70% de los planes habitacionales ofertados en el mercado.

En este punto se debe hacer una reflexión, ya que tanto en nuestra ciudad como en la mayoría de ciudades de América Latina, las técnicas de construcción se desarrollaron cuando la mano de obra era barata y los materiales relativamente caros; sin embargo y aunque en forma lenta, la industrialización nos fue alcanzando y con ella la globalización. Estos cambios buscaron reducir los gastos en la mano de obra con la búsqueda de nuevas técnicas y materiales; lo que paradójicamente produjo un efecto inverso en el campo de la construcción; ya que en la actualidad la mayor demanda de edificaciones y la menor cantidad de mano de obra calificada hacen que los costos constructivos aumenten; sin embargo se siguen haciendo esfuerzos para optimizar la mano de obra y los materiales, en la llamada "industrialización de la construcción" con lo cual se producen sistemas constructivos novedosos, con materiales poco comunes y con técnicas de ejecución diferentes a las tradicionales.

Aspecto Formal; varios análisis se han hecho sobre los aspectos formales de la ciudad de Loja, de estos se puede resumir que la ciudad no posee una marcada tendencia arquitectónica, ya que al visualizar la globalidad de la ciudad, aun es el gusto personal tanto del cliente como del constructor quienes imponen la parte formal a la ciudad. Puede aducirse que se destacan varias edificaciones tanto privadas como públicas en las que prevalecen elementos de determinado estilo arquitectónico, pero no se encuentra una completa regularidad a lo largo de la ciudad. Mucho se ha discutido acerca de la identidad arquitectónica de la ciudad, y solo se ha llegado a establecer puntos de referencia o construcciones comparativas de una u otra tendencia arquitectónica. Es por ello que para analizar este punto tomare varios de los más comunes referentes arquitectónicos de la ciudad como comparativos formales a los cuales deba adaptarse el sistema constructivo M2.

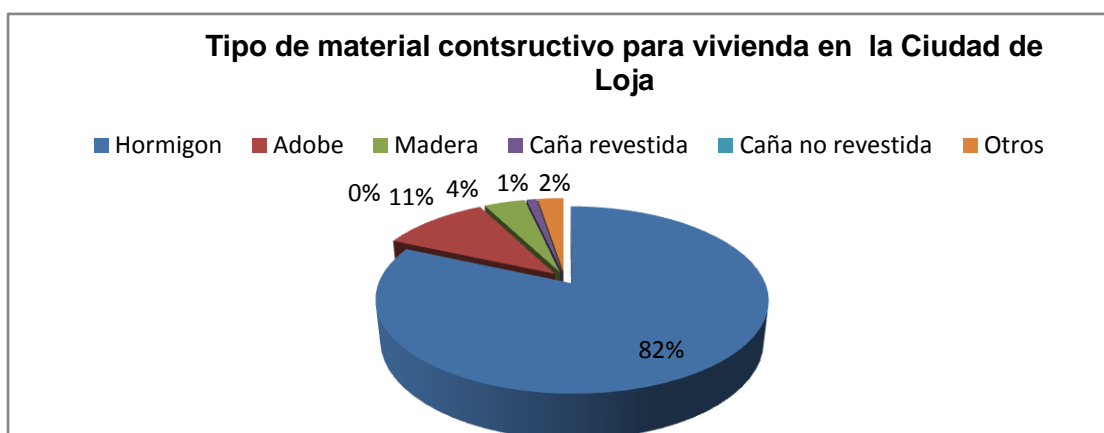
Gráfico Nro. 7 Panorámica de la Ciudad de Loja



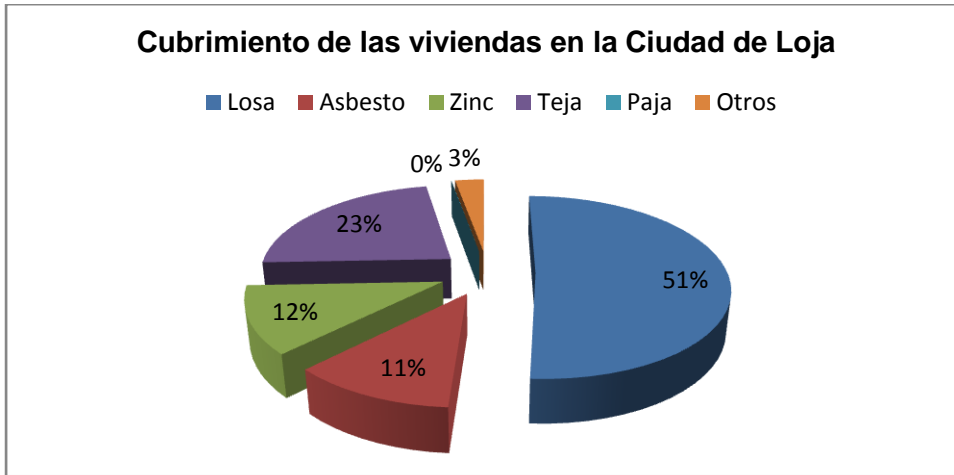
Fotografía panorámica de la ciudad de Loja (Septiembre 2009). Tomada por el autor

Aspecto Constructivo; como referente tomaremos las estadísticas provistas por el INEC en cuanto se refiere a materiales de construcción, tipo de cubrimiento de la vivienda y sistema de cerrado utilizados en la vivienda en la ciudad de Loja. Además se hará referencia a datos de seguridad estructural y resistencia a los elementos que presenta el sistema constructivo Esto nos permitirá establecer cuál es la tendencia con respecto a la preferencia en materiales de construcción en la urbe.

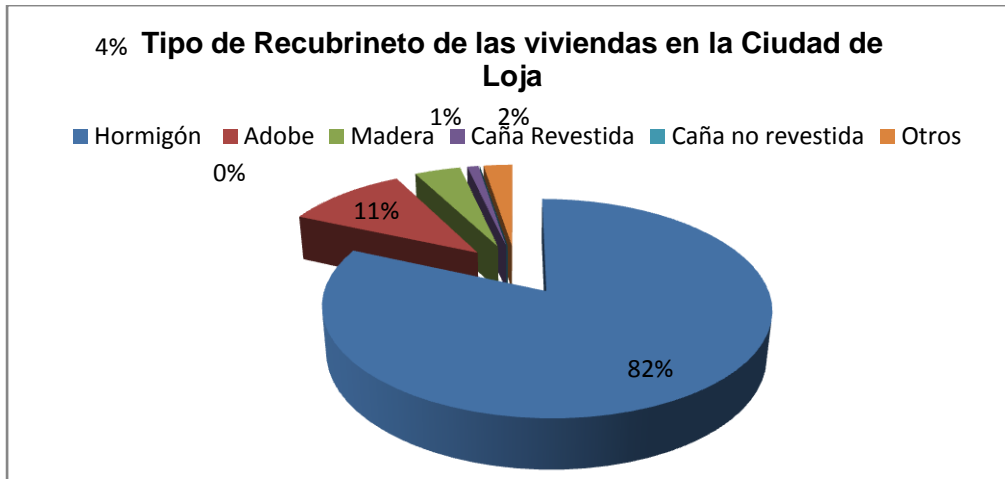
Gráfico Nro.8 Graficas representativas porcentuales acerca del Tipo de Materiales usados en Viviendas



Fuente: <http://www.inec.gov.ec>



Fuente: <http://www.inec.gov.ec>



Fuente: <http://www.inec.gov.ec>

- Análisis de Adaptación del Sistema Constructivo M2 al Aspecto Socio-Económico de la Ciudad de Loja; con lo anteriormente mencionado, podemos establecer que la relación de adaptación de un nuevo sistema constructivo se basará básicamente en la economía de la construcción y los estándares de seguridad que esté presente y no en parámetros de comparación de adaptaciones formales o de acabados. Para ello el análisis de los precios de los materiales de construcción específicos para este sistema constructivo serán esenciales para su posterior comparación así como los parámetros de seguridad estructural y de resistencia a los elementos que presente el sistema.

A continuación se resume la Evaluación Experimental del Sistema Constructivo M2; cuyas pruebas, se realizaron en la Pontificia Universidad Católica de Perú (marzo 2009), pedidas por la empresa PANECOMNS cuya subsidiaria en la provincia de La Tacunga es la única fabricante de

este material en nuestro país, en la cual se evaluó el comportamiento del sistema ante acciones que simulan situaciones de sismicidad y gravedad.

Estructuras a probarse: Se utilizarán paneles simples estructurales de 1.18m de ancho por 2.40m de altura y 4cm de espesor que incluye a la doble malla, con un peso promedio de 3.9 kg/m² sumado el mortero. (Grafico 9). La losa se compondrá de panel de 1.18m de ancho por 5.5m de largo, el grosor del núcleo de poliestireno y la doble malla es 12cm, con un peso promedio, sin contar con el mortero y el concreto es de 5.7 kg/m². El diámetro de la malla es 3mm.

Grafico 9 Panel Simple Estructural



Grafico 10 Panel para losa



Referencia: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Se construye una cimentación de hormigón armado, siguiendo las especificaciones pertinentes para este tipo de estructura (grafico9), dejando los chicotes previstos para el anclaje de los paneles (grafico 10 - 11).

Grafico 11 Cimentación de hormigón armado



Grafico 12 Unión paneles + cimentación



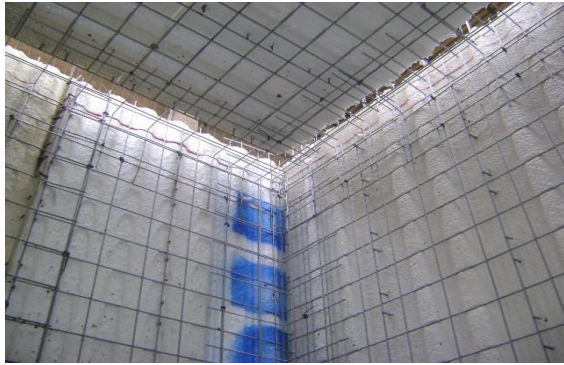
Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Siguiendo las especificaciones constructivas del sistema se respetaron todos los procedimientos como: refuerzos en vanos (grafico 12), refuerzos muro – techo (grafico13), Conexión entre muros de pisos consecutivos (grafico 14), Planos del modulo construido (grafico 15), Conexión paneles de muro – techo (grafico 16), Diagrama del modulo construido (gráfico 17), lanzamiento del mortero y curado (grafico 18), Colocación del hormigón en la losa (grafico 19)

Grafico 13 Refuerzos en vanos



Grafico 14 Refuerzos muro - techo



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

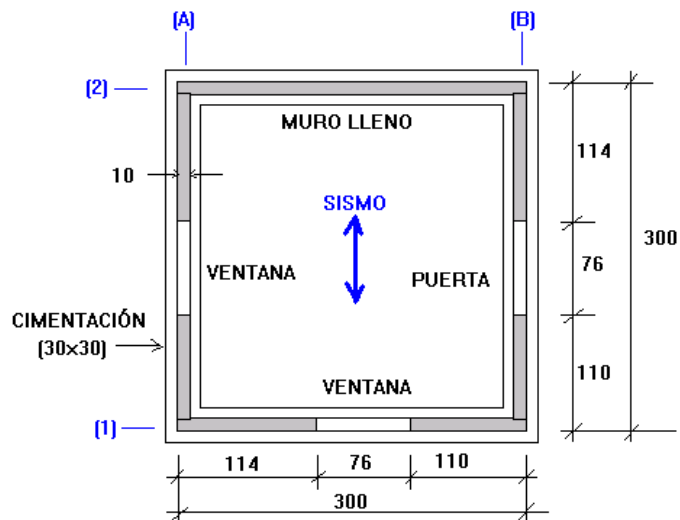
Grafico 15 Conexión entre muros de pisos consecutivos



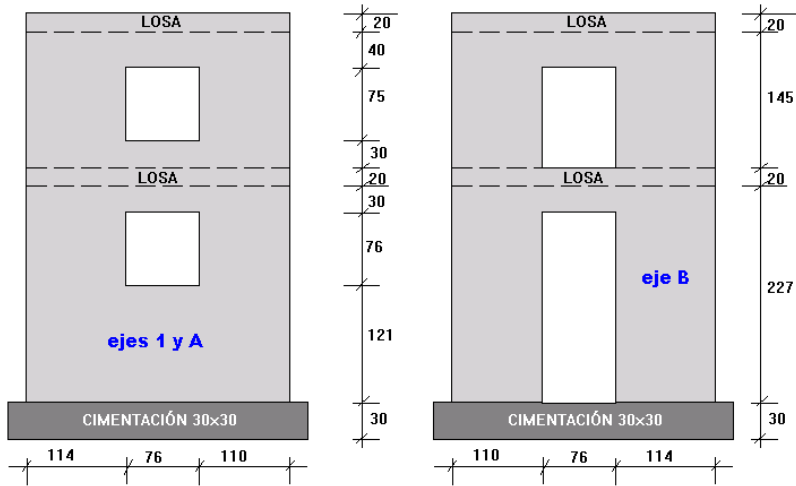
Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Nota. La conexión se realiza a través de chicotes, amarradas a los muros superiores e inferiores. Tal como se realiza para la conexión entre la cimentación y los paneles.

Grafico 16 Diagrama del Modulo construido



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Grafico 17 Conexión paneles de muro - techo



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Grafico 18 Lanzado de mortero y curado



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Grafico 19 Colocación del hormigón en la losa



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Fisuras previas al ensayo: se encontraron varias fisuras de hasta 0.5 mm de grosor en los paneles del modulo de prueba, de igual manera en la losa, sin presentar un patrón de ruptura. Las fisuras fueron leves y no atravesaron el espesor del muro, en su mayoría se produjeron en las caras externas. Por estas acotaciones se deduce que estas se produjeron por las temperaturas extremas que se presentaron en los días posteriores al revoque del micro hormigón.

Grafico 20 Fisuras en las caras exteriores de los paneles



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Nota. Todas las fisuras fueron marcadas previas al test sísmico, de compresión y corte en el caso de los paneles individuales.

La descripción y datos de las pruebas de: Carga Vertical, Test de Resistencia Sísmica, Test de Comportamiento a Carga Axial Excéntrica y Ensayo de Corte en Muros, se encuentra desarrollado en el **anexo 1**

Como se ha mencionado con anterioridad, dado que el material de contacto exterior es hormigón, y por consiguiente la resistencia de este a los agentes del medio ambiente es la misma que presta para un sistema constructivo convencional en base a hormigón. Cabe además anotar que a esto se le sumará las propiedades del polipropileno.

Como ya se ha venido mencionando, una parte esencial del sistema constructivo M2 lo compone el tablero de polipropileno o EPS, cuyas características físicas se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro Nro. 10 Propiedades Físicas del EPS

Propiedades	Unidades	Tipo de EPS
Densidad Nominal	Kg/m ³	25
Densidad Mínima	Kg/m ³	22.5
Espesor Mínimo	mm	20
Conductividad térmica (A + 10°C)	mW/(mK)	35
Tension por compresion (deformación 10%)	kPa	150
Resistencia permanente a la compresión (deformación 2 %)	kPa	35-50
Resistencia a la flexion	kPa	200
Resistencia al cizallamiento	kPa	100
Resistencia a la Tracción	kPa	320-410
Modulo de elasticidad	MPa	5.9-7.2
Absorción del agua en condiciones de inmersión al cabo de 7 día	% (Vol.)	0.5-1.5
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 28 días	% (Vol.)	3-Jan

Fuente: Tesis Doctoral UPC-Estudio Estructural y Optimización

Conjuntamente se deben mencionar las propiedades químicas del EPS, entre las cuales se destaca su resistencia prolongada a la acción de sustancias salinas (agua de mar), jabones, lejías, ácidos diluidos, alcoholes (metanol, etanol) y soluciones alcalinas. Así mismo tiende a contraerse o disolverse al contacto con sustancias ácidas puras o con disolventes orgánicos (acetona, ésteres), aceite de diesel y carburantes

Otro punto a tener en consideración son las propiedades térmicas que aportan el EPS y el hormigón; para una mejor comprensión se detalla a continuación las propiedades de ambos elementos junto a la de materiales usualmente usados para la construcción en nuestro medio.

Cuadro Nro. 11 Propiedades Térmicas de Materiales

Material	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/(kg·K))	Conductividad térmica (W/(m·K))	Difusividad térmica (m ² /s) (x10 ⁻⁶)
Poliestireno	1050	1200	0.157	0.125
Hormigón	2200	837	1.4	0.761
Mortero de Cemento	2100		1.4	
Mortero de cal y cemento	1900		0.7	
Placas de Yeso	600-1200		0.29-0.58	
Vidrio	2700	833	0.81	0.538
Madera	840	1381	0.13	0.112
Ladrillo común	1800	840	0.8	0.529

Fuente: <http://www.milium.com/prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.htm>

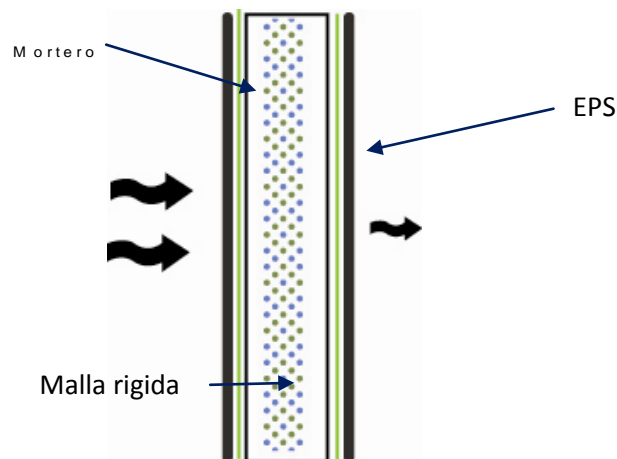
- Densidad (ρ): masa de material por unidad de volumen: $\rho = m / V$ (kg/m³).
- Calor específico (C): cantidad de energía necesaria para aumentar en 1 °C la temperatura de 1 kg de material. Indica la mayor o menor dificultad que presenta una sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Los materiales que presenten un elevado calor específico serán buenos aislantes. Sus unidades del Sistema Internacional son J/(kg·K), aunque también se suele presentar como kcal/(kg·°C); siendo 1 cal = 4,184 J. Por otra parte, el producto de la densidad de un material por su calor específico ($\rho \cdot C$) caracteriza la inercia térmica de esa sustancia, siendo esta la capacidad de almacenamiento de energía.
- Conductividad térmica (k): capacidad de un material para transferir calor. La conducción térmica es el fenómeno por el cual el calor se transporta de regiones de alta temperatura a regiones de baja temperatura dentro de un mismo material o entre diferentes cuerpos. Las unidades de conductividad

térmica en el Sistema Internacional son $W/(m \cdot K)$, aunque también se expresa como $kcal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$, siendo la equivalencia: $1 W/(m \cdot K) = 0,86 kcal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$.

- Difusividad térmica (α): caracteriza la rapidez con la que varía la temperatura del material ante una solicitud térmica, por ejemplo, ante una variación brusca de temperatura en la superficie. Se puede calcular mediante la siguiente expresión: $\alpha = k / (\rho \cdot C)$ (m

Otro importante aspecto a considerarse para la evaluación de un sistema constructivo es su reacción acústica, siendo este el caso de un sistema basado en paneles, se debe considerar que todo tipo de estructura rígida tipo panel, tabique o de un forjado transmiten fácilmente el ruido ya que son uniones rígidas y las ondas sonoras solo se perturban cuando existe un cambio brusco de la densidad del material en el cual se deslizan. Para el sistema M2 el defecto recaería sobre la malla, ya que se transforma en las uniones rígidas entre paneles, cubierta, vanos, etc. Por lo que su propia rigidez la convierte en un transmisor sonoro; sin embargo a esto se le debe restar la amplia capacidad anti acústica del EPS, de cuyo grosor dependerá mayormente la intensidad del aminoramiento del sonido

Grafico 21 Evolución del aislamiento acústico



Interpretación del comportamiento acústico del sistema constructivo M-2. Autoría propia

1.1.3 - Análisis de Adaptación al Diseño del Sistema Constructivo M-2

Se partirá de la premisa de que todo sistema constructivo tiene sus limitaciones y deficiencias, y por ello el primer paso para este análisis será establecer estas limitantes y carencias del sistema M2.

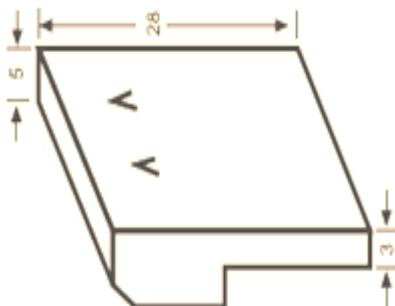
Aspecto Estructural; como se ha mencionado anteriormente, y basado en los resultados de las pruebas técnicas realizadas, si bien el sistema es altamente antisísmico, altamente resistente a la fuerza axial y de corte; su propia naturaleza, es decir su capacidad autoportante, lo limita en su acción. Retomando los

datos (9000/1610 = 5 pisos) de la prueba de resistencia a Carga Axial Excéntrica, ya nos establece una limitante en cuanto al número de pisos (5) que se pudieran construir con este sistema; así mismo la cantidad de luz entre estructuras está ligada directamente al tipo y grosor de los muros que la sostienen, o en su defecto de la estructura auxiliar que se planteó, con lo cual el sistema ya habría sobrepasado sus condiciones óptimas de aplicación.

Otro punto a tomar en consideración son las características de los materiales que componen el sistema, así:

El EPS; “es un material plástico, celular rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire” (ANAPE, 1992), cuyo aporte al sistema es otorgarle rigidez pre-construcción a los paneles, sirviendo como una especie de molde para el micro-hormigón; a más de sus propiedades físico-químicas ya mencionadas anteriormente. Una de sus cualidades es su moldeabilidad con herramienta de corte o cizalle, pudiendo adoptar la forma de casi cualquier moldura.

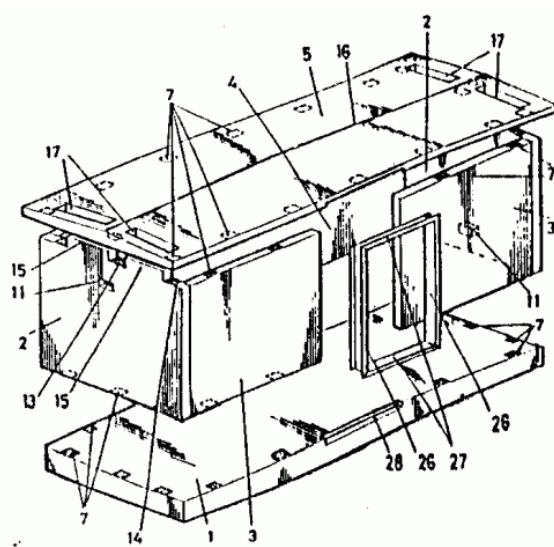
Grafico 22 Ejemplos de molduras realizadas con EPS



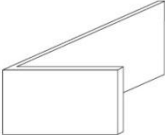
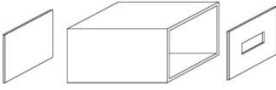
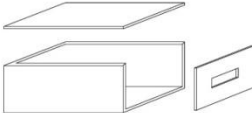
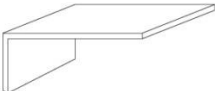
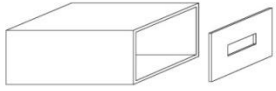

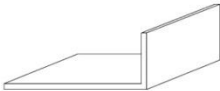
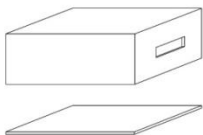
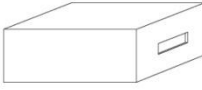
Fuente: <http://www.fanosa.com/productos-fanosa/galeria/molduras-05.jpg>

Se debe mencionar además que la misma rigidez que aporta, lo condiciona formalmente a encasillarse como un elemento plano y rectilíneo, cuyas combinaciones formales partirán de la premisa de diseño de la línea recta y su infinidad de combinaciones.

Grafico 23 Ejemplos de disposición formal



Fuente: <http://patentados.com/img/2001/hormigon-reforzado-con-alta-resistencia-a-la-penetracion-y-polvorin-mo.png>

Elementos espaciales simples	Elementos espaciales complejos	
<p>Elementos de esquina</p> 	<p>Elemento tipo célula</p> 	<p>Elemento de cuatro paredes</p> 
<p>Elementos techo-pared</p> 	<p>Elemento tipo caja</p> 	<p>Elemento tipo vaso</p> 
<p>Elementos forjado-pared</p> 	<p>Elemento tipo campana</p> 	<p>Elemento cerrado</p> 

Fuente: Tabla 2.1. Elementos Tridimensionales (Fernández, 1974)

La Malla; de acero galvanizado electro – soldada, a más del aporte para el armado y como componente estructural, facilita una mejor cohesión entre el mortero y el EPS; por esta razón, la necesidad que cada elemento este recubierto por malla es fundamental para el buen funcionamiento del sistema. Este es uno de los puntos críticos, que no facilitan la total flexibilidad del sistema para adaptarse a todos los requerimientos formales del diseño; y aunque en algunos casos (cuando no se comprometa la seguridad estructural) la malla puede ser suplantada por otra con mayor flexibilidad, así lo explica Cansario, María del Mar (2005). (Gráfico 33)



Fuente: Cansario, María del Mar (2005), Tesis Doctoral UPC-Estudio Estructural y Optimización.

El Mortero; por su composición, y como ya se indicó anteriormente posee todas las características físicas y químicas de este tipo de elementos, por lo que su adaptabilidad a cualquier requerimiento constructivo se relacionará con las facilidades que presenten los otros componentes del sistema. (Gráfico 34)

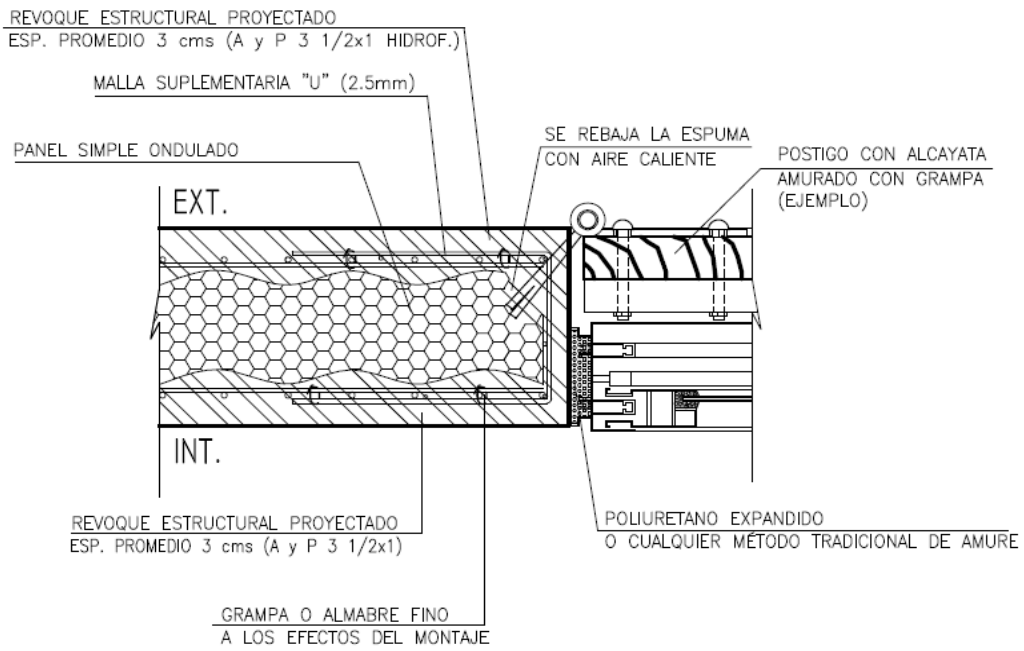
Fuente: Tesis Doctoral UPC-Estudio Estructural y Optimización



Adaptabilidad Constructiva a Otros Materiales; siendo su contacto exterior el alma de hierro (malla) y el mortero, el sistema presenta una totalidad apertura a la combinación de materiales tanto a nivel estructural como de acabados.

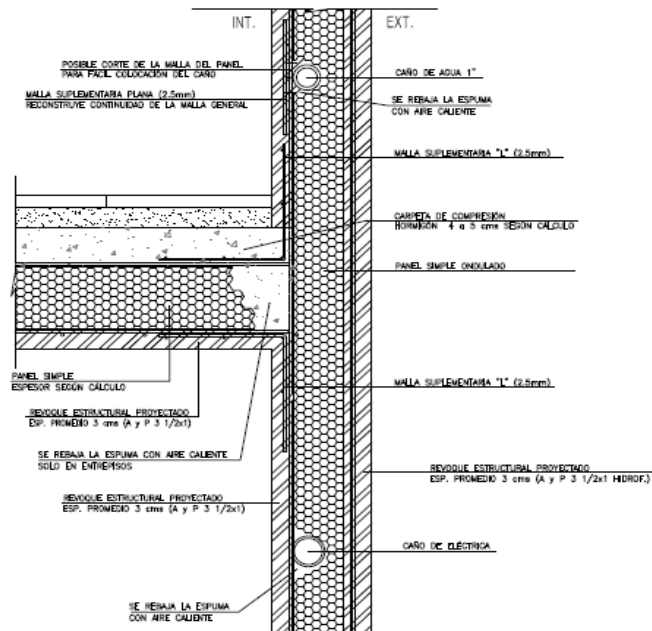
En los siguientes gráficos se especifican algunos de los detalles constructivos de interrelación entre el sistema M2 y otros.

Diagrama 11 Amarre Ventana Panel (Planta)



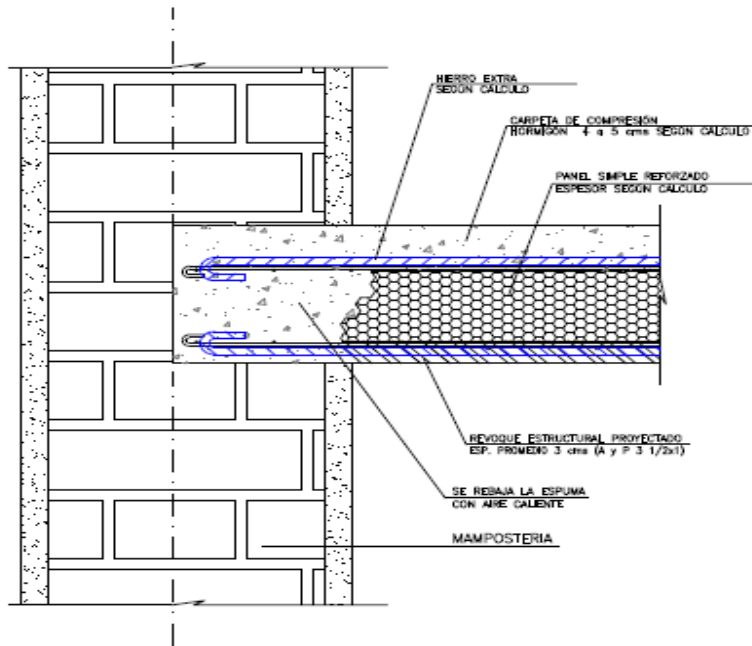
Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 12 Encuentro de Muro con Entrepiso (Corte)



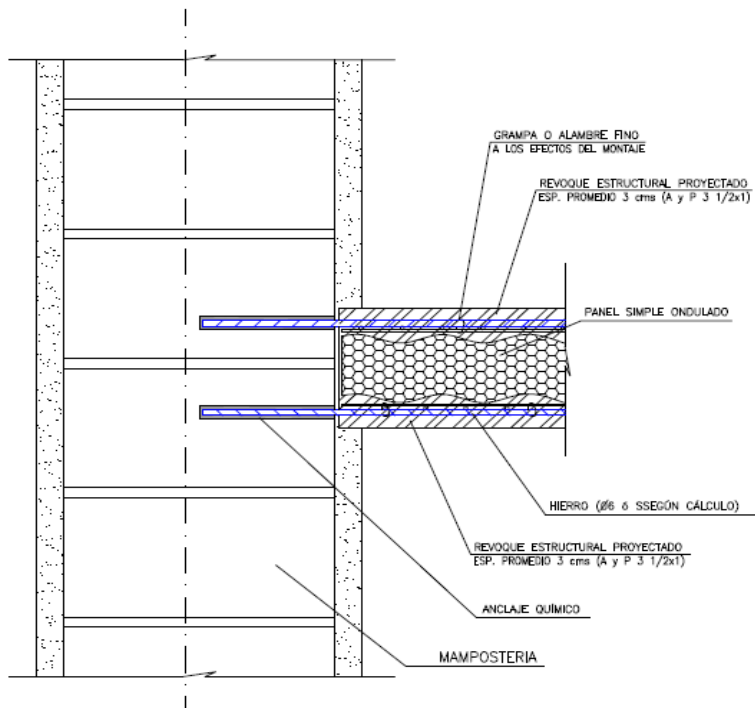
Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 13 Encuentro de Panel con Mampostería de Ladrillo (Corte)



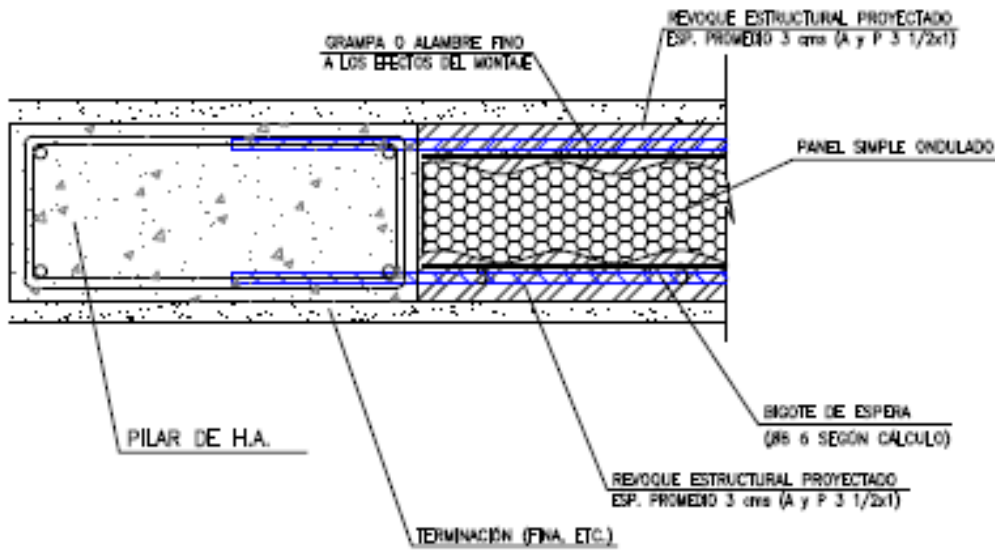
Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 14 Encuentro de Panel con Mampostería (Corte)



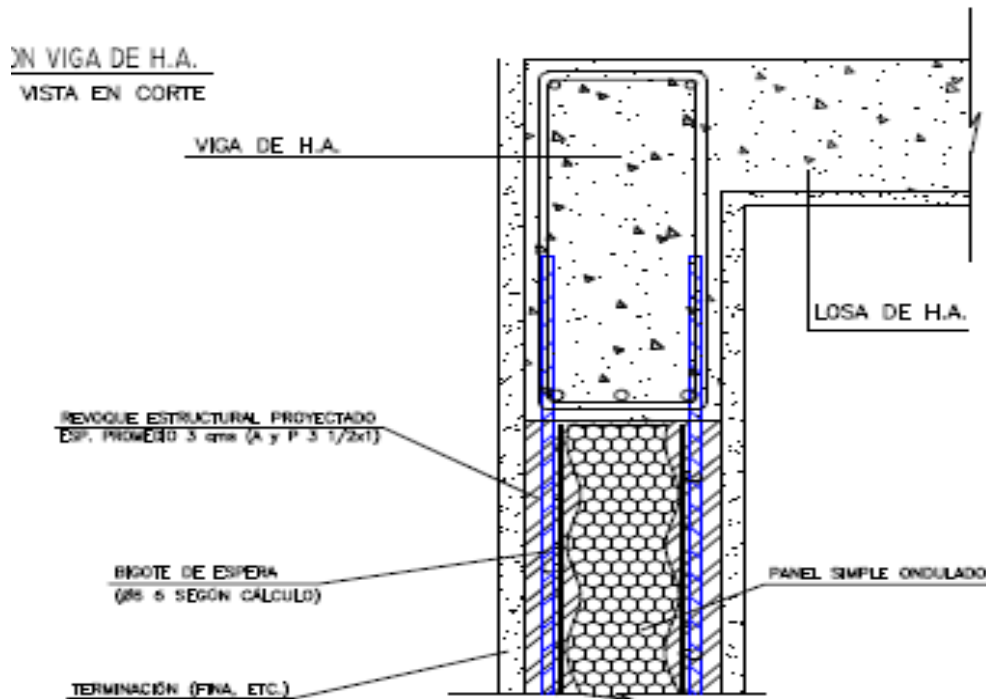
Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

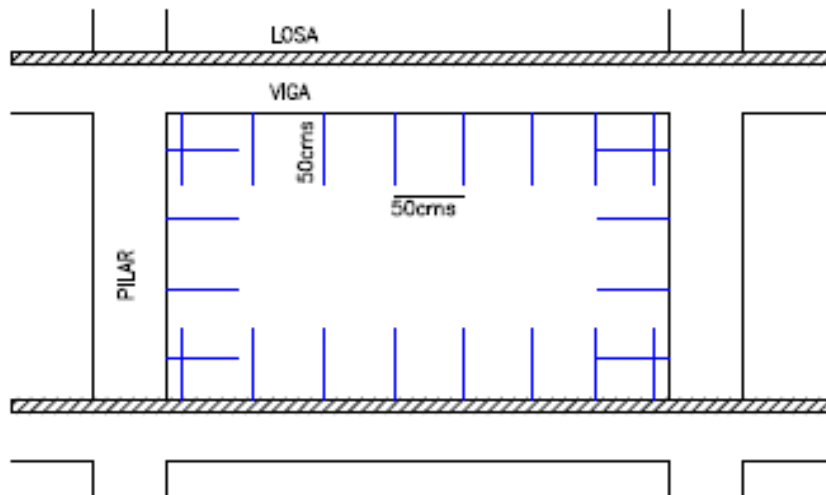
Diagrama 15 Encuentro de Panel con Columna de H.A. (Planta)



Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 16 Encuentro de Panel con Viga de H.A. (Planta)

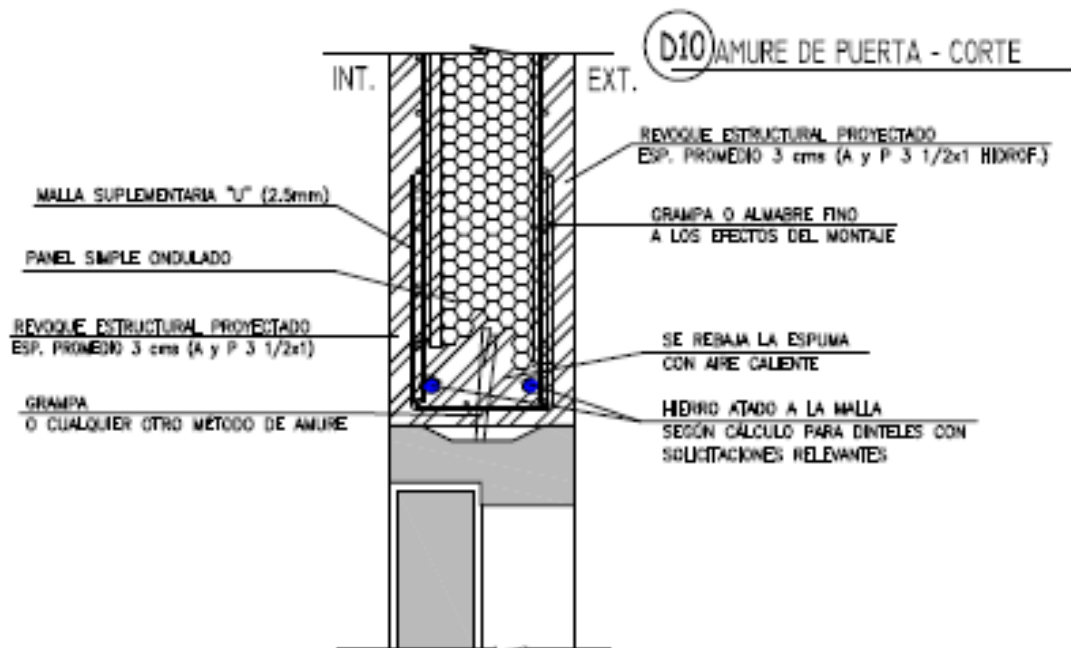




SE DEBEN PREEVER BIGOTES EN LA ESTRUCTURA, CADA 50 cms Y SOBRESALIENDO 50 cms

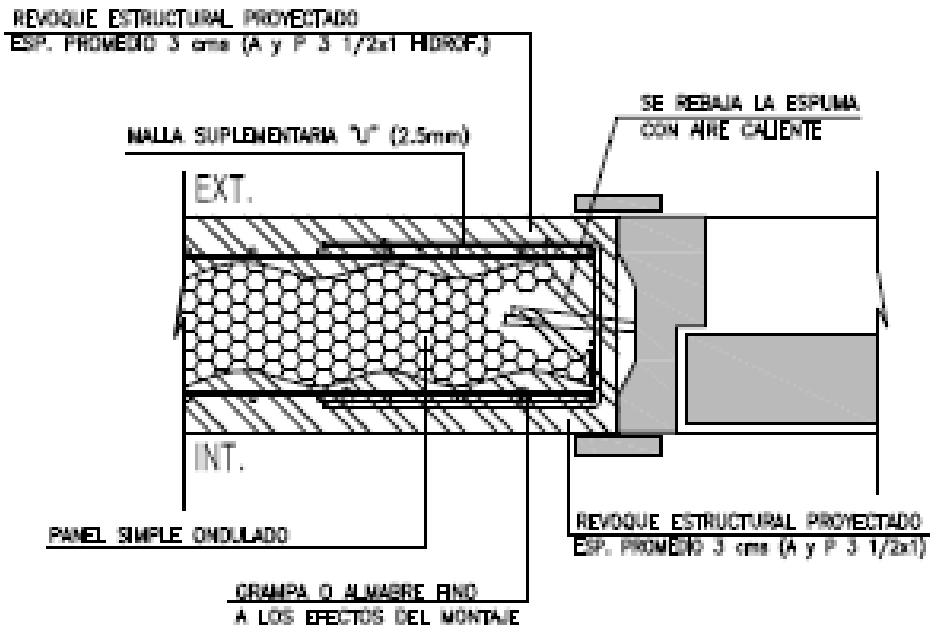
Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 17 Amarre de Panel con Puerta. (Corte)



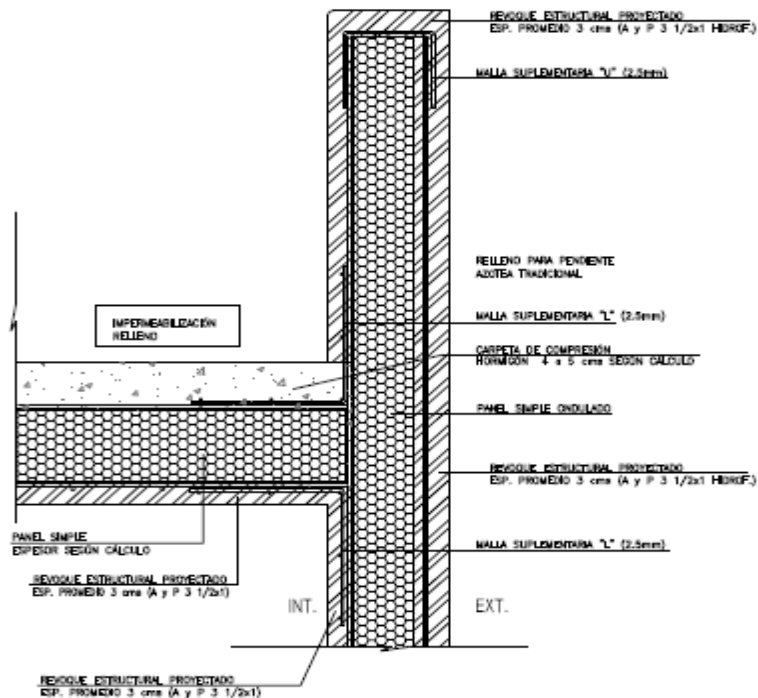
Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 18 Amarre de Panel con Puerta. (Planta)



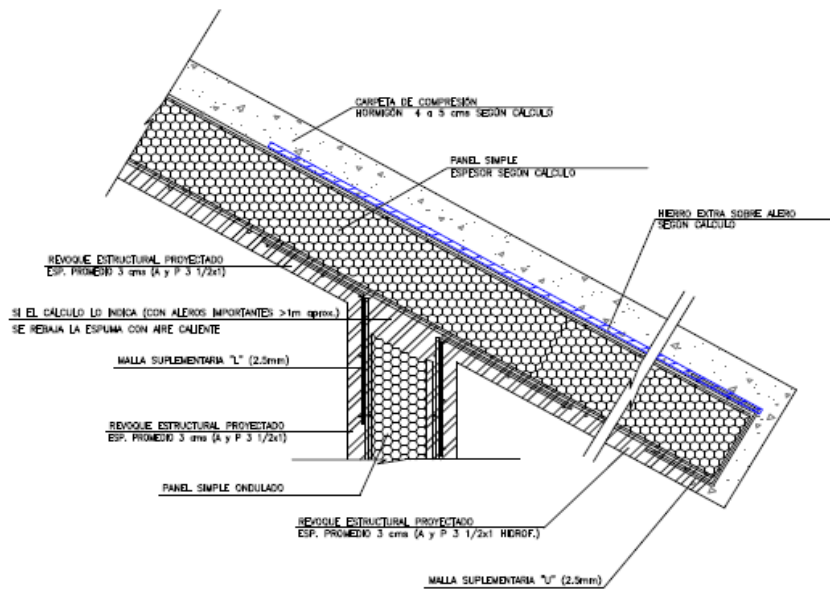
Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 19 Encuentro de Panel con Losa. (Corte)



Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

Diagrama 20 Encuentro de Panel con Techo inclinado. (Corte)

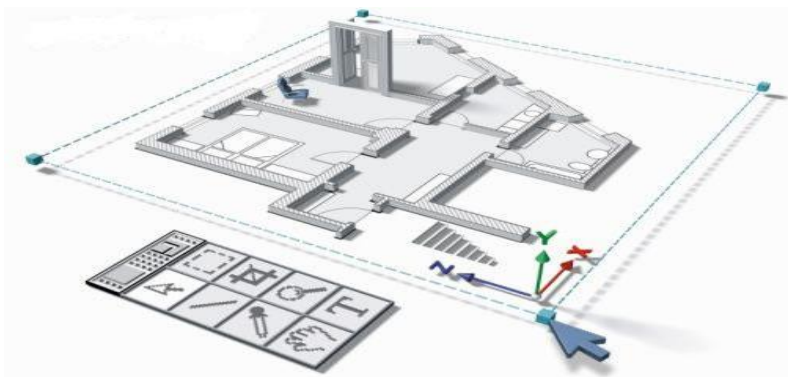


Fuente: FRIDULSA (Octubre 2009) Publicación: Detalles Constructivos

En cuanto a acabados, se pueden utilizar todo tipo de materiales sin restricción; es decir, se pueden utilizar todo tipo de pinturas, material aglomerante o plastificante, cerámicas, pegamentos aptos para hormigón, enlucidos de yeso o tierra, etc.

- Como conclusión se puede establecer que la misma naturaleza del sistema (autoportancia) lo limita en cuanto al número de pisos que con él se pueden construir; a más de que las soluciones formales deben partir de la concepción de que este es un sistema modular, y que por lo tanto está restringido a la flexibilidad y adaptabilidad de sus formas y elementos constructivos.

Grafico 24 Ejemplo de Trazado Modular con el Sistema M2



Fuente: www.phinisterre.com/arq.htm&usq

1.2 - SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGÓN ARMADO Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO

1.2.1 - Descripción y Técnicas del Uso locales del Sistema Constructivo de Losa de Hormigón Armado y Mampostería de Ladrillo.

Ya que es un sistema constructivo que ha venido siendo empleado ya desde la década de los sesenta no solo en la ciudad sino en toda la región, se ha creído conveniente para el desarrollo de este apartado el tomar únicamente referencias básicas como definiciones, estándares constructivos y de seguridad aceptados y aplicados mundialmente para este tipo de sistema, en referencia a la aplicación local del mismo; no se hará referencia a las fases iniciales de la construcción, si no únicamente a la construcción estructural sobre el suelo, sistema de cierre y sistema de cobertura; por considerar que ambos sistemas constructivos a compararse tienen los mismos tipos de cimentación y necesitan similares procesos previos a la construcción.

Material Aglutinante; “El código de la construcción American Concrete Building Code, ACI 318, define los materiales aglutinantes como aquellos que poseen un valor constante cuando se utilizan en el hormigón bien sea por sí mismos, como el cemento Portland...” (*Merrit & Rickets, 2001, Cap. 9.1 materiales Aglutinantes*)

Cemento; bajo el código de construcción ACI, el cemento tipo Portland puzolanico (ASTM C340) “Standard Specifications for Portland Cement” es el único que debería emplearse en la fabricación de hormigón ya que por su composición, este tipo de cemento es capaz de aportar la resistencia necesaria (1, 2,3...n pisos) en una edificación, tanto para los sistemas puntuales como para los de cobertura y cierre; así como sus propiedades de fraguado son las optimas para este tipo de uso.

Hormigón; del tipo Portland, “es una mezcla de cemento Portland, agua, agregados gruesos y finos y aditivos combinados para formar una masa plástica susceptible de ser colada , situada o moldeada antes de que se convierta en una masa sólida” (*Merrit & Rickets, 2001, Cap. 4.7 Hormigón de Cemento Portland*)

Al alcanzar como promedio los 28 días deberá cumplir con las siguientes propiedades:

- a) Resistencia a la compresión y a la flexión
- b) Durabilidad (ausencia de grietas, resistencia a la congelación a la descongelación, a los químicos, a la abrasión y contenido de aire)
- c) Apariencia (color, carencia de imperfecciones superficiales)

Morteros; “están constituidos por un material cementoso, agregado fino, arena y agua. Se emplean para pegar unidades de mampostería y piedras, como materiales de enlucido y mediante la incorporación de agregados gruesos para la elaboración de hormigones” (Merrit & Rickets, 2001, Cap. 4.16 Morteros)

Ladrillo; para su uso como mampostería debe cumplir con la norma ASTM C62

Manufactura Local de los Materiales; teniendo este marco de referencia, los materiales en nuestra ciudad así como sus combinaciones parten de los mismos estándares, especialmente para el caso del hormigón (resistencia); sin embargo en el caso del despacho de materiales, especialmente los agregados finos y grueso tienden a variar un poco sus características ya que aunque existen en la provincia 145 concesiones mineras para la explotación de material pétreo, principalmente de los lechos de los ríos, quebradas y vegas cercanas a poblados, es mucho más alto el número de canteras ilegales que despachan este tipo de material, que al no estar legalmente concesionado, no se puede asegurar que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas. También en nuestra ciudad la elaboración artesanal del ladrillo, es un factor a tener en consideración, ya que según estudios realizados en nuestra propia universidad se demuestra una variabilidad de resistencia de entre 25 y 40 Kg/cm², exigiendo la norma ASTM C62 50 Kg/cm² como promedio del material.

Tanto estas variaciones, como las que por desconocimiento en obra (al no ser dirigidas por un profesional técnico), tienden a disminuir tanto la resistencia del material a las cargas que soporta, como a los embates del medio ambiente.

Técnicas de Construcción Locales; se realizó una visita periódica a la construcción de la segunda etapa del conjunto residencial Kentucky (viviendas de 3 pisos) en la cual se pudo observar las técnicas que habitualmente se emplean con el sistema de losas de hormigón y mamposterías de ladrillo.

- Una vez terminados los trabajos preliminares, de cimentación y plintos, se comienza a fabricar el entramado de hierro de las columnas que tendrán una dimensión de 30 cm x 30 cm, las líneas principales serán con hierro corrugado de 14 mm y los estribos con hierro corrugado de 8 mm cada 10 cm y 15 cm en su parte central; adicionalmente se dejan chicotes de 50 cm de hierro corrugado de 6mm cada 40 cm. Posteriormente se construye el encofrado con madera y se procede al vaciado del hormigón de 210 Kg/cm² con dosificación 1-2-3 (cemento, arena, ripio) y posteriormente se realizará el desencofrado 24 horas después.
- Se comienza el armado de la mampostería de la primera planta utilizando ladrillo perforado para cerramiento (40x20x10) haciendo una hilada trabada sucesiva unidos con mortero de dosificación 1-4 (cemento, arena) en porciones no mayores a 1,5 cm de alto. Cabe recalcar que la colocación tubería

eléctrica fue posterior al armado de la mampostería por lo que se procedió a picar el ladrillo según las indicaciones de los planos eléctricos; de similar manera se procedió con las instalaciones sanitarias.

Grafico 25 Colocación de la mampostería de ladrillo.

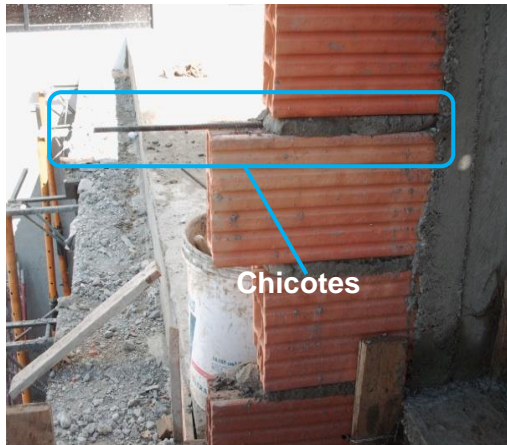


Grafico 26 Colocación del cableado eléctrico



Grafico 27 Soporte para vanos



Grafico 28 Unión losa – mampostería



Fotografías de la construcción del "Conjunto Residencial Kentucky" (Diciembre – 2010). Tomada por el autor.

- Conjuntamente con el proceso de alzado de mampostería, se procede a armar la trama de hierro que sostendrá la grada al segundo piso, para lo cual se utiliza hierro corrugado de 14 mm haciendo puentes con hierro corrugado de 16 mm, armando con estribos de 8 mm. La grada irá sujeta al muro de hormigón de división medianera mediante chicotes así como a la cadena situada en su base. Se realiza el encofrado usando madera la cual se mojará para recibir el hormigón simple de 180 Kg/m². Se mantendrá el encofrado hasta alcanzar el 80 % de la dureza del hormigón (20 días).

Grafico 29 Armado estructural de las gradas

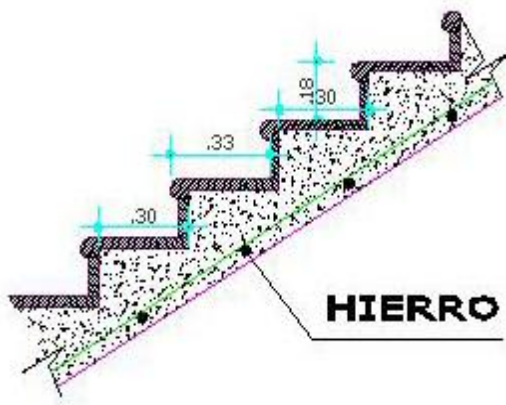


Grafico 30 Encofrado para gradas



Fuente: <http://is-arquitectura.es/2009/07/23/escalera-planos>

Fotografía de la construcción del "Conjunto Residencial Kentucky" (Diciembre – 2010). Tomada por el autor

- Una vez que el hormigón de las columnas alcanza el 100% de resistencia se comienza a ensamblar el encofrado que soportará la losa, se utiliza para esto puntales metálicos, sujetos entre si con un sistema de tijeras, sobre el cual se coloca un entramado de madera previamente tratada con aceite quemado. Se pasan las instalaciones tanto sanitarias como eléctricas a través de esta y se procede al ensamble de las vigas banda utilizando hierro de 14 mm y 16 mm haciendo puentes para reforzar su resistencia, en las esquinas se entran en grupos de 6 y en la parte central en grupos de 8, se amarran con estribos de hierro corrugado de 8 mm con ayuda de alambre de amarre; posteriormente se colocan los bloques de aliviamiento en grupos de 2. Adicionalmete se colocó sobre esto una sección reticular (45 cm x 45 cm) de varilla liza de 6mm a fin de aportar al entramado estructural y a la reduccion de posibles fisuras por aceleramiento del fraguado.

Grafico 31 Encofrado para losa



Grafico 32 Colocación de Tubería Hidro-Sanitaria



Fotografías de la construcción del "Conjunto Residencial Kentucky" (Diciembre – 2010). Tomadas por el autor

Grafico 33 Armado de sección curva

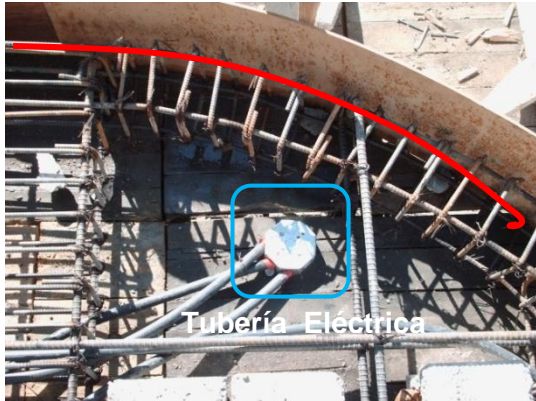


Grafico 34 Entramado viga tipo banda central

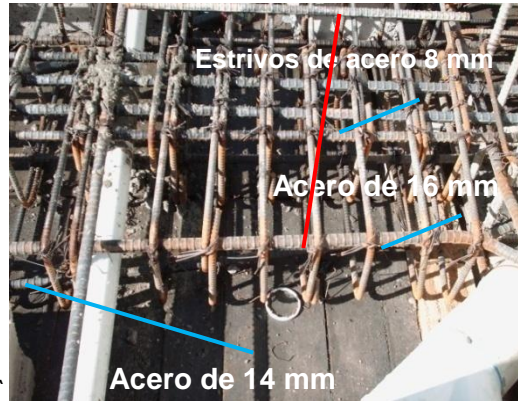


Grafico 35 Disposición de Material de Alivianamiento



Fotografías de la construcción del "Conjunto Residencial Kentucky" (Diciembre – 2010). Tomadas por el autor

- Se prepara hormigón de 210 Kg/cm² para la colada de la losa con dosificación 1-2-3 (cemento, arena, ripio) con la ayuda de una mezcladora a motor, en el vaciado del hormigón se utiliza un vibrador para mejorar el asentamiento y evitar la formación de cumulos de aire.

Grafico 36 Mezclado del Hormigón



Grafico 37 Vaciado del Hormigón



Fotografía de la construcción del "Conjunto Residencial Kentucky" (Diciembre – 2010). Tomada por el autor

- El desencofrado se realizó a los 29 días, ya que por la variabilidad del clima se temía por el correcto fraguado del hormigón.
- El proceso de trabajos de mampostería, cableado y tubería, armado de gradas y columnas se repitió en el piso siguiente de similar manera.

1.2.2 - Análisis de Adaptación del Sistema Constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo al Contexto Local.

Tomando las mismas referencias en cuanto a contexto local, aspecto socio-económico, cultura y forma de vida, aspecto formal y constructivo (sección 1.1.2 Análisis de Adaptación del Sistema Constructivo M2 al Contexto Local), y tomando en consideración, que este sistema constructivo viene aplicándose en nuestra ciudad desde finales de 1960, se ha creído conveniente establecer puntos de observación como desarrollo de esta sección con la finalidad de no redundar en información ya conocida, y de permitir una posterior comparación con el sistema constructivo M2.

- Aspecto Formal

Siendo uno de los sistemas constructivos más utilizados en nuestra ciudad y desde hace mucho tiempo atrás, la ciudad básicamente ha tomado su aspecto en base a las bondades que ofrecen los subsistemas que lo componen (Sistema Constructivo Estructural de Hormigón, Sistema Constructivo de Mampostería de ladrillo) y no precisamente en concordancia a una tendencia arquitectónica definida, entre las bondades que presentan, podemos destacar:

Hormigón

Dúctibilidad de adaptación a formas

Compatibilidad constructiva a sistemas constructivos tanto vernáculos como modernos.

Compatibilidad a cualquier tipo de acabado.

Ladrillo

Tanto su geometría como sus dimensiones posibilitan su adaptación a una infinidad de formas constructivas.

Variabilidad formal al ser tomada su textura como acabado final de acuerdo a las variaciones del aparejo, textura, composición, cocción.

Si bien es un material muy tradicional en la construcción, esto no impide que formalmente sea compatible a tendencias arquitectónicas modernas.

Compatibilidad a cualquier tipo de acabado.

- Aspecto Constructivo

No solo en nuestra ciudad sino también a nivel regional, tanto el ladrillo como el hormigón han tenido gran acogida principalmente por sus características constructivas; y aunque si bien no son materiales que

presenten mayores dificultades tanto en su fabricación como su puesta en obra, el aspecto técnico viene a ser echado a menos debido ya que su utilización ha sido pasada de generación en generación de constructores, y se ha olvidado muchas veces la introducción de nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos tanto para fabricarlos como para su mejor aprovechamiento en obra. Dentro de las características constructivas que han hecho de este tipo de sistema uno de los aceptados en nuestra ciudad podemos mencionar:

Hormigón

Factibilidad de control del tiempo de endurecimiento.

Factibilidad de control de la resistencia a cargas y esfuerzos.

Alta resistencia a la corrosión por agentes externos (protección de subsistemas constructivos)

Alta Difusividad Térmica

Ladrillo

Variabilidad de usos: cerramientos, fachadas, particiones, estructuralmente como muro o tabique.

Alta resistencia al fuego, baja Difusividad Térmica.

Compatibilidad constructiva a sistemas constructivos tanto vernáculos como modernos.

Alto aislamiento acústico.

Su aporte estructural varía de acuerdo a su combinación con otros materiales (hierro, hormigón), siendo finalmente un material muy estable.

- **Aspecto Socio Económico**

Si bien para nuestra sociedad, el aspecto del rendimiento costo-producción es altamente importante, en el caso específico de este sistema constructivo, la variante social juega un importante papel ya que dada la transferencia generacional de este sistema de construcción, se han creado mitos constructivos en cuanto a durabilidad y resistencia de los materiales que intervienen en el proceso; es por ello que la aceptación histórico – cultural de este sistema es un factor trascendente al momento de elegir un sistema para un determinado tipo de edificación. Se debe mencionar también que la facilidad de poder producir artesanalmente el ladrillo hace que este sistema sea de acceso masivo, y aunque esta producción no cumpla muchas veces con los estándares de resistencia requeridos para el material, el factor económico camufla las razones técnicas; caso similar el que afecta al hormigón y su fabricación de forma no controlada técnicamente. Como podemos ver las razones socio-culturales a favor del uso de este tipo de sistema están altamente arraigadas en nuestra ciudad (**Gráfico Nro.7 Graficas representativas porcentuales acerca del Tipo de Materiales usados en viviendas**) por lo que se suele pasar por alto una revisión técnica a nuevos tipos de sistemas constructivos.

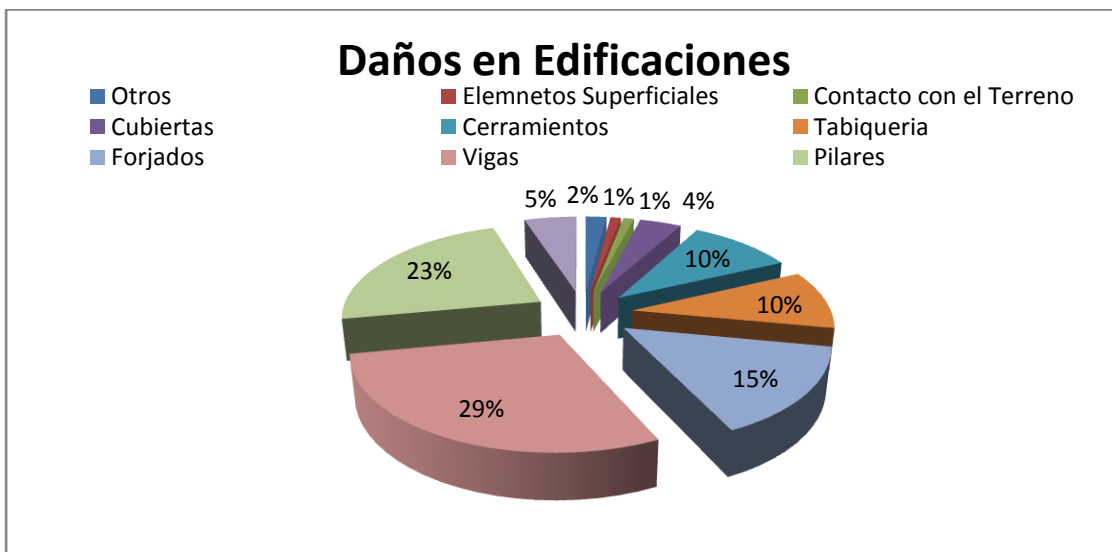
Cabe resaltar también, que técnicamente ejecutado este sistema presenta altos valores de seguridad, tanto a resistencia a desastres naturales, como a accidentes (incendios, tránsito, etc.).

1.2.3 - Análisis de adaptación al Diseño del Sistema constructivo de Losa de hormigón y Mampostería de Ladrillo.

Al igual que en el apartado (1.1.3.) se tomará la premisa de que todo sistema constructivo posee limitaciones y deficiencias constructivas, por lo tanto para el desarrollo de este subcapítulo se analizarán estas limitaciones para su posterior comparación.

Estudios diversos dados por entidades dedicadas a la construcción, muestran que el mayor porcentaje de fallas en edificaciones realizadas con este tipo de sistema constructivo se dan en las fases de proyecto (40%) y ejecución (35 %). Tomando como referente estos datos, se puede deducir que las fallas que se presentan con el uso de este tipo de sistema constructivo se dan principalmente por la falta de personal capacitado que interviene directamente en la construcción de la obra, negligencia técnica, falta de supervisión y control de los consultores técnicos de la obra, imposición de plazos demasiado exigentes, entre otros. De acuerdo a datos obtenidos en investigaciones de clase (Construcciones IV) los principales daños encontrados en edificaciones dadas en este sistema son:

Grafico 38 Daños en Edificaciones con sistema constructivo hormigón - ladrillo



Investigación realizada por el autor Fuente: trabajo de clase de la materia Construcciones IV (Mayo 2008).

Todos estos tipos de daños tienen su origen generalmente en:

- Errores de replanteo.
- Modificaciones del proyecto.
- Incumplimiento de normativa.
- Falta de definición del proyecto.

- Modificaciones en los materiales
- Personal no capacitado.

Pudiendo presentarse en cualquiera de las etapas de puesta en obra tales como replanteo, encofrados, colocación de armaduras, hormigonado, cerramientos, etc. Como se ejemplifica en datos y gráficos en el **anexo 2**. Se deben tomar en consideración también, características propias que aportan cada uno de los materiales que conforman el sistema, tales como:

La trabajabilidad; si bien es una de las principales cualidades del material (mortero-hormigón), también exige un correcto conocimiento tanto del tipo de material base (áridos, cemento, agua), como de la dosificación óptima de los mismos para conseguir una adecuada materia para trabajar; siendo así y como se ejemplifica en el anexo 2, que una mala dosificación puede producir serias complicaciones tanto en la fase de ejecución, como posteriores al termino de la obra ya que se ven afectadas las propiedades de retención de agua, resistencia, expansión térmica y resistencia a agentes externos.

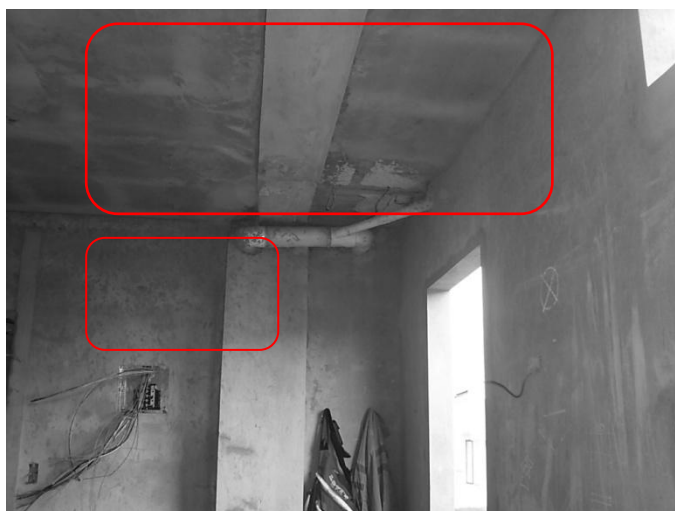
Grafico 39 Prueba del Cono de Abrams



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cono_de_Abrams_05.jpg

Apariencia; generalmente depende de la buena cualificación de la mano de obra, pero también puede verse afectada en el caso de omitir procedimientos básicos como por ejemplo, en el caso de los encofrados para el hormigón, si estos no se encuentran aceitados o si la madera es muy fresca (presencia de humedad y azúcares) se pueden producir agrietamientos al desencofrar o un retraso en el fraguado de la superficie, produciendo irregularidades y manchas que desdibujan el acabado; cuyo efecto posterior trasciende el empaste o recubrimiento que se le pueda dar al mismo.

Grafico 40 Apariencia del Hormigón



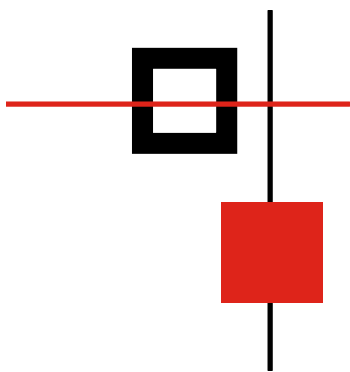
Fotografía de vivienda en construcción, trabajo de clase de la materia Construcciones IV (Mayo 2008) Tomada por el autor.

En cuanto a su adaptabilidad constructiva con otros materiales, el sistema no presenta mayores reparos en cuanto a la combinación de materiales, siempre y cuando se tengan presentes normas técnicas básicas de construcción; de igual manera este sistema constructivo acepta cualquier tipo de acabado (pintura, pulimentos, plásticos, adhesivos, cerámica, piedra, etc.)

Por lo que se conoce de este sistema, y con lo anteriormente acotado, se puede decir que en cuanto a adaptabilidad formal, no presenta mayores negativas; sin embargo su aplicación se relaciona directamente a las propiedades que exponen sus materiales componentes, es decir su uso en una obra se basa en la armonía que estos materiales puedan tener con el entorno, su performance de confort (medio-usuario), y su relación costo-producción en relación a la magnitud de la obra.

Como conclusión de este apartado, se puede establecer que las principales limitantes de este sistema constructivo son:

- Obtención de material optimo.
- Personal cualificado.
- Valoración de referentes técnicos en la fase de programación y ejecución.
- Rigidez; en cuanto a la posibilidad de implementar cambios una vez realizada la construcción.



CAPITULO II

ANALISIS COMPARATIVO

CAPITULO II: ANALISIS COMPARATIVO

2.1 - ANÁLISIS COMPARATIVO DE ADAPTACIÓN AL CONTEXTO LOCAL ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGÓN Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2

Para el desarrollo de este apartado, se analizarán viviendas de inversión privada y estatal; se establecerán parámetros de comparación en cuanto al tipo de material utilizado, condición actual de la vivienda, configuración con el espacio circundante, aceptación del tipo de sistema constructivo (condiciones de habitabilidad) y valor monetario en el mercado inmobiliario (plusvalía, valor del m² de construcción gris); para posteriormente analizar y evaluar los resultados en forma comparativa entre los dos sistemas constructivos en referencia a los aspectos físico, social y económico que conforman el contexto de la ciudad de Loja.

Las viviendas elegidas para este análisis fueron escogidas considerando perfiles de: edad de la construcción (construcción nueva y construcción vieja), lugar de ubicación (zonas consolidadas, variación de plusvalía), con el afán de facilitar la comparación de: estado de conservación a través del tiempo, grado de habitabilidad y plusvalía. Además se debe considerar un cierto grado de facilidad de acceso a la información de las viviendas, ya que aunque muchas viviendas cumplen con las condicionantes del perfil, el acceso a datos informativos sobre las mismas era escaso o nulo.

Grafico 41 Vivienda Herederos del Dr. Reinaldo Vivanco Córdova



Fotografía de la vivienda de los herederos del Dr. Reinaldo Vivanco Córdova (Enero – 2010) Tomada por el autor

En el **anexo 3** se encuentran las tablas de los datos de la información obtenida de las viviendas representadas en los gráficos 52, 53, 54, respectivamente.

Grafico 42 Vivienda Sr. Héctor Vinicio Palacio y Esposa



Fotografía de la vivienda del Sr. Héctor Palacio y esposa (Enero – 2010). Tomada por el autor

Grafico 43 Vivienda de la Sra. Betty Rodríguez



Fotografía de la vivienda de la Sra. Betty Rodríguez (Enero – 2010). Tomada por el autor

2.2 - ANÁLISIS COMPARATIVO DE ADAPTACIÓN AL DISEÑO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGÓN Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2.

Para el desarrollo de esta sección, debemos tomar en consideración que:

“Un sistema es un conjunto elaborado para satisfacer objetivos específicos y sujeto a restricciones y limitantes, formado por dos o más componentes interrelacionados y compatibles, que son todos esenciales para el desempeño requerido del sistema” (Merrit & Rickets, 2001, Cap. 1.2 Diseño y Análisis de Sistemas)

Cada sistema se encuentra formado por subsistemas que cumplen funciones específicas y de igual manera estos están formados por componentes que a su vez deben cumplir objetivos básicos para que todo el sistema funcione.

Composición del Sistema M2



Composición del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo



2.3 - ANÁLISIS COMPARATIVO DE RENDIMIENTO COSTO -PRODUCCION ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA DE HORMIGON Y MAMPOSTERIA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2.

Resultaría infructuoso realizar un análisis más profundo en el cual no se tomen en consideración los volúmenes de obra que una determinada construcción demande, ya que al tratarse de sistemas constructivos opuestos (Estructura y Mampostería vs Mampostería Portante Modular), las actividades de obra varían, por lo que la evaluación que permita determinar la variación costo-producción y calcular el ritmo de construcción, se debe desarrollar en forma global al final de la obra, estableciendo los costes totales de la obra y el tiempo total de ejecución que demanda la edificación en su fase de “obra gris”. Por lo que, en este apartado se elaborara un programa básico que permita determinar la cantidad de recursos y calcular el ritmo de construcción que se puede lograr con los sistemas constructivos de hormigón y ladrillo, y el M2; cuyos datos se aplicaran en una obra referencial dada por la Cámara de la Construcción de Loja en su publicación anual # 34 (pág. 79) y en el subcapítulo 3.2. Análisis de Rendimiento Costo-Producción del Diseño Tipo.

Con esta finalidad, se desarrollara básicamente un Presupuesto Preliminar, en el cual se le dará prioridad al análisis de rendimientos, costos y programación general de la obra. Se debe aclarar también que solo se tomaran en consideración las actividades llamadas de “obra gris”; ya que el resto de actividades de obra es similar para ambos sistemas constructivos y no tendría sentido analizarlos ya que los rendimientos, costos y programación no variaran de un sistema a otro.

Presupuesto Preliminar: refleja los parámetros del diseño básico; permite observar soluciones constructivas, identificar condiciones únicas o específicas de construcción y tomar en cuenta varias alternativas de construcción. Para su realización requiere un plano del lugar y un diseño esquemático el cual debe mostrar plantas, elevaciones y unas pocas secciones del interior del edificio. (*Merrit & Rickets, 2001, Cap. 19.2 Calculo de Costos Directos – texto interpretado por el autor*)

Costos Directos: “los constituyen los valores de la mano de obra, del material y del equipo empleados en la construcción de la obra”. (*Merrit & Rickets, 2001, Cap. 19.1 Composición del Precio del Proyecto*)

Costos Indirectos: “son costos inherentes al proyecto, no asociados a un detalle físico específico. Incluyen detalles como costos de gerencia de proyectos, preparación de nóminas, recepción, cuentas por pagar...” (*Merrit & Rickets, 2001, Cap. 19.1 Composición del Precio del Proyecto*)

En este capítulo se proyectara un programa de obra base; en el caso del sistema M2, se lo realizo de acuerdo a lo presentado en los capítulos anteriores y con la asesoría de un constructor experimentado en este sistema. Para esto se utilizara un diagrama de barras a través del cual se permite observar el ritmo de construcción en ambos sistemas para su posterior análisis.

Diagrama de Barras: es un instrumento de planificación en el cual se muestra una relación de actividades en la cual la fecha de comienzo, la duración y la fecha de finalización de cada actividad tiene forma de barra dibujada es escala de tiempo permitiendo calcular los enlaces entre una actividad determinada y las actividades precedentes que tienen que estar finalizadas para que se pueda comenzar la actividad en cuestión... (Harris & McCaffer, 2005, Cap.2, (pp. 10-11) – texto interpretado por el autor)

Cuadro Nro. 14 Planificación de Obra en Sistema Constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo -Diagrama de Barras-

Descripción de la Actividad	TIEMPO (semanas)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS									
REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE f c=180 kg/cm2									
HORMIGON EN PLINTOS f c=210 kg/cm2									
ACERO DE REFUERZO									
HORMIGÓN EN COLUMNAS 30X35 cm f c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO									
HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=20 cm f c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO									
MAMPOSTERIA LADRILLO MAMBRON DE FILO (29X14X9)cm									
ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)									
ENLUCIDO HORIZONTAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)									
PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"									
PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"									
PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS									
PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS									
PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS									
HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=15 cm f c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO									
ILUMINACION									
TOMACORRIENTE NORMAL 110 V									

Cuadro referencial de la planificación de obra que se tomara para el análisis comparativo de rendimiento costo-producción. Autoría propia

Nota: la determinación del tiempo (semanas) de duración de las actividades correspondientes a "Obra Gris" puede variar de acuerdo al análisis de rendimientos y calculo de volúmenes

Cuadro Nro. 15 Planificación de Obra en Sistema Constructivo M2 -Diagrama de Barras-

Descripción de la Actividad	Tiempo (días)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS									
ACERO DE REFUERZO									
HORMIGON EN LOSA CIMENTACION e=10 cm f c=210 kg/cm2 + encofrado									
REPLANTEO SOBRE CIMIENTOS									
CORTE PREVIO DE PANELES									
MONTAJE DE PANELES DE MURO									
MONTAJE DE PANELES PARA FORJADOS									
COLOCACION DE REFUERZOS									
COLOCACION DE GUIAS DE ESPESOR Y PROYECTADO									
APUNTALAMIENTO DE FORJADOS									
PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS									
PROYECCION 1ra CAPA INFERIOR (forjados)									
VACIADO DE CAPA DE COMPRESION									
TERMINACION CIELORRASO									
PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"									
PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"									
PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS									
PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS									
PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS									
ILUMINACION									
TOMACORRIENTE NORMAL 110 V									
MONTAJE DE PANELES DE MURO (2da Planta)									
PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS (2da Planta)									
APUNTALAMIENTO DE CUBIERTA									
MONTAJE DE PANELES PARA CUBIERTA									
PROYECCION 1ra CAPA INFERIOR (forjados)									
VACIADO DE CAPA DE COMPRESION									

Cuadro referencial de la planificación de obra que se tomara para el análisis comparativo de rendimiento costo-producción. Autoría propia

Nota: la determinación del tiempo (semanas) de duración de las actividades correspondientes a "Obra Gris" pueden variar de acuerdo al análisis de rendimientos y cálculo de volúmenes

En los siguientes cuadros se exponen los análisis tanto de costos como de rendimiento de los sistemas de losa de hormigón y mampostería de ladrillo.

Cuadro Nro. 16 Costos Unitarios Referenciales del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo

COSTOS UNITARIOS REFERENCIALES DE RUBROS							
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	MATERIAL	MANO DE OBRA	EQUIPO	COSTO TOTAL DIRECTO	COSTO TOTAL + 20% INDIRECTOS
CCL-032	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	0	8.878	0.444	9.322	11.19
CCL-048	REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm2	m3	66.1	19.879	9.994	95.971	115.17
CCL-049	HORMIGON EN PLINTOS f'c=210 kg/cm2	m3	75.29	29.772	15.936	120.95	145.14
CCL-065	ACERO DE REFUERZO	Kg	1.38	0.022	0.097	1.701	2.04
CCL-054	HORMIGÓN EN COLUMNAS 30X35 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m3	189.94	38.407	18.22	246.57	185.03
CCL-062	HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=20 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m2	19.59	5.79	2.79	28.171	33.81
CCL-077	MAMPOSTERIA LADRILLO MAMBRON DE FILO (29X14X9)cm	m2	5.98	3.86	0.673	10.509	12.61
CCL-081	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)	m2	2.52	2.702	0.135	5.356	6.43
CCL-082	ENLUCIDO HORIZONTAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)	m2	2.97	3.667	0.363	6.997	8.4
CCL-137	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"	Pto.	5.65	5.442	0.272	11.365	13.64
CCL-138	PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"	Pto.	6.45	5.442	0.272	12.162	14.59
CCL-146	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	Pto.	6.2	5.442	0.272	11.918	14.3
CCL-147	PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	Pto.	13.64	5.442	0.272	19.35	23.22
CCL-148	PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	Pto.	19.23	5.442	0.272	24.946	29.94
CCL-061	HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=15 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m2	37.27	5.309	2.515	45.089	54.11
CCL-162	ILUMINACION	pto	11.96	4.36	0.21	16.53	19.85
CCL-163	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	15.24	4.36	0.21	19.81	23.78

Fuente: Revista Técnica # 34 de la Cámara de la Construcción de Loja

Tanto los rubros dados por la Cámara de la Construcción de Loja como los dados por el fabricante y constructor, cuentan con un 20% de costos indirectos

Análisis de Rendimientos en los Rubros del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo

Cuadro Nro. 17 Rendimientos por Jornada del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo

RENDIMIENTOS POR JORNADA				
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	R/JORNADA
CCL-032	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	1P	3.2
CCL-048	REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm2	m3	7P + 3A	8
CCL-049	HORMIGON EN PLINTOS f'c=210 kg/cm2	m3	11P + 5A + 1M	8
CCL-065	ACERO DE REFUERZO	Kg	2AY + 1F	267
CCL-054	HORMIGÓN EN COLUMNAS 30X35 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m3	1AY + 3P + 2A + 2C	8
CCL-062	HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=20 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m2	11P + 2AY + 7A + 5C + 1M	8
CCL-077	MAMPOSTERIA LADRILLO MAMBRON DE FILO (29X14X9)cm	m2	1P + 1A	11
CCL-081	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)	m2	1P + 1A	9
CCL-082	ENLUCIDO HORIZONTAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)	m2	1P + 1A	8
CCL-137	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"	pto	1AY + 1PL	8
CCL-138	PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"	pto	1AY + 1PL	8
CCL-146	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	1A + 1PL	5
CCL-147	PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	1A + 1PL	5
CCL-148	PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	1A + 1PL	5
CCL-061	HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=15 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m2	11P + 2AY + 7A + 5C + 1M	8
CCL-162	ILUMINACION	pto	1P + 2A + 2E	8
CCL-163	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	1P + 2A + 2E	8

Fuente: Cámara de la Construcción de Quito (Abril-2009)

Nota: se consideró un jornal de 8 horas, incluido tiempo de descanso.

Análisis de Precios Unitarios del Sistema M2

Cuadro Nro. 18 Costos Unitarios Referenciales del Sistema M2

COSTOS UNITARIOS REFERENCIALES							
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	MATERIAL	MANO DE OBRA	EQUIPO	COSTO TOTAL DIRECTO	COSTO TOTAL + 20% INDIRECTOS
CCL-032	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	0	8.878	0.444	9.32	11.19
CCL-065	ACERO DE REFUERZO	Kg	1.38	0.022	0.097	1.70	2.04
M2-R13	HORMIGON EN LOSA CIMENTACION e=10 cm f'c=210 kg/cm2 + encofrado	m3	86.01	29.14	25.8	140.95	169.14
M2-R14	REPLANTEO SOBRE CIMIENTOS	m2	0.10	0.13	0.005	0.23	0.28
M2-R1	CORTE PREVIO DE PANELES	m2	0	0.23	0.17	0.40	0.42
M2-R2	MONTAJE DE PANELES DE MURO (PSME 140mm)	m2	5.47	0.89	0.27	6.63	7.95
M2-R2.2	MONTAJE DE PANELES DE MURO (PSME 80mm)	m2	4.88	0.89	0.24	6.01	7.21
M2-R3	MONTAJE DE PANELES PARA FORJADOS O CUBIERTAS (PSL2-100)	m2	5.99	0.32	0.29	6.60	7.92
M2-R4.1	COLOCACION DE REFUERZOS TIPO U	m2	1.02	0.20	0.051	1.27	1.52
M2-R4.2	COLOCACION DE REFUERZOS ANGULARES	m2	0.81	0.20	0.04	1.05	1.26
M2-R4.3	COLOCACION DE REFUERZOS PLANOS	m2	0.78	0.20	0.04	1.02	1.22
M2-R5	COLOCACION DE GUIAS DE ESPESOR Y PROYECTADO	m2	0.83	0.29	0.04	1.16	1.39
M2-R6	PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS	m3	69.76	2.04	20.27	92.07	110.48
M2-R7	APUNTALAMIENTO DE FORJADOS O CUBIERTAS	m2	4.48	0.13	0.22	4.83	5.79
M2-R8	PROYECCION 1ra CAPA INFERIOR (forjados)	m3	69.76	0.11	20.27	90.14	108.16
M2-R9	VACIADO DE CAPA DE COMPRESION	m3	73.32	0.19	27.58	101.10	121.32
M2-R10	TERMINACION CIELORRASO	m3	47.24	0.59	19.15	66.98	80.38
CCL-137	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"	pto	5.65	5.442	0.272	11.365	13.64
CCL-138	PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"	pto	6.45	5.442	0.272	12.162	14.59
CCL-146	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	6.2	5.442	0.272	11.92	14.3
CCL-147	PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	13.64	5.442	0.272	19.35	23.22
CCL-148	PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	19.23	5.442	0.272	24.95	29.94

CCL162	ILUMINACION	pto	11.96	4.36	0.218	16.53	19.85
CCL-163	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	15.24	4.36	0.21	19.81	23.78

Fuente: Información facilitada por el Ing. Ramiro Jiménez de los rubros obtenidos en sus construcciones. (Enero 2010)

Tanto los rubros dados por la Cámara de la Construcción de Loja como los dados por el fabricante y constructor, cuentan con un 20% de costos indirectos

En el ANEXO 4 se encuentran desarrollados a detalle los costos unitarios de los rubros correspondientes al Sistema Constructivo M2

Análisis de Rendimientos en los Rubros del Sistema M2

Cuadro Nro. 19 Rendimientos por Jornada del Sistema M2

RENDIMIENTOS POR JORNADA				
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	RENDIMIENTO/ JORNADA
CCL-032	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	1P	14.24
CCL-065	ACERO DE REFUERZO	Kg	2AY + 1F	267
M2-R13	HORMIGON EN LOSA CIMENTACION e=10 cm f'c=210 kg/cm2 + encofrado	m3	1M + 2AY + 1C + 2P	18.24
M2-R14	REPLANTEO SOBRE CIMIENTOS	m2	1M + 5AY	480
M2-R1	CORTE PREVIO DE PANELES	m2	1M + 5AY	436.36
M2-R2	MONTAJE DE PANELES DE MURO (PSME 140mm)	m2	1M + 5AY	111.62
M2-R2.2	MONTAJE DE PANELES DE MURO (PSME 80mm)	m2	1M + 5AY	111.62
M2-R3	MONTAJE DE PANELES PARA FORJADOS O CUBIERTAS (PSL2-100)	m2	1M + 5AY	320
M2-R4.1	COLOCACION DE REFUERZOS TIPO U	m2	1M + 5AY	480
M2-R4.2	COLOCACION DE REFUERZOS ANGULARES	m2	1M + 5AY	480
M2-R4.3	COLOCACION DE REFUERZOS PLANOS	m2	1M + 5AY	480
M2-R5	COLOCACION DE GUIAS DE ESPESOR Y PROYECTADO	m2	1M + 5AY	342.85
M2-R6	PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS	m3	1M + 5AY	48.97
M2-R7	APUNTALAMIENTO DE FORJADOS O CUBIERTAS	m2	1M + 5AY	800
M2-R8	PROYECCION 1ra CAPA INFERIOR (forjados)	m3	1M + 5AY	960
M2-R9	VACIADO DE CAPA DE COMPRESION	m3	1M + 5AY	533.33
M2-R10	TERMINACION CIELORRASO	m3	1M + 5AY	171.42
CCL-137	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"	pto	1AY + 2P	14.24
CCL-138	PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"	pto	1AY + 2P	14.24
CCL-146	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	1AY + 2P	14.24
CCL-147	PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	1AY + 2P	14.24
CCL-148	PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	1AY + 2P	14.24
CCL162	ILUMINACION	pto	1AY + 2E	14.24
CCL-163	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	1AY + 2E	14.24

Los rubros M-2 fueron calculados por el autor en referencia a procesos matemáticos dados para el cálculo de Rendimientos en Obra y corroborados por el Ing. Andrés Costa, Fuente: Informe Técnico. Paneles y Construcciones Panecons S.A. (2006)

Los rendimientos obtenidos para el cuadro Nro. 19 varían en su aplicación al análisis de precios unitarios ya que en los datos dados por el fabricante se habla de consumo de tiempo y recursos humanos por unidad de medida; por lo que se ha transformado estos datos a rendimiento y costo de producción. Los datos se verificaron con las experiencias de obra tanto del constructor como propias. En el **anexo 5** se ejemplifica el cálculo realizado para obtener los rendimientos.

Se tomo una cuadrilla estándar de seis personas debido tanto a sugerencias del fabricante como por experiencia del constructor a fin de optimizar al máximo el trabajo.

Análisis de Precios Unitarios del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo

Cuadro Nro. 20 Costos Unitarios Referenciales dados por la CCL

COSTOS UNITARIOS DE RUBROS PARA EDIFICACION - SISTEMA DE HORMIGON CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE + LADRILLO					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO TOTAL DIRECTO
CCL - 001	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	33.64	1.65	55.47
CCL - 002	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	7.78	9.32	72.53
CCL - 003	RELLENO COMPACTADO, INCLUYE MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m3	1.14	18.04	20.57
CCL - 004	CIMENTOS DE PIEDRA	m3	1.05	83.07	87.22
CCL - 005	REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$	m3	0.62	95.97	59.5
CCL - 006	HORMIGON EN PLINTOS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	m3	1.14	120.95	137.88
CCL - 007	HORMIGON EN CADENAS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + \text{ENCOFRADO}$	m3	1.38	159.70	220.39
CCL - 008	HORMIGON EN COLUMNAS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + \text{ENCOFRADO}$	m3	1.08	154.19	166.53
CCL - 009	HORMIGON CICLOPEO 60% H.S. Y 40% PIEDRA	m3	1.00	120.50	120.5
CCL - 010	ACERO DE REFUERZO	kg	744.18	1.70	1265.85
CCL - 011	HORMIGON EN LOSA MACISA $e = 8 \text{ cm}$ $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + \text{ENCOFRADO}$	m2	3.35	167.50	561.13
CCL - 012	MAMPOSTERIA DE BLOQUE $e = 10 \text{ cm}$	m2	70.02	12.21	855.01
CCL - 014	MAMPOSTERIA DE LADRILLO PEQUEÑO HECHADO (24x11x7)cm	m2	7.18	14.58	104.68
CCL - 017	CONTRAPISO H.S. $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ $e = 7 \text{ cm}$	m2	39.31	13.66	536.90
CCL - 018	MALLA ELECTROSOLDADA 5mm x 10 x 10 cm	m2	39.31	6.27	246.63
CCL - 043	ENLUCIDO VERTICAL CON (MORTEERO 1:3)	m2	37.66	5.36	201.71
CCL - 027	TUBERIA DE DESAGUE PVC 110mm	m	16	4.74	75.90
CCL - 028	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm (con tubería y accesorios)	pto	7	11.91	83.43
CCL - 035	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1 1/2"	pto	5	11.37	56.83
CCL - 036	TUBERIA AGUA FRIA PVC 1 1/2"	m	16.80	2.0	33.35
CCL - 039	ILUMINACION	pto	7	16.54	115.77
CCL - 040	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	9	19.82	178.34
TOTAL					5256.12

En base a datos dados por la Revista Técnica # 34 de la Cámara de la Construcción de Loja, Fuente: autoría propia

Cuadro Nro. 21 Costos Unitarios Referenciales del Sistema M2 (aplicado al prototipo de vivienda económica de la CCL)

COSTOS UNITARIOS DE RUBROS PARA EDIFICACION - SISTEMA CONSTRUCTIVO M-2

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	COSTO TOTAL DIRECTO
CCL - 001	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	33.64	1.65	55.47
CCL - 002	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	2.21	9.32	20.60
CCL-065	ACERO DE REFUERZO	Kg	292.24	1.70	497.10
M2-R13	CIMENTACION 25x22 cm f c=210 kg/cm2 + encofrado	m3	2.21	140.95	311.50
M2-R14	REPLANTEO SOBRE CIMIENTOS	m2	2.37	0.23	0.55
M2-R1	CORTE PREVIO DE PANELES	m2	3.09	0.40	1.21
M2-R2.2	MONTAJE DE PANELES DE MURO (PSME 60mm)	m2	87.31	12.19	1064.31
M2-R3	MONTAJE DE PANELES PARA FORJADOS O CUBIERTAS (PSL1-60)	m2	42.65	12.25	522.46
M2-R4.1	COLOCACION DE REFUERZOS TIPO U	m2	9	1.27	13.50
M2-R4.2	COLOCACION DE REFUERZOS ANGULARES	m2	42.93	1.05	52.80
M2-R4.3	COLOCACION DE REFUERZOS PLANOS	m2	33	1.02	39.60
M2-R5	COLOCACION DE GUIAS DE ESPESOR Y PROYECTADO	m2	6.2	1.16	8.49
M2-R6	PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS	m3	9.59	92.07	980.58
M2-R7	APUNTALAMIENTO DE FORJADOS O CUBIERTAS	m2	42.65	4.83	246.52
M2-R8	PROYECCION 1ra CAPA INFERIOR (forjados)	m3	1.06	90.14	114.64
M2-R9	VACIADO DE CAPA DE COMPRESION	m2	1.27	101.10	154.04
M2-R10	TERMINACION CIELORRASO	m3	0.85	66.98	68.25
CCL - 027	TUBERIA DE DESAGUE PVC 110mm	m	16	4.74	75.90
CCL - 028	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm (con tubería y accesorios)	pto	7	11.91	83.43
CCL - 035	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1 1/2"	pto	5	11.37	56.83
CCL - 036	TUBERIA AGUA FRIA PVC 1 1/2"	m	16.80	2.0	33.35
CCL - 039	ILUMINACION	pto	7	16.54	115.77
CCL - 040	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	9	19.82	178.34
TOTAL					4695.24

En base a datos dados por Ing. Ramiro Jiménez, Fuente: autoría propia

**Cuadro Nro. 22 Programa de Obra Referencial para el diseño de vivienda tipo de la CCL en el Sistema
Losa de Hormigón, Mampostería de Ladrillo y Bloque**

Descripción de la actividad	Tiempo (días)																																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42							
EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMENTOS																																																	
REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE f c=180 kg/cm2																																																	
HORMIGON EN PLINTOS f c=210 kg/cm2																																																	
ACERO DE REFUERZO																																																	
HORMIGÓN EN COLUMNAS 30X25 cm f c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO																																																	
HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=15 cm f c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO																																																	
MAMPOSTERIA DE BLOQUE + MAMPOSTERIA LADRILLO PEQUEÑO																																																	
ENLUCO VERTICAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)																																																	
ENLUCO HORIZONTAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)																																																	
PUNTO DE AGUA FRIA P/C 1/2"																																																	
PUNTO DE AGUA CALIENTE P/C 1/2"																																																	
PUNTO DE DESAGUE PVC 80 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS																																																	
PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS																																																	
PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS																																																	
ILUMINACION																																																	
TOMA CORRIENTE NORMAL 110 V																																																	

Armado (incluye encofrado metálico)	
Actividad Continua	
Actividad Puntual	
Tiempo permisible de fraguado del Hormigón (previa actividad)	
Fraguado del Hormigón	
Desencofrado	

Fuente: realizado por el autor

Cuadro Nro. 23 Programa de Obra Referencial para el diseño de vivienda tipo de la CCL en el Sistema M2

Descripción de la actividad	Tiempo (días)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMENTOS A CERO DE REFUERZO	■																									
CIMENTACION 25x22 cm f c=210 kg/cm2 + encofrado		■																								
REFLANTEO SOBRE CIMENTOS			■																							
CORTE PREVIO DE PANELES			■																							
MONTAJE DE PANELES DE MURO				■																						
MONTAJE DE PANELES PARA FORJADOS					■																					
COLOCACION DE REFUERZOS						■																				
COLOCACION DE GUJAS DE ESPESOR Y PROYECTADO A PUNTALAMIENTO DE FORJADOS							■																			
PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS								■																		
PROYECCION 1ra CAPA INFERIOR (forjados)									■																	
VACIADO DE CAPA DE COMPRESION										■																
TERMINACION CIELORRASO											■															
PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"																										
PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"																										
PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS																										
PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS																										
PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS																										
ILUMINACION																										
TOMA-CORRIENTE NORMAL 110 V																										

Actividad Continua	■
Actividad Puntual	■
Tiempo permisible de fraguado del Hormigón (previa actividad)	■
Fraguado del Hormigón	■

Referencia: realizado por el autor

- Se debe considerar que los componentes de el sistema M2 pueden ser utilizados explícitamente como sistema de cierre; por esto se cree conveniente analizar su costo-producción en relación con otros componentes que ordinariamente se utilizan con este propósito. A continuación se detalla el análisis:

Cuadro Nro. 24 Costo – Rendimiento de Sistemas de Cerramiento en Mamposterías de Bloque – M-2

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	COSTO (m2) incluy enlucido	% de AHORRO	RENDIMIENTO (m2/Jornada)	% de AHORRO
Mampostería de Bloque e= 10cm.	21.08		16	
Mampostería de Bloque e= 15cm.	24.37		16	
Mampostería de Bloque e= 20cm.	29.33		16	
SISTEMA M2				
PSMC40 e = 40mm	16.23		43.6	72
PSMC50 e = 50mm	16.88		43.6	72
PSMC60 e = 60mm	17.55		43.6	72
PSMC80 e = 80mm	19.28	9	43.6	72
PSMC100 e = 100mm	20.03		43.6	72
PSMC120 e = 120mm	21.57		43.6	72
PSMC140 e = 140mm	23.83		43.6	72
PSMC 200 e = 200mm	26.69		43.6	72

Información facilitada por el Ing. Ramiro Jiménez de los rubros obtenidos en sus construcciones. (Enero 2010)

Cuadro Nro. 25 Costo – Rendimiento de Sistemas de Cerramiento en Mamposterías de Ladrillo – M-2

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	COSTO (m2) incluy enlucido	% de AHORRO	RENDIMIENTO (m2/Jornada)	% de AHORRO
Mampostería de Ladrillo de Filo (29x14x9)	19.04	1.2	13	
Mampostería Ladrillo Mambrón echado (29x14x9)	22.06		13	
Mampostería Ladrillo Pequeño de filo (24x11x7)	20.01		13	
Mampostería Ladrillo Pequeño echado (24x11x7)	24.13		13	
SISTEMA M2				
PSMC40 e = 40mm	16.23		43.6	75
PSMC50 e = 50mm	16.88		43.6	75
PSMC60 e = 60mm	17.55		43.6	75
PSMC80 e = 80mm	19.28		43.6	75
PSMC100 e = 100mm	20.03		43.6	75
PSMC120 e = 120mm	21.57		43.6	75
PSMC140 e = 140mm	23.83		43.6	75
PSMC 200 e = 200mm	26.69		43.6	75

Fuente: Cámara de la Construcción de Quito (Abril-2009)

Cuadro Nro. 26 Costo – Rendimiento de Sistemas de Cerramiento en Gypsum – M-2

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	COSTO (m2) incluyendo enlucido	% de AHORRO	RENDIMIENTO O (m2/Jornada)	% de AHORRO
GYPSUM				
División e = 7 cm	16.75		57.6	32
División e = 9 cm	17.64		57.6	32
División e = 12 cm	18.54		57.6	32
División e = 7 cm + aislante acústico	22.89		55.8	32
División e = 9 cm + aislante acústico	23.78		55.8	32
División e = 12 cm + aislante acústico	24.68		55.8	32
SISTEMA M2				
PSMC40 e = 40mm	16.23		43.6	
PSMC50 e = 50mm	16.88		43.6	
PSMC60 e = 60mm	17.55	5	43.6	
PSMC80 e = 80mm	19.28		43.6	
PSMC100 e = 100mm	20.03		43.6	
PSMC120 e = 120mm	21.57		43.6	
PSMC140 e = 140mm	23.83		43.6	
PSMC 200 e = 200mm	26.69		43.6	

Fuente: Información facilitada por el Ing. Ramiro Jiménez de los rubros obtenidos en sus construcciones. (Enero 2010)

Conclusiones del Análisis Comparativo

Para un mejor entendimiento del análisis efectuado en los tres apartados anteriores, se establecerán tres aspectos básicos de clasificación del análisis; así:

Aspecto Físico

- No existen normativas específicas dictadas por los organismos pertinentes de control público que rijan la construcción con sistemas alternativos, como el M2 razón por la cual la calidad constructiva dependerá del acierto de las decisiones técnicas que tome el encargado de la obra.
- Considerando el año de construcción de las diferentes viviendas, el costo de mantenimiento de aquellas construidas con hormigón y ladrillo es relativamente menor; esto se debe entre otras circunstancias, a que no existe en el medio mano de obra cualificada en el sistema M2, razón por la cual se cometen errores tanto de construcción como al reparar sin conocimiento técnico este tipo de edificaciones.
- El impacto que la construcción de una vivienda conlleva a un determinado sector es relativo, ya que este puede variar no solo en consideración al tipo de sistema constructivo, si no en mayor influencia al diseño que esta posea y como este se acople al contexto físico en el cual se emplaza.

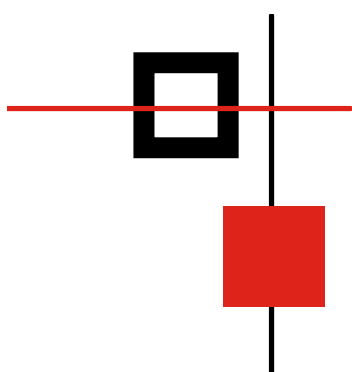
Aspecto Social

- El grado de orientación social no es referente a la aceptación o no, de uno u otro sistema, ya que en el caso del sistema M2, este se ve afectado en su mayoría por el desconocimiento principalmente de los profesionales técnicos quienes a su vez asesoran al cliente.
- El sistema constructivo M2 presenta un mayor grado de confort acústico, ya que uno de sus componentes (polipropileno) aporta un alto grado de aislamiento acústico.
- La seguridad ante eventos naturales ordinarios y extraordinarios, es relativa a una apreciación de perduración y solides de la construcción y no consecuente con los análisis técnicos a los que ambos sistemas, sus componentes y materiales han sido sometidos y cuyos resultados han sido expuestos anteriormente.

Aspecto Económico

- El empleo del sistema M2 no es referente negativo al tomar una edificación como un bien inmueble comercial; ya que tanto su terminación gris como la capacidad de adoptar cualquier tipo de acabado hace que la valoración del inmueble sea similar a la del sistema de hormigón y ladrillo.

- Se muestra un ahorro del 15 % en costo y un 40% en tiempo de ejecución de obra gris del la vivienda tipo económica dada por la CCL,



CAPITULO III

PROYECTO DE APLICACIÓN

CAPITULO III: PROYECTO DE APLICACION

3.1 - DISEÑO ARQUITECTONICO DE UNA VIVIENDA TIPO PARA LA APLICACIÓN PARALELA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LOSA Y HORMIGÓN Y MAMPOSTERÍA DE LADRILLO Y EL SISTEMA CONSTRUCTIVO M2

3.1.1 - Antecedentes.

Con la finalidad de que el diseño a realizarse este más apegado a la realidad local y por ende sea más redituable la evaluación de los sistemas constructivos que de este se desprendan, se han tomado en consideración condiciones reales tanto físicas de la ciudad de Loja (condiciones del terreno ubicación, clima, etc.) como sociales (estatus social del propietario, número de personas que habitaran el inmueble, requerimientos de los usuarios, etc.).

Además se ha considerado este terreno ya que al haber sido parte del programa del plan habitacional del BNV de 1969 (Cdla. De El Maestro 1ra Etapa), se lo puede considerar como un terreno tipo, el cual permitirá experimentar con un prototipo de renovación de las viviendas construidas bajo este plan habitacional, ya que con el paso de las décadas estas han ido perdiendo su vigencia funcional y estética.

Grafico Nro. 44 Implantación - del Terreno



Fotografía aérea: Ubicación de la Cdla. Del Maestro I, Fuente: Instituto Geográfico Militar del Ecuador (año 2001)

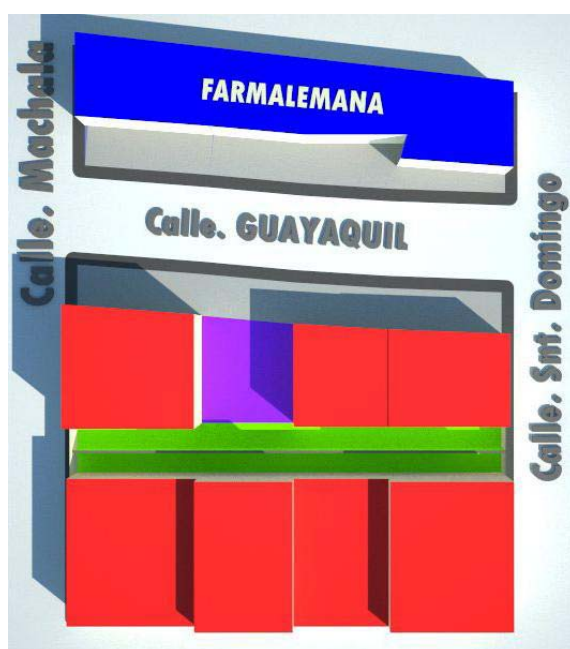
Si bien las dimensiones de los distintos lotes no son exactamente similares, se respeta una unidad promedio de 220 m² por lote, y de 120 m² de construcción promedio. Como se ve en la grafica anterior el

trazado regular de la ciudadela permite que los lotes tengan dimensiones similares y que las condiciones constructivas sean las mismas a excepción de los lotes esquineros.

Uno de los principales condicionantes del diseño es en este caso la ubicación del terreno, las construcciones colindantes y las disposiciones municipales.

Como se puede observar en el siguiente gráfico el terreno (en color violeta) se encuentra rodeado por viviendas de 2 y 3 pisos (adosadas), lo que dificulta una correcta captación de luz, por lo que la parte frontal y posterior del mismo serán las entradas de iluminación principales. Además el terreno da hacia la calle Guayaquil, considerada de tráfico alto.

Gráfico Nro. 45 Implantación - del Terreno



Representación gráfica de la ubicación del terreno para la realización del proyecto de aplicación (Cdla. Del Maestro I), Autoría propia

- Disposiciones Municipales para el Distrito1 – Sector 5 (Cdla.de El Maestro I)

Retiro Frontal mínimo 3 m

Retiro Posterior mínimo 3m

Retiros Laterales (sin retiro de acuerdo a las disposiciones adoptadas para las viviendas correspondientes al plan habitacional del BNV de 1969)

Altura Construcción, 2 – 3 pisos (en el sector se han permitido construcciones cubiertas sobre el tercer piso, sin referencia en fachada)

- Condicionantes Climáticas

Clima, temperado-ecuatorial subhúmedo; con una temperatura media del aire de 16.7 °C, la oscilación anual de temperatura es de 1,5 °C, generalmente cálido durante el día y más frío y húmedo por la noche. Junio y julio son los meses con mayor tendencia de precipitaciones dadas por los vientos alisos (llovizna oriental), las temperaturas más bajas se dan de junio a septiembre. De septiembre a diciembre la temperatura media es más alta (28°C temperatura más alta)

- Condicionantes Sociales

Condición socio – económica, media alta.

Número de personas que habitaran el inmueble 3 (Loft A)

3.1.2 - Programa del Proyecto.

Los espacios que se incluirán en el programa del diseño son:

- Sala
- Comedor
- Sala de Estar Social
- Baño Social
- Biblioteca – Estudio
- Cocina - Desayunador
- Área de tareas doméstica (lavado, planchado)
- Dormitorio Máster (incluye vestidor y baño completo)
- Dormitorio 1 (incluye baño completo)
- Sala de Estar y Tv

A más de estos espacios, se considera dentro del diseño global áreas como:

- Garaje
- Patio Social
- Patio de Servicio

Cabe recalcar que el diseño global está dado para el funcionamiento de tres espacios tipo Loft, dándole prioridad en área al Loft de la planta baja a petición del propietario; este será el espacio que servirá de ejemplo para el análisis de la factibilidad de uso del sistema constructivo M2, por lo que se han adoptado

todas las recomendaciones tanto del fabricante como del profesional técnico constructor en cuanto a las especificaciones estructurales (losa de cimentación y tipo de paneles, cimentación, columnas y vigas) para una construcción que satisfaga los requerimientos del diseño global.

3.1.3 - Diseño Arquitectónico

A continuación se muestran los diferentes aspectos que se han tomado en consideración para el diseño arquitectónico de la vivienda.

3.1.3.1 - Criterios Ambientales

Como se menciono anteriormente, el sector en que se ubica el terreno presenta dificultades en cuanto a la iluminación natural, por lo que se ha optado por un diseño que permita que tanto las caras frontal y posterior de la vivienda se conecten visualmente con el fin de crear un espacio por el cual la luz pueda atravesar las áreas intermedias entre estas y se genere un ambiente de mejor calidad habitacional. Así mismo, los dormitorios, es decir los espacios más sensibles en cuanto al cuidado acústico, se disponen en la parte posterior con lo cual no solo se aminora la contaminación que produce el alto tráfico vehicular del sector si no también la polución que atrae este tipo de vía.

3.1.3.2 - Criterios Funcionales y Formales

Sobre el primer piso se desarrollan las actividades sociales, sociales – laborales y de tareas del hogar. En la segunda planta se disponen los dormitorios, con el fin de aprovechar de mejor manera la captación de luz y aislar las habitaciones de la alta contaminación acústica y ambiental, así mismo se dispone de una sala de estar y Tv con carácter de entretenimiento y reunión familiar, la cual está conectada con la primera planta permitiendo la interacción entre los usuarios de la vivienda.

Formalmente la edificación se expresa como una sola unidad habitacional, la cual se conecta a través de una circulación vertical central a sus diferentes sub unidades. Las caras lisas tanto frontal como posterior no buscan el realce con formas o detalles vanos, si no la expresión pura de las formas y la función que estas desempeñan, sumado a esto la combinación de materiales fríos como el hormigón y vidrio, con la calidez de la madera, tanto al interior como al exterior crean un contraste que realza la individualidad que a través de la luz, textura de los materiales e iluminación artificial se le ha dado a cada espacio. Las líneas básicas del diseño aunque contrastan con la tendencia formal del sector, no rompen con una formalidad urbana propia del siglo XXI.

3.1.3.3 - Criterios Constructivos

Para el diseño se considero una disposición unidireccional de los ejes estructurales principales, lo cual permite tener una mayor amplitud espacial en el sentido en que es factible obtener un mayor aprovechamiento de la luz, sin afectar las disposiciones municipales del sector, así mismo admite que la circulación entre espacios no se vea limitada por divisiones solidas sino por direccionalidad visual lo que a su vez permite que cada espacio tenga un entorno diverso y adecuado a su actividad.

Se han considerado criterios estructurales básicos para el desarrollo del proyecto, especialmente con respecto al Sistema Constructivo M2. Los paneles estructurales que se han ocupado para el diseño son de 140 mm, ya que el diseño global se desarrolla en 3 pisos más un medio piso cubierto sobre este; por lo que la demanda estructural, de acuerdo a las especificaciones del fabricante así como en base a criterios de profesionales de la construcción conocedores de este sistema se satisface con este tipo de paneles sin considerar el uso de acero adicional de refuerzo, ya que el panel a más de su capacidad estructural normal, aumenta su resistencia a fuerzas horizontales (hasta 2300 Kg/m²) y el mortero de recubrimiento alcanza una resistencia nominal de 16 MPa. (Norma ACI 318)

3.2 - ANALISIS DE RENDIMIENDO COSTO PRODUCCIÓN DEL DISEÑO TIPO

En los apartados siguientes se desarrollara el análisis referente a costos de producción y tiempo de construcción del diseño tipo en ambos sistemas constructivos, para esto se han elaborado presupuestos y programas de obra respectivamente.

3.2.1. Análisis de Rendimiento Costo-Producción del diseño tipo en la aplicación del Sistema Constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo.

Cuadro Nro. 27 Presupuesto Referencial del Diseño Tipo en el Sistema constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo

PRESUPUESTO REFERENCIAL LOFT A					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL + 20% INDIRECTOS
CCL-032	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	15.06	9.32	168.52
CCL-048	REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm2	m3	0.84	95.97	96.74
CCL-049	HORMIGON EN PLINTOS f'c=210 kg/cm2	m3	3.6	120.95	522.5
CCL-065	ACERO DE REFUERZO	Kg	4354.22	1.70	8882.6
CCL-054	HORMIGÓN EN COLUMNAS 30X35 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m3	9.62	246.57	2840.37
CCL-062	HORMIGÓN EN LOSA ALIVIANADA e=20 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m2	124.19	28.17	4198.86
CCL-077	MAMPOSTERIA LADRILLO MAMBRON DE FILO (29X14X9)cm	m2	291.88	10.51	3067.37
CCL-081	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)	m2	475.42	5.36	2546.35
CCL-082	ENLUCIDO HORIZONTAL PALETEADO FINO CON (MORTERO 1:3)	m2	235.85	6.99	1648.59
CCL-137	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"	pto	13	11.37	177.32
CCL-138	PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"	pto	3	12.16	43.77
CCL-146	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	3	11.92	42.9
CCL-147	PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	5	19.35	116.1
CCL-148	PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	10	24.95	299.4
CCL-061	HORMIGON EN LOSA ALIVIANADA e=15 cm f'c=210 kg/cm2 + ENCOFRADO	m2	139.37	45.09	7541.31
CCL-162	ILUMINACION	pto	27	16.53	536.95
CCL-163	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	22	19.81	523.16
TOTAL					33252.81

3.2.2 - Análisis de Rendimiento Costo-Producción del Diseño tipo en la aplicación del Sistema Constructivo M2

Cuadro Nro. 28 Presupuesto Referencial del Diseño Tipo en el Sistema Constructivo

PRESUPUESTO REFERENCIAL LOFT 1A					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL + 20% INDIRECTOS
	EXCAVACION MANUAL DE PLINTOS Y CIMIENTOS	m3	14.77	9.32	165.28
CCL-065	ACERO DE REFUERZO	Kg	2273.02	1.70	4636.96
M2-R13	HORMIGON EN LOSA CIMENTACION e=10 cm f'c=210 kg/cm2 + encofrado	m3	12.82	140.95	2126.19
M2-R14	REPLANTEO SOBRE CIMIENTOS	m2	10.6	0.23	2.75
M2-R1	CORTE PREVIO DE PANELES	m2	7.63	0.40	2.97
M2-R2	MONTAJE DE PANELES DE MURO (PSME 140mm)	m2	265	24.73	6317.6
M2-R2.2	MONTAJE DE PANELES DE MURO (PSME 80mm)	m2	22.5	18.20	396.9
M2-R3	MONTAJE DE PANELES PARA FORJADOS O CUBIERTAS (PSL2-100)	m2	252.52	26.35	6419.05
M2-R4.1	COLOCACION DE REFUERZOS TIPO U	m2	49.84	1.27	74.76
M2-R4.2	COLOCACION DE REFUERZOS ANGULARES	m2	139.67	1.05	171.79
M2-R4.3	COLOCACION DE REFUERZOS PLANOS	m2	51.66	1.02	61.69
M2-R5	COLOCACION DE GUIAS DE ESPESOR Y PROYECTADO	m2	36.7	1.16	50.27
M2-R6	PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS	m3	19.21	92.07	1964.22
M2-R7	APUNTALAMIENTO DE FORJADOS O CUBIERTAS	m2	252.52	4.83	1459.66
M2-R8	PROYECCION 1ra CAPA INFERIOR (forjados)	m3	12.61	90.14	1363.77
M2-R9	VACIADO DE CAPA DE COMPRESION	m2	13.16	101.10	1596.17
M2-R10	TERMINACION CIELORRASO	m3	5.05	66.98	405.51
M2-R11	PUNTO DE AGUA FRIA PVC 1/2"	pto	13	11.59	164.19
M2-R12	PUNTO DE AGUA CALIENTE PVC 1/2"	pto	3	12.39	40.5
CCL-146	PUNTO DE DESAGUE PVC 50 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	3	11.918	42.9
CCL-147	PUNTO DE DESAGUE PVC 75 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	5	19.35	116.1
CCL-148	PUNTO DE DESAGUE PVC 100 mm CON TUBERIA Y ACCESORIOS	pto	10	24.946	299.4
M2-R13	ILUMINACION	pto	27	16.53	536.95
M2-R14	TOMACORRIENTE NORMAL 110 V	pto	22	19.81	523.16
TOTAL					28938.94

3.3 - RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS ANALISIS REALIZADOS EN LOS CAPITULOS ANTERIORES

Aspecto Social

- Aceptación del Tipo de Materiales Constructivos para Viviendas en la Ciudad de Loja

Cuadro Nro. 31 Material Constructivo para Vivienda en la Ciudad de Loja

TIPO DE MATERIAL CONSTRUCTIVO PARA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LOJA		
MATERIAL	CANT. VIVIENDAS	%
Hormigón	23230	82
Adobe	3005	11
Madera	1166	4
Caña Revestida	284	1
Caña No Revestida	2	0
Otros	729	2
28416		

Resumen de datos del gráfico N° 8 de título Tipo de Material Constructivo para Vivienda en la Ciudad de Loja Fuente: Realizado por el autor

Cuadro Nro. 32 Cubrimiento de las Viviendas en la Ciudad de Loja

TIPO DE CUBRIMIENTO DE LAS VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE LOJA		
MATERIAL	CANT. VIVIENDAS	%
Losa	14518	51
Asbesto	3291	11
Zing	3366	12
Teja	6470	23
Paja	5	0
Otros	816	3
28466		

Resumen de datos del gráfico N° 8 de título Cubrimiento de las Viviendas en la Ciudad de Loja Fuente: Realizado por el autor

Cuadro Nro. 33 Recubrimiento de las Viviendas en la Ciudad de Loja

TIPO DE RECUBRIMIENTO DE LAS VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE LOJA		
MATERIAL	CANT. VIVIENDAS	%
Hormigón	23230	82
Adobe	3005	11
Madera	1166	4
Caña Revestida	284	1
Caña No Revestida	2	0
Otros	729	2
	28416	

Resumen de datos del gráfico N° 8 de título Recubrimiento de las Viviendas en la Ciudad de Loja Fuente: Realizado por el autor

De lo que se deduce que:

- En la ciudad de Loja la alta aceptación del hormigón como material constructivo para vivienda pasa no solo por el aspecto técnico, sino también por un factor socio-cultural el cual se acentúa a favor de este material por un aspecto de “costumbre constructiva” la cual se forja desde la aceptación del material en reemplazo de los materiales tradicionales (1969), y en su perduración y poca evolución en su modo de empleo a través de las décadas subsiguientes.

Aspecto Económico

Análisis de Costo – Rendimiento en edificaciones real y proyectada

Cuadro Nro. 34 Costos referenciales para edificación de la Cámara de la Construcción de Loja

COSTOS UNITARIOS PARA EDIFICACION CCL						
m2 de Construcción	Sistema Constructivo	Costo Referencial	Costo Ref. m2 de Construcción	% de Ahorro	Tiempo de Construcción	% de Ahorro
37.92	Hormigón, Ladrillo, Bloque	\$5,256.12	\$138.61		42 días	
37.92	M2	\$4,484.03	\$118.24	15	25 días	40

Resumen de los datos obtenidos del Análisis de comparación de rubros para la edificación de la CCL, Fuente: realizado por el autor.

Cuadro Nro. 35 Costos Referenciales para Proyecto de Aplicación Loft A

COSTOS UNITARIOS PARA Loft A						
m2 de Construcción	Sistema Constructivo	Costo Referencial	Costo Ref. m2 de Construcción	% de Ahorro	Tiempo de Construcción	% de Ahorro
128.22	Hormigón, Ladrillo, Bloque	\$33,252.81	\$259.34		75 días	
128.22	M2	\$28,938.94	\$225.69	12	25 días	40

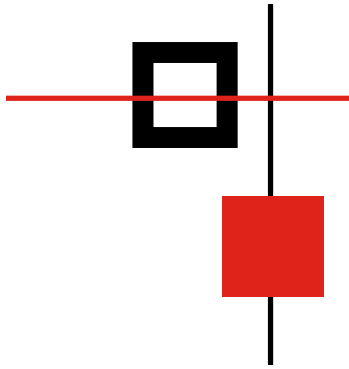
Resumen de los datos obtenidos del Análisis de comparación de rubros para el proyecto de aplicación Loft A, Fuente: realizado por el autor.

Análisis de Costo – Rendimiento entre Sistemas de Cerramiento

Cuadro Nro. 36 Costos – Rendimientos de Sistemas de Cerramiento

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	COSTO (m2) incly enlucido	% de AHORRO	RENDIMIENTO (m2/Jornada)	% de AHORRO
Mampostería de Bloque e= 10cm.	21.08		16	
SISTEMA M2				
PSMC80 e = 80mm	19.28	9	43.6	72
Mampostería de Ladrillo de Filo (29x14x9)	19.04	1.2	13	
SISTEMA M2				
PSMC80 e = 80mm	19.28		43.6	75
GYP SUM División e = 12 cm	18.54		57.6	32
SISTEMA M2				
PSMC60 e = 60mm	17.55	5	43.6	

Fuente: Revista Técnica # 34 de la Cámara de la Construcción de Loja, Información facilitada por el Ing. Ramiro Jiménez de los rubros obtenidos en sus construcciones. (Enero 2010)



PLANOS ARQUITECTONICOS

A continuación se muestran los planos arquitectónicos referentes a la vivienda tipo (Loft A) desarrollada tanto en el Sistema Constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo y el Sistema constructivo M2, los mismos contienen:

- Planta Baja (Sistema M2)
- Planta Alta (Sistema M2)
- Fachadas (Sistema M2)
- Cortes (Sistema M2)
- Implantación
- Perspectivas
- Detalles Constructivos (Sistema M2)
- Planta Baja (Sistema de Hormigón y Ladrillo)
- Planta Alta (Sistema de Hormigón y Ladrillo)

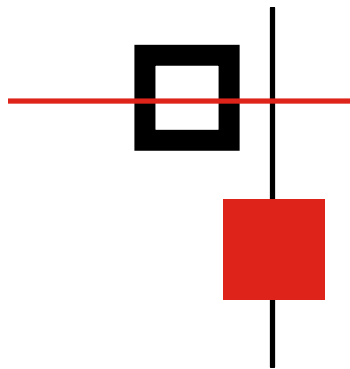
Se incluyen también los planos del diseño de la vivienda tipo económica dada por la Cámara de la Construcción de Loja en su publicación #34, los mismos contienen:

- Planta Única (Sistema M2)
- Planta Única (Sistema de Hormigón y Ladrillo)
- Fachadas









CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Previo la realización de los análisis comparativos entre ambos sistemas constructivos se tenía la premisa de que todo sistema constructivo tiene sus limitaciones, y por tanto se deberá considerar, que un mismo sistema constructivo puede ser menos apto para la construcción de un determinado tipo de edificación o partes de la misma, y es por esto que luego de analizar un novedoso sistema constructivo para nuestra ciudad, se puede afirmar que: El conocimiento amplio de los diversos sistemas constructivos le permite al arquitecto tener una cultura de discernimiento en cuanto al uso más factible que de estos se puede hacer en relación a un determinado proyecto.
- El Sistema M2, cumple con las características básicas de seguridad que un sistema constructivo requiere, además potencia cualidades de eficiencia en ahorro de tiempos de construcción y costos.

(SEGURIDAD) El aporte de las propiedades físicas y químicas del material EPS, permite que el conjunto (panel terminado) alcance niveles de seguridad (resistencia al fuego, resistencia mecánica, capacidad estructural) superiores a los materiales constructivos que componen los sistemas de construcción tradicionales. En este punto es de consideración especial resaltar que el comportamiento de los elementos (paneles) que conforman el sistema M2 ante un evento sísmico, permiten que:

Las fuerzas provocadas por la resistencia a la flexión sean absorbidas casi en su totalidad por el eje neutro (EPS)

Los esfuerzos de tracción dados en los forjados son absorbidos al igual que en los forjados tradicionales por una armadura activa; sin embargo en el caso del sistema M2, la absorción se magnifica ya que la armadura al ser de menor diámetro y menor separación asegura un mejor comportamiento estructural.

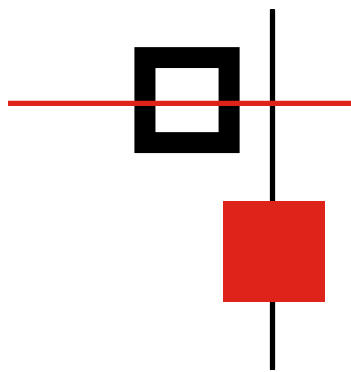
El aporte de elasticidad de los materiales que componen el panel del sistema M2 permite que en conjunto la edificación tenga una mayor recuperación elástica al ser abatida por fuerzas en diferentes direcciones.

En conclusión, el sistema Constructivo M2 presenta mayor grado de soporte sísmico que los sistemas de construcción tradicional en general, llegando a soportar eficientemente un terremoto de 7,75 en la escala de Richter; además se debe considerar de que al ser un material más liviano (40% más liviano) que los convencionalmente usados, los daños que su derrumbe puede causar serán menores

- Sumadas las características físicas y químicas del EPS y del hormigón, el resultante (panel) tiene características de una alta resistencia al fuego como agente destructor (EPS clase F auto extinguiible); la absorción del calor es media (en exposición solar continua de 6 horas), similar al sistema de losa de hormigón y mampostería de ladrillo; y la Difusividad Térmica de los paneles es lenta. Estas propiedades avalan que el material (panel) cumpla con los requerimientos básicos tanto de seguridad contra el fuego y de confort térmico para la ciudad de Loja al ser capaz de mantener una temperatura media anual de 18.32 °C a 23.88 °C en condiciones no extremas de temperatura.
- En el Sistema M2 se observa un mayor grado de confort acústico que con sistemas tradicionales de construcción, ya que el aislamiento del sonido se consigue por la interposición de materiales flexibles y de diferente densidad, evitando que el ruido pase de un ambiente a otro en forma directa.
- Se ha podido establecer que utilizando el sistema Constructivo M2 con respecto al Sistema Constructivo de Losas de Hormigón y Mampostería de Ladrillo, se alcanza un ahorro de entre el 12% y 15% del costo global de la obra gris y el tiempo de construcción se reduce en un 40%.
- El componente (panel terminado) utilizado como sistema de cerramiento presenta un ahorro de entre -1.2% y +9% como costo de material y mano de obra, aunque en relación al rendimiento, es un 72% al 75% más eficiente frente a sistemas tradicionales húmedos, no así en cuanto a un sistema seco (gypsum), el cual otorga un 32% de ahorro en tiempo de construcción.
- El desconocimiento de los materiales que componen el sistema M2 así como de su funcionamiento en forma global, crean desconfianza en los futuros usuarios de las edificaciones. Así mismo el carecer de una cultura de la construcción, permite que personas sin conocimientos técnicos realicen construcciones subutilizando o mal utilizando los diversos sistemas constructivos y por ende creando inseguridad e insatisfacción en el usuario.
- Las técnicas necesarias para el empleo del Sistema Constructivo M2 al no ser claramente conocidas por quienes realizan el trabajo físico de construcción o por los técnicos que supervisan el mismo, requerirán una capacitación explícita de acuerdo al tipo de personal. Del mismo modo, al existir una sola empresa productora de los paneles, se crea un monopolio tanto de mercado como de la información, lo que no facilita el conocimiento más detallado del sistema, sin relacionarse directamente con la empresa productora.

- La prefabricación industrial de los elementos que componen un sistema constructivo permite tener un mayor control de los materiales empleados y de los procesos de elaboración incrementando la calidad y la productividad en la construcción.
- La implementación de un sistema constructivo en base a prefabricados, en afán de contribuir a la industrialización de los procesos en obra, facilitara satisfacer la demanda habitacional y que por medio de estos procesos, se reduzcan los costos de adquisición de bien inmueble
- El sistema M2 puede ser utilizado con mayor efectividad al considerársele para una producción masificada de vivienda, tomando en consideración que la mayor rapidez constructiva permitirá satisfacer la demanda habitacional con mayor fluidez, un reembolso de capital a menor plazo para el constructor y un menor gasto en la adquisición del inmueble por parte del usuario
- La disposición del material para la aplicación del Sistema M2 no presenta mayores inconvenientes, ya que al ser un sistema modular, la cantidad de material que se despache de la empresa, será el óptimo para la construcción.
- No se puede crear una cultura de la construcción, si no se fomenta la experimentación de sistemas constructivos, la evaluación de los nuevos sistemas y una repotenciación de los sistemas constructivos consolidados en la idiosincrasia local.
- Las soluciones formales que se pueden conseguir al utilizar el sistema constructivo M2 en su forma autónoma deben partir de la concepción de que este es un sistema modular autoportante.
- La naturaleza del Sistema Constructivo M2 (autoportancia) lo condiciona en cuanto al número de pisos (4) que con él se pueden construir, al aplicarlo en forma autónoma. Sin embargo, uno de sus componentes (panel terminado) puede utilizarse como sistema de cerramiento y combinarse con cualquier tipo de sistema estructural, formando un sistema mixto de construcción de mayor espectro constructivo.
- La valoración de una vivienda se basa en el sector de implantación, la cantidad de metros cuadrados de construcción, tipo de acabados y condiciones de factibilidad de conservación del inmueble, por lo que el sistema constructivo M2 no presenta contrariedades al ser tomada una vivienda construida bajo este sistema como un bien comercial.

- Un retraso para el mayor uso de sistemas constructivos como el M2 es que no existe una normativa vigente para regular la construcción con paneles sólidos, como con núcleo de polipropileno y superficie de hormigón, razón por la cual los estudios se basan en el análisis técnico de los diferentes materiales que componen el panel y en pruebas específicas realizadas tanto a la unidad como al conjunto construido, avaladas por las instituciones que las realizan, las cuales se basan en datos y normativas dados para los materiales componentes y otros sistemas constructivos afines a su comparación.
- Dado que en la ciudad de Loja el material de construcción preferente es el hormigón, tanto como material estructural, de cubrimiento y de recubrimiento, el Sistema constructivo M2 no presenta dificultades en integrarse al contexto urbano local en cuanto al aspecto formal, tanto por su terminación en obra gris, como por su aceptación de cualquier tipo de acabado de cubrimiento y de recubrimiento. Además, sus características físicas y químicas cubren las necesidades de habitabilidad básica (aislación térmica, resistencia mecánica, capacidad estructural, resistencia al fuego, aislamiento acústico, entre las principales) que una vivienda implantada en la ciudad de Loja debe satisfacer.
- La utilización del Sistema Constructivo M2 en la ciudad de Loja aplicado en la construcción de vivienda, es factible, ya que en la presente investigación no se han observado argumentaciones que desacrediten al sistema como un método alternativo de construcción.



BIBLIOGRAFIA

S/N (2006). Instrucciones Básicas para la Ejecución de Obras con Cassaforma

S/N (octubre 2009). Manual Práctico del Constructor – Sistema FRIDULSA – Obras de Vivienda.

S/N (octubre 2009). Sistema Constructivo Integral – Detalles Constructivos - FRIDULSA

S/N (2007). Detalles Constructivos para la Ejecución de Obras con Paneles y Construcciones Panecons S.A

Aguirre P. (1995). Características Biológicas y Psicológicas de la Población Loja. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo de Loja, Ecuador

Ayala, Carlos (2006). Informe Técnico. Paneles y Construcciones Panecons S.A

Barrera C, Oswaldo (2005) .Introducción a una Arquitectura Bioclimática para los Andes Ecuatoriales. Memoria para optar el Título de Máster, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Cansario, María del Mar (2005). Sistema Constructivo de Paneles Aligerados con poliestireno expandido y malla electrosoldada espacial: Estudio Estructural y Optimización. Memoria para optar el Título de Doctor, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Ceac, Ediciones (2001) .Nueva Enciclopedia del Encargado de Obras. Editorial Ceac, España

Fernández, David (1999). Manual del Constructor. Editorial Daly S.L., Córdoba España.

Harris, F, McCaffer, R. (2005). Modern Construction Management (4^{ta} Ed.). Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España

Mac Donnell, Horacio P. (2008) Publicación: Análisis de los Sistemas Constructivos

Meritt, Frederick. Ricketts, Jonathan (2001). Manual Integrado de Diseño y Construcción. Editorial Mc Graw Hill, Florida, EEUU.

Panecons S.A (Productor) (2006). Procesos de Construcción [Video]. Ecuador

Ramírez de Arellano Argudo, Antonio (2006). Presupuestación de Obras, Editorial Kadmos, Salamanca España

Villa, G (marzo del 2009). Evaluación Experimental del Sistema Constructivo "M2" (solicitado por Paneles y Construcciones PANECONS S.A sucursal Perú) Informe Técnico. Pontificia universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería, Laboratorio de Estructuras

Walton, D (2008). Manual Práctico de Construcción. Editorial Gate, Florida EEUU.

Enlace de Internet. <http://www.hormi2.com/hormi2/index.php>

Enlace de internet. <http://www.fridulsa.com.uy/>

INDICE DE DIAGRAMAS

- Diagrama Nro.1 PANEL SIMPLE ESTRUCTURAL
- Diagrama Nro.2 PANEL SIMPLE ESTRUCTURAL MODULAR
- Diagrama Nro.3 PANEL DOBLE MODULAR
- Diagrama Nro.4 PANEL DE ESCALERA
- Diagrama Nro.5 PANEL NERVADO DE LOSA
- Diagrama Nro.6 MALLA ANGULAR DE REFUERZO
- Diagrama Nro.7 MALLA PLANA DE REFUERZO
- Diagrama Nro.8 MALLA TIPO "U" DE REFUERZO
- Diagrama Nro.9 PANEL SIMPLE MODULAR DE CERRAMIENTO
- Diagrama Nro.10 PANEL SIMPLE MODULAR REFORZADO
- Diagrama 11 AMARRE VENTANA PANEL (PLANTA)
- Diagrama 12 ENCUENTRO DE MURO CON ENTREPISO (CORTE)
- Diagrama 13 ENCUENTRO DE PANEL CON MAMPOSTERÍA DE LADRILLO (CORTE)
- Diagrama 14 ENCUENTRO DE PANEL CON MAMPOSTERÍA (CORTE)
- Diagrama 15 ENCUENTRO DE PANEL CON COLUMNA DE H.A. (PLANTA)
- Diagrama 16 ENCUENTRO DE PANEL CON VIGA DE H.A. (PLANTA)
- Diagrama 17 AMARRE DE PANEL CON PUERTA. (CORTE)
- Diagrama 18 AMARRE DE PANEL CON PUERTA. (PLANTA)
- Diagrama 19 ENCUENTRO DE PANEL CON LOSA. (CORTE)
- Diagrama 20 ENCUENTRO DE PANEL CON TECHO INCLINADO. (CORTE)

INDICE DE GRÁFICOS

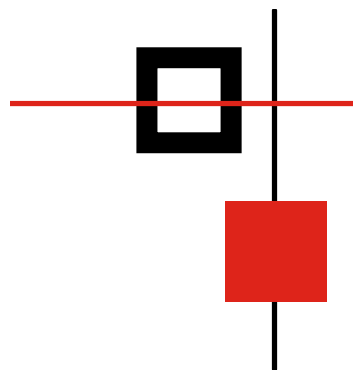
- Gráfico Nro.1 Disposición General del Sistema Constructivo M2
- Gráfico Nro.2 Panel de Descanso
- Gráfico Nro.3 Planchas de EPS
- Gráfico Nro. 4 Bloques de Alivianamiento
- Gráfico Nro. 5 Moldura Modelada
- Gráfico Nro. 6 Herramientas básicas para construcción con el Sistema M2
- Gráfico Nro. 7 Panorámica de la Ciudad de Loja
- Gráfico Nro.8 Graficas representativas porcentuales acerca del Tipo de Materiales usados en Viviendas
- Grafico 9 Panel Simple Estructural
- Grafico 10 Panel para Losa
- Grafico 11 Cimentación de hormigón armado
- Grafico 12 Unión paneles + cimentación
- Grafico 13 Refuerzos en vanos
- Grafico 14 Refuerzos muro – techo
- Grafico 15 Conexión entre muros de pisos consecutivos
- Grafico 16 Diagrama del Modulo construido
- Grafico 17 Conexión paneles de muro – techo
- Grafico 18 Lanzado de mortero y curado
- Grafico 19 Colocación del hormigón en la losa
- Grafico 20 Fisuras en las caras exteriores de los paneles
- Grafico 21 Evolución del aislamiento acústico
- Grafico 22 Ejemplos de molduras realizadas con EPS
- Grafico 23 Ejemplos de disposición formal
- Grafico 24 Ejemplo de Trazado Modular con el Sistema M2
- Gráfico 25 Colocación de la mampostería de ladrillo.
- Gráfico 26 Colocación del cableado eléctrico
- Grafico 27 Soporte para vanos
- Grafico 28 Unión losa – mampostería
- Grafico 29 Armado estructural de las gradas
- Grafico 30 Encofrado para gradas
- Grafico 31 Encofrado para losa
- Grafico 32 Colocación de Tubería Hidro-Sanitaria
- Grafico 33 Armado de sección curva
- Grafico 34 Entramado viga tipo banda central
- Grafico 35 Disposición de Material de Alivianamiento
- Grafico 36 Mesclado del Hormigón
- Grafico 37 Vaciado del Hormigón
- Grafico 38 Daños en Edificaciones con sistema constructivo hormigón – ladrillo
- Grafico 39 Prueba del Cono de Abrams
- Grafico 40 Apariencia del Hormigón
- Grafico 41 Vivienda Herederos del Dr. Reinaldo Vivanco Córdova

Grafico 42 Vivienda Sr. Héctor Vinicio Palacio y Esposa
Grafico 43 Vivienda Sra. Betty Rodríguez
Grafico Nro. 44 Implantación - del Terreno
Grafico Nro. 45 Implantación - del Terreno
Grafico 46 Disposición de los sensores sísmicos en el modulo
Grafico 47 Test de Sismicidad aplicada al modulo
Grafico 48 Comportamiento sísmico del modulo Nivel 1
Grafico 49 Comportamiento sísmico del modulo Nivel 2
Grafico 50 Comportamiento sísmico del modulo Nivel 3
Grafico 51 Comportamiento sísmico del modulo Nivel 4
Grafico 52 Carga Axial
Grafico 53 Carga Excéntrica
Grafico 54 Disposición de los sensores y Armado de la prueba
Grafico 55 Acción de la fuerza cortante sobre los paneles C2 – C3
Grafico 56 Colocación errónea del encofrado-falta de separadores
Grafico 57 Paso de instalaciones por lugares inadecuados
Grafico 58 Tratamiento Incorrecto de puntos de unión
Grafico 59 Desprendimiento de material aislante (fragmento de losa)

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nro. 1 Exigencias de un Sistema CONSTRUCTIVO
Cuadro Nro. 2 Tipos de Panel
Cuadro Nro. 3 Elementos Panel Simple Modular Estructural
Cuadro Nro. 4 Elementos Panel Simple Modular
Cuadro Nro. 5 Elementos del Panel Simple Modular Reforzado
Cuadro Nro. 6 Etapas Constructivas del Sistema M-2
Cuadro Nro. 7 Organización Cromática de los Paneles del Sistema M-2
Cuadro Nro. 8 DOSIFICACIÓN TIPO PARA MICRO HORMIGON S.C. M-2
Gráfico Nro.9 Graficas representativas porcentuales acerca del Tipo de Materiales usados en Viviendas
Cuadro Nro. 10 Propiedades Físicas del EPS
Cuadro Nro. 11 Propiedades Térmicas de Materiales
Cuadro Nro. 12 Resumen de Datos Sistema Constructivo M-2
Cuadro Nro. 13 Resumen de Datos del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo
Cuadro Nro. 14 Planificación de Obra en Sistema Constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo -
Diagrama de Barras-
Cuadro Nro. 15 Planificación de Obra en Sistema Constructivo M2 -Diagrama de Barras-
Cuadro Nro. 16 Costos Unitarios Referenciales del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo
Cuadro Nro. 17 Rendimientos por Jornada del Sistema de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo
Cuadro Nro. 18 Costos Unitarios Referenciales del Sistema M-2
Cuadro Nro. 19 Rendimientos por Jornada del Sistema M-2
Cuadro Nro. 20 Costos Unitarios Referenciales dados por la CCL
Cuadro Nro. 21 Costos Unitarios Referenciales del Sistema M-2 (aplicado al prototipo de vivienda económica de la CCL)

- Cuadro Nro. 22 Programa de Obra Referencial para el diseño de vivienda tipo de la CCL en el Sistema Losa de Hormigón, Mampostería de Ladrillo y Bloque
- Cuadro Nro. 23 Programa de Obra Referencial para el diseño de vivienda tipo de la CCL en el Sistema M-2
- Cuadro Nro. 24 Costo – Rendimiento de Sistemas de Cerramiento en Mamposterías de Bloque – M-2
- Cuadro Nro. 25 Costo – Rendimiento de Sistemas de Cerramiento en Mamposterías de Ladrillo – M-2
- Cuadro Nro. 26 Costo – Rendimiento de Sistemas de Cerramiento en Gypsum – M-2
- Cuadro Nro. 27 Presupuesto Referencial del Diseño Tipo en el Sistema constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo
- Cuadro Nro. 28 Presupuesto Referencial del Diseño Tipo en el Sistema Constructivo
-
- Cuadro Nro. 29 Programa de Obra Referencial del Diseño Tipo en el Sistema Constructivo de Losa de Hormigón y Mampostería de Ladrillo
- Cuadro Nro. 30 Programa de Obra Referencial del Diseño Tipo en el Sistema Constructivo M-2
- Cuadro Nro. 31 Material Constructivo para Vivienda en la Ciudad de Loja
- Cuadro Nro. 32 Cubrimiento de las Viviendas en la Ciudad de Loja
- Cuadro Nro. 33 Recubrimiento de las Viviendas en la Ciudad de Loja
- Cuadro Nro. 34 Costos referenciales para edificación de la Cámara de la Construcción de Loja
- Cuadro Nro. 35 Costos Referenciales para Proyecto de Aplicación Loft A
- Cuadro Nro. 36 Costos – Rendimientos de Sistemas de Cerramiento
- Cuadro Nro. 37 Resultados de la Prueba de Carga Vertical del Modulo
- Cuadro Nro. 38 Resultados de la Prueba de Carga Vertical del Modulo (2)
- Cuadro Nro. 39 Resultados de la Prueba de Carga Vertical del Modulo (2)
- Cuadro Nro. 40 de Rendimientos (CASSAFORMA - PANECONS)



ANEXOS

ANEXO 1

Prueba de Carga Vertical en el modulo: como acotación previa a la prueba, por petición del cliente solicitante (PANECONS) la losa no fue revestida de micro hormigón en su cara inferior, lo que provoca que disminuya su resistencia a flexión y que decreciera el momento de inercia de la sección transversal. Se aplicó saquillos de arena sobre la losa con un peso de 30 Kg cada uno (Norma E.060 “Pruebas al Hormigón Armado”) por un lapso de 24 horas hasta que se estabilizaran los desplazamientos.

De acuerdo a la norma E.060 Pruebas al Hormigón Armado la deflexión máxima (Dm) del modulo debería ser

$$D_m = 2.92 / (20000 \times 0.17) = 0.0025m = 2.5mm.$$

Cuadro Nro. 37 Resultados de la Prueba de Carga Vertical del Modulo

W1 (kg/m2)	W2 (kg/m2)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	Acción
0	0	0	0	0	Inicio
137.75	0	0.552	-0.046	0.047	Carga en piso 1
275.5	0	1.233	-0.18	0.073	Carga en piso 1
413.25	0	2.036	-0.404	0.107	Carga en piso 1
505.1	0	2.699	-0.25	0.111	Carga en piso 1
505.1	95.66	2.736	0.513	0.119	Carga en piso 2
505.1	191.32	2.755	1.279	0.128	Carga en piso 2
505.1	286.98	2.779	2.027	0.14	Carga en piso 2
505.1	363.5	2.827	3.156	0.144	Carga en piso 2
505.1	363.5	3.475	3.664	0.12	24 horas despues
505.1	286.98	3.496	3.48	0.115	Descarga del piso 2
505.1	191.32	3.501	2.601	0.123	Descarga del piso 2
505.1	95.66	3.498	1.821	0.133	Descarga del piso 2
505.1	0	3.496	0.967	0.145	Descarga del piso 2
413.25	0	3.204	0.87	0.133	Descarga del piso 1
275.5	0	2.593	0.836	0.104	Descarga del piso 1
137.75	0	1.953	0.797	0.066	Descarga del piso 1
0	0	1.247	0.906	0.053	Descarga del piso 1
0	0	1.152	0.71	0.003	24 horas despues

Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Por lo que también la losa de piso (D1) como la losa de techo (D2) exceden en un 47% la norma. Sin embargo debe anotarse que no se produjeron desplazamientos significativos en los paneles de losa y que

si contamos con el agregado del micro hormigón en la cara inferior (no colocado para la prueba) el momento de inercia aumentaría en un 46%, con lo cual se aprobaría la norma. Una segunda condición de la norma E.060 indica que la recuperación de la deflexión dentro de las 24 horas siguientes al retiro de la carga, debe ser por lo menos el 75% de la deflexión máxima (Dm), lo que también equivale a tener una deformación permanente (Dp).

La grafica muestra que el nivel 2 cumple con la condición, pero el nivel se excede, por lo que se concluye que la variación de no aplicar la capa de micro hormigón puede ser decisiva en el aumento de la inercia transversal.

Cuadro Nro. 38 Resultados de la Prueba de Carga Vertical del Modulo (2)

Nivel	Deflexión permanente Dp (mm)	Deflexión maxima Dm (mm)	100 x (Dp / Dm)
2	0.71	3.664	19% < 25% OK.
1	1.152	3.475	33% > 25%

Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Test de Resistencia Sísmica: como primeros datos debemos tomar en consideración el peso del modulo construido; así el peso total del modulo es de 11550 Kg, descartando el peso de la cimentación (2630 Kg), queda un peso de 8920 Kg, es decir 500 Kg/m² en planta, lo que en comparación al sistema tradicional (losa de hormigón – mampostería de ladrillo) corresponde al 70% del peso. Para cumplir con las condiciones reales, se agregó al módulo pesos que equiparen a los correspondientes de cargas viva e inerte, de la siguiente manera.

60 Kg/m² = 2000x0.03 Mortero lanzado en la cara inferior de cada losa

100 Kg/m² = Acabados (Norma de cargas E.020 [1]).

50 Kg/m² = 0.25x200 Correspondiente al 25% de sobrecarga en el piso 1 (Norma Sísmica E. 030 [2]).

25 Kg/m² = 0.25x100 .Correspondiente al 25% de sobrecarga en la azotea (Norma Sísmica E. 030 [2])

Al considerar el área de 2.8x2.8 m = 7.84m² (área libre en planta) se tiene un peso total por piso de:

Piso 1: ΔP1 = 1650 Kg. Piso 2: ΔP2 = 1440 Kg; así el peso total del modulo es de 14640Kg

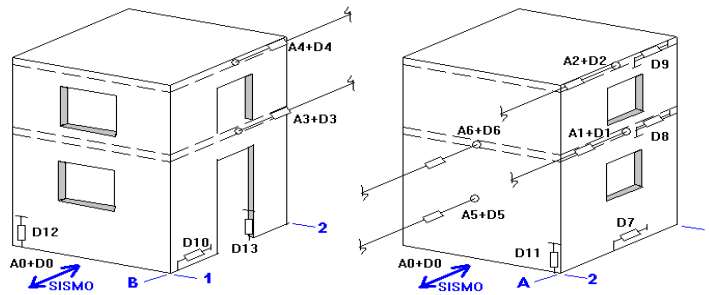
Para realizar la prueba se hicieron correcciones en referencia a la intensidad de la frecuencia del movimiento, ya que el modulo no cumple con las dimensiones de una vivienda normal y los muros son de diferente densidad en referencia a los sistemas tradicionales. Para efecto de entendimiento de la prueba, la frecuencia más alta utilizada corresponde a la de un terremoto de 7,75 en la escala de Richter por un lapso de 30 segundos. En la siguiente tabla se especifican los valores obtenido gradualmente en la prueba de sismicidad y en los gráficos 13 – 14 se muestra la disposición de los sensores y el realizamiento de la prueba.

Cuadro Nro. 39 Resultados de la Prueba de Carga Vertical del Modulo (2)

Fases del Sismo	Aceleración en Suelo Duro (Norma E.030 (2))	Aceleración del Simulador (Ao)	Desplazamiento del Simulador (Do)
Leve	0.1g	0.27g	30mm
Moderado	0.2g	0.54g	55mm
Severo	0.4g	1.08g	110mm
Catastrófico	0.5g	1.36g	140mm

Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Grafico 46 Disposición de los sensores sísmicos en el modulo



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Grafico 47 Test de Sismicidad aplicada al modulo



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Los resultados de la prueba fueron los siguientes:

Sismo Leve; fisuras leves en las esquinas del eje A – eje 2 y eje B – eje 2, en ambos casos junto a la zona de los chicotes.

Grafico 48 Comportamiento sísmico del modulo Nivel 1



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Sismo Moderado; fisuras finas en las caras internas de los talones del eje B, fisura diagonal corta en cara externa del eje A – eje 1 (esquina), fisura vertical en cara interna del eje 1 parte central. Las fisuras presentadas en esta etapa no atravesaron los paneles.

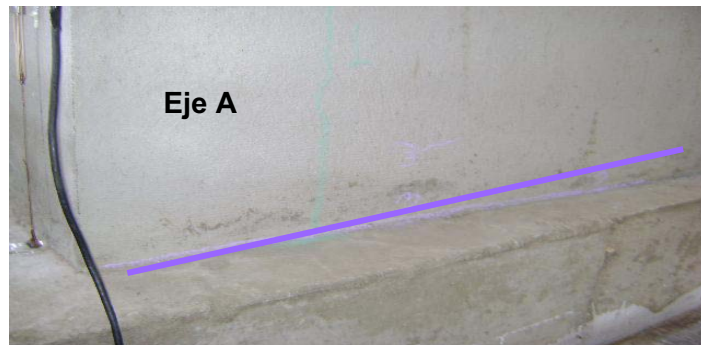
Grafico 49 Comportamiento sísmico del modulo Nivel 2



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Sismo Severo; fisuras horizontales en la cara interna y externa en la unión de los tableros con la cimentación (posiblemente provocadas por flexión o por posible desplazamiento)

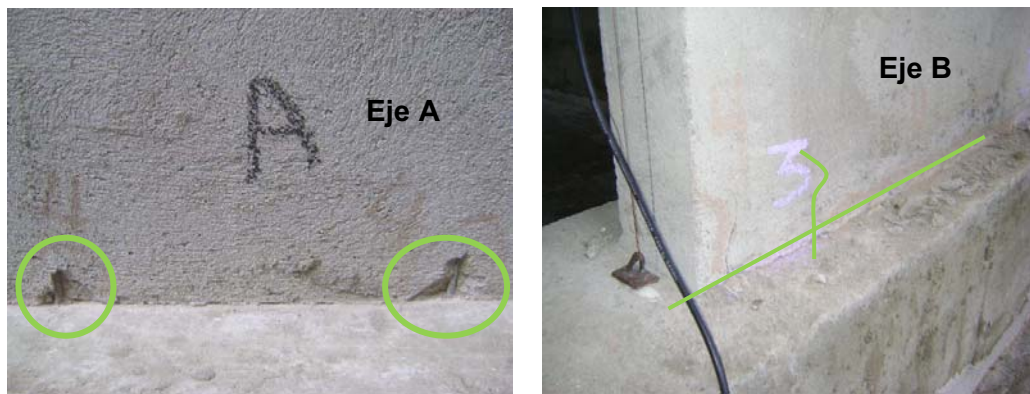
Grafico 50 Comportamiento sísmico del modulo Nivel 3



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Sismo Catastrófico; deslizamiento del módulo con respecto a la cimentación y rotación por flexión (eje A 4,6 mm, eje B 3,6 mm), ruptura del recubrimiento de uno de los chicotes en el eje A, doblamiento del mismo chicote (sumado al desplazamiento genera una reducción de la resistencia del módulo de 18,2 ton a 13,4 ton), ruptura del recubrimiento de la unión cimentación – tablero del 70 % del módulo. No se produjeron fisuras fatales en los muros ya que el esfuerzo cortante promedio que ejerció el sismo en los tableros fue de 6,76 kg/m² y la resistencia promedio de los tableros más el recubrimiento del micro hormigón es de 7,95 kg/m²

Grafico 51 Comportamiento sísmico del módulo Nivel 4

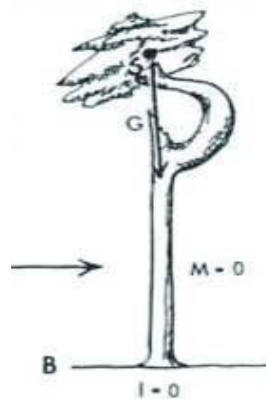


Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Comportamiento de Muros a Carga Axial Excéntrica; para entender mejor esta prueba definiremos lo que es carga axial y carga excéntrica.

Carga Axial: “fuerza cuya resultante pasa por el centroide de la sección bajo consideración y es perpendicular al plano de sección”

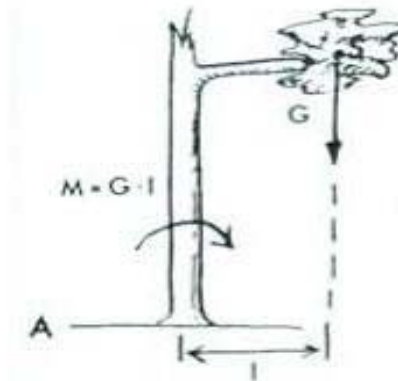
Grafico 52 Carga Axial



Fuente: http://tdd.elisava.net/img/tdd-10-ca-cs-an-9/TDD-10-CA-CS-AN_16_4.jpg

Carga Excéntrica: “fuerza perpendicular al plano de la sección bajo consideración, pero que no pasa por el centroide de la sección, flectando así el miembro que la soporta”. (MERRITT & RICKETTS, 2001. Cap. 5.1 Cargas de Diseño)

Grafico 53 Carga Excéntrica



Fuente: http://tdd.elisava.net/img/tdd-10-ca-cs-an-9/TDD-10-CA-CS-AN_16_4.jpg

Para este test se construyeron tres (A, B, C) paneles de idénticas características a los utilizados en el ensamblado del modulo tipo, los cuales fueron sometidos a una fuerza de compresión axial excéntrica. Para este efecto, la carga (P) se distribuyo en la superficie superior del muro, pero el eje de la prensa hidráulica se lo desfaso una tercera parte del ancho del panel para crear la carga excéntrica.

Resultados del test de comportamiento a Carga Axial Excéntrica

Los tres paneles no presentaron pandeo, separación de capas (micro hormigón polipropileno) presentaron una inclinación con respecto al eje vertical. Los paneles presentaros grietas similares en una de sus caras (la afectada por la excentricidad), siendo la mayor fisura de 0,5 mm.

La falla en los muros se presento al llegar a un promedio de compresión axial de 29.75 ton con 29% de dispersión de lo que se deduce y de a cuerdo a las variaciones de promedios de los muros que estos tienen una aceptación de carga de compresión de 21,09 ton, es decir 17,72 ton/m. Aceptando un factor de seguridad de 2 según la norma para este tipo de sistemas, y con muros de 10 cm de espesor y donde el giro de la losa proporcionaría una excentricidad de carga vertical, por lo que se tiene una resistencia admisible de 9 ton/ml

Con estas condicionantes de resistencia, la carga actuante por metro de longitud para cada piso seria:

Peso propio del muro $150 \times 2,4 = 360 \text{ Kg/m}$

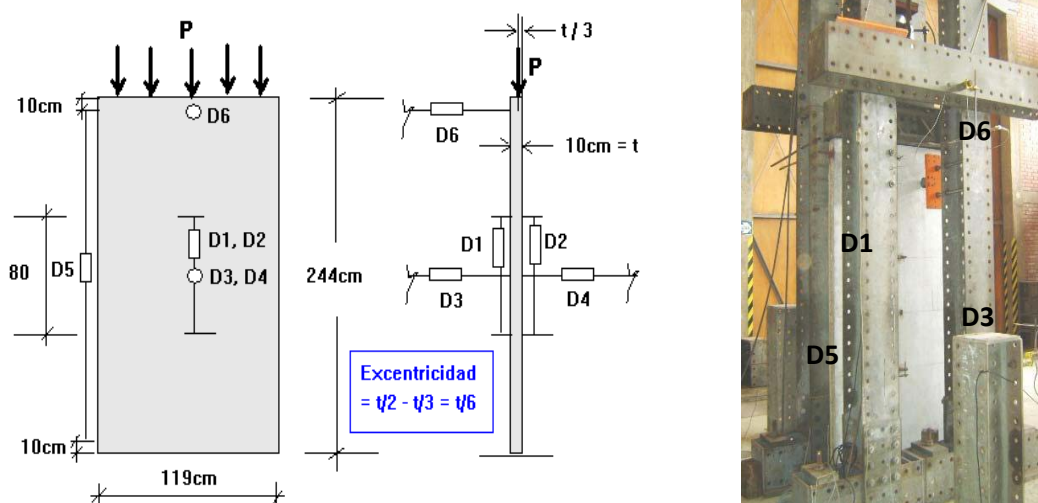
Peso propio de losa $200 \times 2,5 = 500 \text{ Kg/m}$

Acabados mas sobrecarga $(100 + 200) \times 2,5 = 750 \text{ Kg/m}$

Peso total por piso 1610 Kg/m

De lo que se deduce que una estructura de estas condiciones podría soportar hasta $9000/1610 = 5$ pisos Ensayo de Corte en Muros; se construyeron tres muros (C1, C2, C3) a los cuales se les aplico una carga lateral mono tónicamente creciente a razón de velocidad de 1 mm/min. El test se realizó en 6 etapas deteniendo la acción de carga cada 5mm de desplazamiento lateral con el fin de recoger los datos físicos y analíticos que se presenten.

Gráfico 54 Disposición de los sensores y Armado de la prueba



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

Resultados del Test de aplicación de Fuerza Cortante

Los tres muros presentaron una falla por flexión rompiéndose ligeramente los talones sometidos a compresión por efectos de la inclinación del muro. No se presentaron en ninguno de los tres casos problemas de traslapes entre las espigas y la malla o separación de capas del micro hormigón # polipropileno

Analizando los datos estadísticos de la prueba se tiene que:

$$K = 989(\text{resistencia Max. a corte}) / 2.31 = 428 \text{ Kg/mm}$$

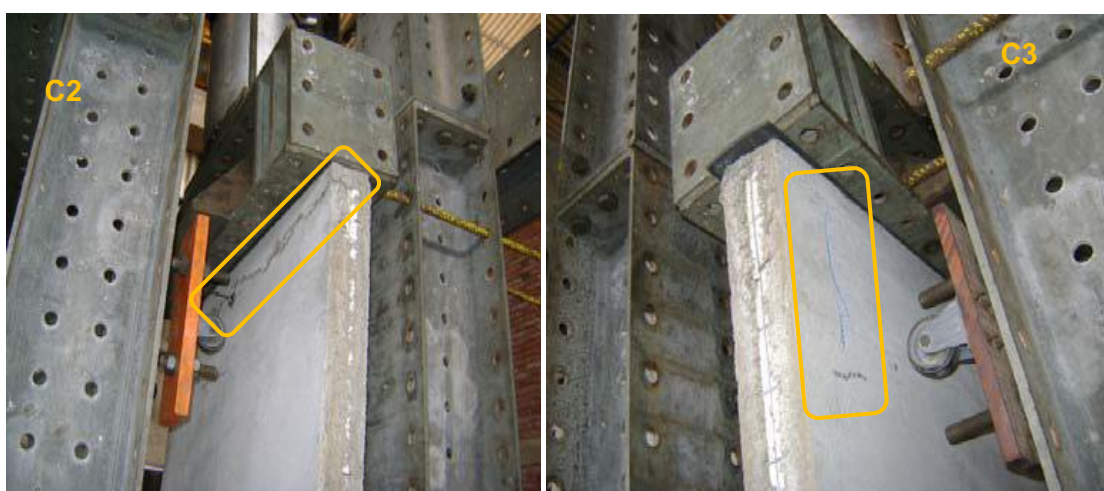
Conclusiones Generales de las Pruebas.

- En la parte constructiva la única dificultad es el control del fraguado del micro hormigón, ya que si existen cambios bruscos en la temperatura es muy probable que se presenten micro fisuras; que aunque no son de cuidado, deterioran la apariencia del material y en largo tiempo pueden perjudicar la resistencia de los muros.
- En cuanto al soporte de carga vertical, en las pruebas se diferenciaron dos niveles de resistencia de las losas al no contar con la capa de micro hormigón inferior; y como se expuso anteriormente contando con esta, se incrementaría el momento de la sección transversal, es decir por

consecuencia la rigidez a flexión. Por ello y en base a los cálculos se puede afirmar que los techos o losas de M2 cumplen a satisfacción las normas de soporte de carga vertical.

- Ante la prueba de sismicidad el material absorbió un sismo de 7,75 en la escala de Richter, perdiendo un 25% de su resistencia con lo que la estructura es aún habitable. Además el peso del modulo fue del 70% en correspondencia a una construcción tradicional (hormigón + ladrillo) lo que provoco que su inercia disminuyera y el grado de amortiguamiento de las ondas sísmicas fue el doble que en una construcción convencional. Por estas razones se lo puede catalogar al sistema como sismo-resistente.
- Si bien en los muros sometidos a carga axial produjeron fisuras, estas no fueron de consideración, además no se produjo pandeo en los paneles, ni separación entre las capas de micro-hormigón y el polipropileno. Aunque se produjo una inclinación de los paneles por la carga excéntrica, esta no se produciría en construcción ya que los paneles estarían arriostrados a la cimentación y no simplemente apoyados sobre una base. La carga que se recomienda utilizar como referente de 9 ton/m resultaría muy leve ya que este cálculo incluye un factor de seguridad de 2 sobre la resistencia mínima.
- De acuerdo a los cálculos la resistencia al corte de los paneles alcanzó los niveles teóricos esperados; hay que anotar además que el cálculo del modulo de elasticidad se lo hizo asumiendo valores en el modulo de Poisson adecuados para hormigón armado (0,15). Es por ello que se recomienda un aumento de 2 cm al ancho del recubrimiento de mortero, aunque este valor debe ser evaluado de acuerdo a las condiciones propias de cada proyecto.

Grafico 55 Acción de la fuerza cortante sobre los paneles C2 – C3



Fuente: PANECONS S.A - PUCP (marzo 2009) Publicación: Informe Técnico

ANEXO 2

Para una mejor explicación de los daños que la mala aplicación del sistema constructivo puede producir se los ha dividido según las etapas constructivas del mismo, a continuación se enumeraran las fallas de ejecución y su consecuencia.

Replanteo

- Columnas en posición incorrecta (modificación de inercias y momentos)
- Falta de alineación vertical (genera excentricidades no calculadas)

Encofrado y Colocación de Armaduras

- Insuficiente hierro de espera en las columnas.(fisura en el encuentro viga-columna)
- Torsión de los hierros de espera, posterior al hormigonado.(rompimiento de esquinas de la columna)
- Exceso o poco recubrimiento de la armadura en vigas y columnas.(retracción excesiva o humedad corrosiva)
- Dimensionamiento erróneo de columnas.(fisuras diagonales en los cerramiento de las plantas superiores)
- Omisión de separadores en vigas o viguetas.(Disminución de adherencia del hormigón con el acero, exposición a la corrosión)

Grafico 56 Colocación errónea del encofrado-falta de separadores



Fotografía de vivienda en construcción, trabajo de clase de la materia Construcciones IV (Mayo 2008) Tomada por el autor.

- Falta de patillas o insuficiente longitud de anclaje en vigas extremas. (Fisuras verticales en la cara superior de la viga)

- Separación excesiva de estribos (Disminución de resistencia a cortante y torsión)
- Separación insuficiente entre barras (Deficiente colado del hormigón)

Hormigonado

- Vibrado insuficiente (micro agujeros en el hormigón, menor resistencia)
- Desplazamiento o caída de la armadura durante hormigonado (fisuras de magnitud)
- Hormigón poco trabajable (zonas sin suficiente recubrimiento de hormigón)
- Hormigón defectuoso (falta de adherencia, resistencia, corrosión, pandeo)
- Curado defectuoso del Hormigón (fisuras, falta de adherencia)
- Movimiento del encofrado (fisuras leves)

Cerramientos

- Apoyo insuficiente en la mampostería (Normal $2e/3$ [e = espesor ladrillo])
- Chapado inadecuado (Desprendimiento de elementos)
- Anclaje inexistente (Pandeo y fisuración del muro o pared)

Cubiertas

- Incorrecta colocación de elementos de cubiertas (Filtraciones de agua)
- Uso de materiales inadecuados (Desprendimiento de material, humedad, filtraciones)
- Tratamiento incorrecto de puntos de unión, inicio o remate (Desprendimientos, filtraciones)

Instalaciones y Acabados

- Paso de instalaciones por lugares inadecuados (Deformaciones, fisuraciones, rellenos innecesarios, debilitamiento de estructura, etc.)
- Colocación incorrecta de acabados (Fisuraciones, perforaciones en la estructura, etc.)

Gráfico 57 Paso de instalaciones por lugares inadecuados



Fotografía de vivienda en construcción, trabajo de clase de la materia Construcciones IV (Mayo 2008) Tomada por el autor.

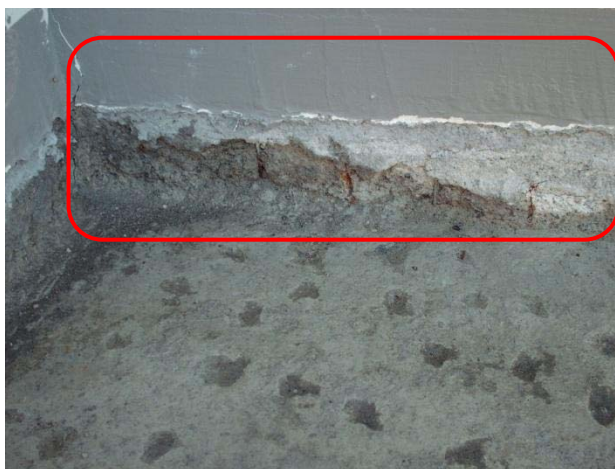
De la misma manera, el ladrillo puede sufrir alteraciones en su fabricación, puesta en obra o uso; unos de los principales problemas que suelen presentarse con este material son:

- Defectos de fabricación (caliches, exfoliaciones, cocción)
- Lesiones por el mortero (retracciones, movimientos diferenciales ladrillo/mortero)
- Lesiones causadas por agua (Humedad, condensación)
- Eflorescencias (manchas, desprendimiento del recubrimiento o acabado[pintura])
- Dilatación o Retracción excesiva (fisuraciones y grietas)
- Dado que no existe una normativa específica para el sistema constructivo M2, se ha creído conveniente adicionar a este anexo, casos de mala aplicación del sistema en viviendas en nuestra ciudad

Cubiertas

- Tratamiento incorrecto de puntos de unión, inicio o remate (Desprendimientos, filtraciones)
- Uso de materiales inadecuados (Desprendimiento de material, humedad, filtraciones)

Gráfico 58 Tratamiento Incorrecto de puntos de unión



Fotografía vivienda Sra. Betty Rodríguez, Terraza construida con el Sistema M-2 (Enero 2010), Tomada por el autor.

Grafico 59 Desprendimiento de material aislante (fragmento de losa)



Fotografía vivienda Sra. Betty Rodriguez, Terraza construida con el Sistema M-2 (Enero 2010), Tomada por el autor.

ANEXO 3

Tablas de datos recopilados de las viviendas representadas en los gráficos 52, 53, 54, respectivamente.

Propietario: HEREDEROS DEL DR. REINALDO VIVANCO CORDOVA			
CALLE Y NUMERO	SECTOR	CANTON	CIUDAD
Av. Mercadillo entre Lauro Guerrero y Ramón Pinto	Cuarto Centenario	Loja	Loja
AÑOS DE CONSTRUIDA	ESTADO DE CONSEVACIÓN		
28	Nueva ()	Regular (X)	Dañada ()
MATERIALES	PISOS		
	PRIMERA PLANTA	SEGUNDA PLANTA	TERCERA PLANTA
Estructura	H°A°	H°A°	H°A°
Paredes Exteriores	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.
Paredes Interiores	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.
Techo	Losa de H°A° de entrepiso	Losa de H°A° de entrepiso	Eternit y estruct. Metalica
Escaleras	H°A°	H°A°	H°A°
ESTADO DE LA EDIFICACION	Buena (90 %)	Buena (85 %)	Buena (85 %)
CUALIFICACION DE LA ZONA		PROTECCION DEL MEDIO	
Plusvalia	(X) Alta	Humedad	(x) Bajo
Zona Comercial Central	(X)	Acumulación de Frio	()
Zona Comercial NO Central	()	Acumulacion de Calor	(X) Alta
Zona Residencial Central	()	Aislamiento Acustico	(X) Bajo
Zona Residencial NO Central	(X)		
Estado de Conservación	(X) Buena		
NOTAS			
<p>La zona de ubicación actualmente es comercial, dispone de todos los servicios de infraestructura y es de fácil acceso. El primer piso es un departamento completo y un consultorio independiente. Segundo piso sala, comedor, cocina 3 dormitorios, cuarto de servicio; Tercer piso, 3 dormitorios, hall y terraza.</p> <p>No se observan mayores daños, salvo los causados por la humedad en el cielo raso de algunos sectores de la tercera planta dados por fisuras en el eternit. El aislamiento acústico es muy bajo, además que se ve acentuado por el alto tráfico vehicular</p>			
AVALUO ACTUAL (PRECIO DEL m2)		\$235 a \$255	

Propietario: Sr. HECTOR VINICIO PALACIO OCHOA Y ESPOSA			
CALLE Y NUMERO	SECTOR	CANTON	CIUDAD
Taquil y Belisario Moreno	La Banda	Loja	Loja
AÑOS DE CONSTRUIDA	ESTADO DE CONSEVACIÓN		
7	Nueva (<input checked="" type="checkbox"/>)	Regular (<input type="checkbox"/>)	Dañada (<input type="checkbox"/>)
MATERIALES	PISOS		
	PRIMERA PLANTA	SEGUNDA PLANTA	TERCERA PLANTA
Estructura	H°A°	H°A°	H°A°
Paredes Exteriores	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.
Paredes Interiores	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.	Ladrillo Rev.
Techo	Losa de H°A° de entrepiso	Losa de H°A° de entrepiso	Eternit
Escaleras	H°A°	H°A°	H°A°
ESTADO DE LA EDIFICACION	Buena (90 %)	Buena (95 %)	Buena (95 %)
CUALIFICACION DE LA ZONA		PROTECCION DEL MEDIO	
Plusvalia	(<input checked="" type="checkbox"/>) Media	Humedad	(<input checked="" type="checkbox"/>) Media
Zona Comercial Central	(<input checked="" type="checkbox"/>)	Acumulación de Frio	(<input type="checkbox"/>)
Zona Comercial NO Central	(<input type="checkbox"/>)	Acumulacion de Calor	(<input checked="" type="checkbox"/>) Media
Zona Residencial Central	(<input type="checkbox"/>)	Aislamiento Acustico	(<input checked="" type="checkbox"/>) Bajo
Zona Residencial NO Central	(<input checked="" type="checkbox"/>)		
Estado de Conservación	(<input checked="" type="checkbox"/>) Buena		
NOTAS			
Es una zona urbana en proceso de consolidación, no cuenta con todos los requerimientos urbanos (calles lastradas), su principal atractivo es su colindancia con el parque lineal La Banda y el zoológico municipal. Existe alta presencia de viviendas no terminadas, lo que desdibuja un tanto el aspecto general del sector. Se presentan problemas de incomodidad térmica, especialmente en la planta baja (muro de aterrazamiento). El aislamiento acústico es bajo, especialmente en las zonas adosadas.			
AVALUO ACTUAL (PRECIO DEL m2)		\$250 a \$290	

Propietario: Sra. Betty Rodríguez			
CALLE Y NUMERO	SECTOR	CANTON	CIUDAD
Av. Manuel Agustín A. y Miguel Riofrio (esquina)	Cuarto Centenario	Loja	Loja
AÑOS DE CONSTRUIDA	ESTADO DE CONSERVACIÓN		
2 (segunda y tercera planta)	Nueva (<input checked="" type="checkbox"/>)	Regular (<input type="checkbox"/>)	Dañada (<input type="checkbox"/>)
MATERIALES	PISOS		
	PRIMERA PLANTA	SEGUNDA PLANTA	TERCERA PLANTA
Estructura	H°A°	H°A°	M2
Paredes Exteriores	Ladrillo Rev.	M2	M2
Paredes Interiores	Ladrillo Rev.	M2	M2
Techo	Losa de H°A° de entrepiso	Losa de H°A° de entrepiso	M2
Escaleras	H°A°	H°A°	Metalica
ESTADO DE LA EDIFICACION	Buena (90 %)	Buena (100 %)	Buena (80 %)
CUALIFICACION DE LA ZONA		PROTECCION DEL MEDIO	
Plusvalia	(<input checked="" type="checkbox"/>) Alta	Humedad	(<input type="checkbox"/>) Alta (cubierta terraza)
Zona Comercial Central	(<input checked="" type="checkbox"/>)	Acumulación de Frio	(<input type="checkbox"/>)
Zona Comercial NO Central	(<input type="checkbox"/>)	Acumulacion de Calor	(<input checked="" type="checkbox"/>) Media
Zona Residencial Central	(<input type="checkbox"/>)	Aislamiento Acustico	(<input checked="" type="checkbox"/>) Alto
Zona Residencial NO Central	(<input checked="" type="checkbox"/>)		
Estado de Conservación	(<input checked="" type="checkbox"/>) Buena		
NOTAS			
La zona de ubicación es comercial, dispone de todos los servicios. Se produjeron demoras en la construcción por problemas de envío de los paneles. La construcción fue realizada por personal no calificado. Se presentan problemas de filtración de agua en la cubierta (terraza), al presentar fisuras en la capa de compresión del forjado y la misma carece de pendientes que permitan la evacuación de las aguas lluvias.(anexo 2)			
AVALUO ACTUAL (PRECIO DEL m2)		\$250 a \$290	

ANEXO 4

Análisis de precios unitarios de los rubros correspondientes al Sistema Constructivo M2 (Los rubros han sido determinados tanto por la empresa distribuidora como cotejados en experiencias en obra por un constructor en la localidad)

RUBRO: HORMIGON EN LOSA CIMENTACION e=10 cm f'c=210 kg/cm2 + encofrado		UNIDAD:m3			
DETALLE:					
<u>EQUIPOS</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
CONCRETERA	1	3		3.08	9.231
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS	1	3		6.03	9.04
VIBRADOR	1	2.5		2.28	5.7
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			1.83
				TOTAL	25.80
<u>MANO DE OBRA</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
MAESTRO	1	1.93	2.13	2.28	4.40
AYUDANTE	2	1.93	3.86	2.28	8.80
CARPINTERO	1	1.93	2.13	2.28	4.40
PEON	2	1.93	3.86	2.28	8.80
				TOTAL	26.40
<u>MATERIALES</u>					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
ARENA		m3	0.60	16.00	9.60
CEMENTO		Saco	7.20	6.93	49.90
GRAVA		m3	0.95	16.00	10.40
AGUA		m3	0.22	0.50	0.11
ENCOFRADO EN VIGAS		glb	1.00	16.00	16.00
				TOTAL	86.01
TOTAL COSTO DIRECTO					138.21
INDERECTOS Y UTILIDADES					27.64
COSTO TOTAL DEL RUBRO					165.85

RUBRO: REPLANTEO SOBRE CIMENTOS			UNIDAD:m2		
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.005
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.010	0.10
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.010	0.02
				TOTAL	0.12
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
Piola		U	1.00	0.05	0.05
Tiza		U	1.00	0.05	0.05
				TOTAL	0.10
TOTAL COSTO DIRECTO					0.22
INDERECTOS Y UTILIDADES					0.04
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.26

RUBRO: CORTE PREVIO DE PANELES			UNIDAD:m2		
DETALLE:					
<u>EQUIPOS</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
AMOLADORA	1	1.5		9	
				TOTAL	0.17
<u>MANO DE OBRA</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.018	0.17
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.018	0.03
				TOTAL	0.20
<u>MATERIALES</u>					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
				TOTAL	0.000
TOTAL COSTO DIRECTO					0.38
INDERECTOS Y UTILIDADES					0.01
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.39
RUBRO: MONTAJE DE PANELES DE MURO			UNIDAD:m2		
PSME 140 mm					
DETALLE:					
<u>EQUIPOS</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.93
<u>MANO DE OBRA</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.070	0.68
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.070	0.14
				TOTAL	0.81
<u>MATERIALES</u>					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
PANELES PSME-140 mm		m2	1.00	18.71	18.71
ALAMBRE DE AMARRE #16		Lb	0.05	0.16	0.08
				TOTAL	18.79
TOTAL COSTO DIRECTO					19.87
INDERECTOS Y UTILIDADES					3.97
COSTO TOTAL DEL RUBRO					23.84

RUBRO: MONTAJE DE PANELES DE MURO PSME 80 mm			UNIDAD:m2		
DETALLE:					
<u>EQUIPOS</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.63
<u>MANO DE OBRA</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.070	0.68
MAESTRO	1	2.13	1.93	0.070	0.14
				TOTAL	0.81
<u>MATERIALES</u>					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
PANELES PSME-80		m2	1.00	13.57	13.57
ALAMBRE DE AMARRE #16		Lb	0.05	0.16	0.08
				TOTAL	13.65
TOTAL COSTO DIRECTO					14.70
INDERECTOS Y UTILIDADES					2.94
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17.64
RUBRO: COLOCACION DE REFUERZOS TIPO U			UNIDAD:m2		
DETALLE:					
<u>EQUIPOS</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.051
<u>MANO DE OBRA</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	costo hora	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.016	0.15
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.016	0.03
				TOTAL	0.18
<u>MATERIALES</u>					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
REFUERZO TIPO U		m2	1.00	1.00	1.00
ALAMBRE DE AMARRE #16		Lb	0.10	0.16	0.02
			1.100	TOTAL	1.02
TOTAL COSTO DIRECTO					1.25
INDERECTOS Y UTILIDADES					0.25
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.50

RUBRO: COLOCACION DE REFUERZOS ANGULARES			UNIDAD:m2		
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.040
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	costo hora	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.016	0.15
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.016	0.03
				TOTAL	0.18
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
REFUERZO ANGULAR		m2	1.00	0.79	0.79
ALAMBRE DE AMARRE #16		Lb	0.10	0.16	0.02
				TOTAL	0.81
TOTAL COSTO DIRECTO					1.03
INDERECTOS Y UTILIDADES					0.20
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.23

RUBRO: COLOCACION DE REFUERZOS PLANOS			UNIDAD:m2		
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.040
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	costo hora	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.016	0.15
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.016	0.03
				TOTAL	0.18
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
REFUERZO PLANOS		m2	1.00	0.76	0.76
ALAMBRE DE AMARRE #16		Lb	0.10	0.16	0.02
			1.100	TOTAL	0.78
TOTAL COSTO DIRECTO					1.00
INDERECTOS Y UTILIDADES					0.20
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.20

RUBRO: COLOCACION DE GUIAS DE ESPESOR Y PROYECTADO		UNIDAD:m2			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.040
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.023	0.22
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.023	0.04
				TOTAL	0.26
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
TIRA DE MADERA		U	1.00	0.75	0.75
ALAMBRE DE AMARRE #16		Lb	0.05	0.16	0.08
				TOTAL	0.83
TOTAL COSTO DIRECTO					1.14
INDERECTOS Y UTILIDADES					0.23
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.37

RUBRO: PROYECCION DE MICRO HORMIGON EN MUROS			UNIDAD:m3		
DETALLE:					
<u>EQUIPOS</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
CONCRETERA	1	3		3.08	9.23
REVOCADORA	1	6		1.26	7.56
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			3.48
				TOTAL	20.27
<u>MANO DE OBRA</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	costo hora	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.160	1.54
ALBAÑIL	1	1.93	1.93	0.160	0.31
				TOTAL	1.85
<u>MATERIALES</u>					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
ARENA		m3	0.18	19.00	3.42
CEMENTO		saco	6.00	6.93	41.58
FIBRA DE POLIPROPILENO		Kg	0.90	24.28	21.85
ADITEC SF-155 PLASTIFICANTE PARA HORMIGON		Kg	1.91	1.26	2.41
AGUA		LI	25.00	0.02	0.50
				TOTAL	69.76
				TOTAL COSTO	
				DIRECTO	91.88
				INDERECTOS Y UTILIDADES	10.37
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	102.25

RUBRO: APUNTALAMIENTO DE FORJADOS O CUBIERTAS			UNIDAD:m2		
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	0.22
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.010	0.10
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.010	0.02
				TOTAL	0.12
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
ENCOFRADO METALICO		m2/30dias	1.000	4.48	4.48
				TOTAL	4.48
TOTAL COSTO DIRECTO					4.82
INDERECTOS Y UTILIDADES					0.96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.78

RUBRO: MONTAJE DE FORJADOS O CUBIERTAS		UNIDAD:m2			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			
				TOTAL	1.03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.025	0.24
MAESTRO	1	1.93	1.93	0.025	0.05
				TOTAL	0.29
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
PANELES PSL2-100		m2	1.00	20.53	20.53
ALAMBRE DE AMARRE #16		Lb	0.05	0.16	0.08
				TOTAL	20.61
				TOTAL COSTO DIRECTO	21.19
				INDERECTOS Y UTILIDADES	4.23
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	25.42
RUBRO: PROYECCION DE 1ra CAPA FORJADOS		UNIDAD:m3			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
CONCRETERA	1	3		3.08	9.231
REVOCADORA	1	6		1.26	7.56
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			3.48
				TOTAL	20.27
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.008	0.08
ALBAÑIL	1	1.93	1.93	0.008	0.02
				TOTAL	0.10
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
ARENA		m3	0.18	19.00	3.420
CEMENTO		saco	6.00	6.93	41.58

FIBRA DE POLIPROPILENO	Kg	0.90	24.28	21.85
ADITEC SF-155 PLASTIFICANTE PARA HORMIGON	Kg	1.91	1.26	2.41
AGUA	LI	25.00	0.02	0.500
			TOTAL	69.76
			TOTAL COSTO DIRECTO	90.13
			INDERECTOS Y UTILIDADES	18.02
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	108.15

RUBRO: VACIADO CAPA DE COMPRESION		UNIDAD:m3			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
CONCRETERA	1	3		3.08	9.231
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS	1	3		6.03	9.04
VIBRADOR	1	2.5		2.28	5.7
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			3.61
				TOTAL	27.58
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
MAESTRO	5	1.93	9.65	0.015	0.14
AYUDANTE	1	1.93	1.93	0.015	0.03
				TOTAL	0.17
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
ARENA		m3	0.70	19.00	13.30
CEMENTO		Saco	7.20	6.93	49.90
GRAVA		m3	0.72	14.00	10.08
AGUA		m3	0.19	0.25	0.05
				TOTAL	73.32
			TOTAL COSTO DIRECTO	101.08	
			INDERECTOS Y UTILIDADES	20.21	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	121.29	

RUBRO: TERMINACION CIELO RAZO			UNIDAD:m3		
DETALLE:					
<u>EQUIPOS</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA		REDIMIENTO	COSTO
CONCRETERA	1	3		3.08	9.231
REVOCADORA	1	6		1.26	7.56
HERRAMIENTA MENOR	1	5%			2.36
				TOTAL	19.15
<u>MANO DE OBRA</u>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	REDIMIENTO	COSTO
AYUDANTE	5	1.93	9.65	0.046	0.44
ALBAÑIL	1	1.93	1.93	0.046	0.09
				TOTAL	0.53
<u>MATERIALES</u>					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO
ARENA		m3	0.15	19.00	2.85
ADITEC SF-155 PLASTIFICANTE PARA HORMIGON		Kg	1.91	1.26	2.41
CEMENTO		saco	6.00	6.93	41.58
AGUA		Lt	20.00	0.02	0.40
				TOTAL	47.24
TOTAL COSTO DIRECTO					66.92
INDERECTOS Y UTILIDADES					13.38
COSTO TOTAL DEL RUBRO					80.30

ANEXO 5

A continuación se tomara como ejemplo el rubro Corte Previo de Paneles para desarrollar el cálculo que permitió obtener los rendimientos del Sistema Constructivo M2.

Cuadro Nro. 40 Rendimientos (CASSAFORMA - PANECONS)

RENDIMIENTOS		
RUBRO	RENDIMIENTO	UNIDAD
Replanteo sobre ciminetos	0.1	hH/m2
Corte previo de paneles	0.11	hH/m2
Montaje de paneles de Muro	0.43	hH/m2
Montaje de paneles para forjados o cubiertas	0.15	hH/m2
Colocacion de refuerzos	0.1	hH/m2
Colocación de guías de espesor	0.14	hH/m2
Proyección en muros	0.98	hH/m3
Apuntalamiento forjados o cubiertas	0.06	hH/m2
Proyección 1ra. Capa inferior forjados	0.05	hH/m3
Vaciado de capa de compresión	0.09	hH/m3
Terminación cielo raso	0.28	hH/m3

Fuente: Instrucciones Básicas para la Ejecución de Obras con Cassaforma

NOTA:

h = horas

H = hombre

Dado que las unidades de los rendimientos dados no corresponden a unidades factibles para elaborar un presupuesto, se procedió a transformarlas.

- Para transformar horas-Hombre/m2 a m2/horas-Hombre

$$\frac{1}{0.11} = 9,09 \frac{\text{m}^2}{\text{hH}}$$

- Para transformar m²/horas-Hombre a m²/horas (se multiplica por el número de trabajadores que forman la cuadrilla)

$$9,09 \frac{m^2}{hH} * 6 H = 54,4 \frac{m^2}{h}$$

- Para obtener el rendimiento en sentido la jornada de trabajo (8 horas)

$$54,54 \frac{m^2}{h} * 8 h = \mathbf{436,36 \frac{m^2}{h}}$$

Se obtiene un rendimiento dado en, unidades de medida (m²), sobre unidades de tiempo (horas-jornada); para efectos del cálculo presupuestario se trabajara con el inverso del rendimiento por practicidad de entendimiento de unidades *horas/m²*

$$0.11 \frac{hH}{m^2} \div 6H = \mathbf{0.018 \frac{h}{m^2}}$$