

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**FACTIBILIDAD TÉCNICA - ECONÓMICA DE LA APLICACIÓN
DEL SISTEMA PANEL SANDWICH EN TABIQUERÍA DE
EDIFICACIONES COMERCIALES**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MARCOS FRANCISCO ROJAS ANGEL

Lima- Perú

2015

ÍNDICE

	N° pág.
RESÚMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL SISTEMA	10
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.....	10
1.2. MATERIALES CONSTITUTIVOS	11
1.2.1. Poliestireno expandido – EPS	12
1.2.2. Hormigón liviano.....	19
1.2.3. Láminas de óxido de Mg o Ca con malla de fibra de vidrio.....	23
1.3. PROCESO DE FABRICACIÓN EN PLANTA.....	24
1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL PANEL.....	25
CAPÍTULO II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS	31
2.1. ALMACENAJE Y TRANSPORTE	31
2.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO – SECUENCIA.....	32
2.2.1. Unión entre paneles	35
2.2.2. Unión al casco estructural	35
2.2.3. Detalles de instalación.....	36
2.2.4. Sellado e impermeabilización.....	37
2.3. MANTENIMIENTO.....	37

2.4.	VENTAJAS DEL SISTEMA.....	38
2.4.1.	Resistencia al fuego.....	38
2.4.2.	Impermeable y a prueba de humedad.....	39
2.4.3.	Aislamiento acústico.....	39
2.4.4.	Soporta carga puntual.....	40
2.5.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SANITARIAS Y GAS.....	40
2.6.	CARPINTERÍA.....	41
	CAPÍTULO III: PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN.....	42
3.1.	ALCANCES DEL PROYECTO.....	42
3.2.	PRESUPUESTOS.....	43
3.2.1.	Sistema La Casa.....	44
3.2.2.	Sistema Multi-Space.....	46
3.3.	PROGRAMACIÓN.....	47
	CAPÍTULO IV: ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO.....	48
4.1.	ANÁLISIS CUALITATIVO.....	48
4.1.1.	Sistema La Casa – Albañilería Armada.....	48
4.1.2.	Comparación.....	58
4.2.	ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	59
4.2.1.	Del costo.....	59
4.2.2.	Del plazo.....	60
4.2.3.	De las propiedades físicas y mecánicas.....	61
	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
5.1.	CONCLUSIONES.....	66
5.2.	RECOMENDACIONES.....	67
	BIBLIOGRAFÍA.....	68
	ANEXO.....	69

RESÚMEN

En el presente Informe de Suficiencia se analiza la factibilidad técnica – económica de la aplicación del sistema panel sándwich en tabiquería de edificaciones comerciales. Para conseguir este objetivo se compara el costo y el plazo de ejecución con los del ladrillo sílico calcáreo en albañilería armada.

En el Capítulo I se realiza una descripción general del sistema de paneles usados en muros no portantes, los materiales constitutivos del panel, el proceso de fabricación de este panel y sus características físicas y mecánicas.

En el Capítulo II se detallan las especificaciones técnicas constructivas, la secuencia constructiva, los detalles de la instalación y las ventajas de este sistema de paneles.

En el Capítulo III se analizan el costo y el plazo de ejecución de los muros no portantes en una torre de 3 sótanos y 12 pisos destinada a oficinas comerciales. Los muros del proyecto se ejecutaron con ladrillo sílico calcáreo en albañilería armada y se modela el costo y plazo con el panel sándwich.

En el Capítulo IV se comparan las características técnicas y económicas de ambos sistemas.

El sistema de paneles sándwich aplicado a muros no portantes tiene como una de sus bondades la reducción en la mano de obra y en el plazo.

LISTA DE CUADROS

	N° pág.
Cuadro 1.1: Dosificación referencial para hormigón liviano.....	22
Cuadro 1.2: Componentes y principales características que aportan al panel.....	25
Cuadro 1.3: Dimensiones y pesos disponibles.....	26
Cuadro 1.4: Propiedades del panel obtenidos en los ensayos realizados en Chile.....	29
Cuadro 2.1: Espesores y tiempo de resistencia al fuego.....	38
Cuadro 2.2: Espesores y aislamiento acústico.....	39
Cuadro 3.1: Detalle de metrados por niveles y torres.....	44
Cuadro 3.2: Presupuesto de muros de albañilería.....	45
Cuadro 3.3: Resumen del presupuesto contractual.....	46
Cuadro 3.4: Análisis de precios unitarios de muro con ladrillo P-10.....	46
Cuadro 3.5: Dimensiones y cantidades importadas de panel.....	47
Cuadro 3.6: Precio del panel.....	48
Cuadro 4.1: Cuadro de beneficios.....	59
Cuadro 4.2: Cuadro comparativo de costo.....	61
Cuadro 4.3: Cuadro comparativo de plazo.....	62
Cuadro 4.4: Cuadro comparativo de pesos.....	63
Cuadro 4.5: Tabla comparativa de pesos.....	64
Cuadro 4.6: Tabla N°3 del Reglamento Nacional de Edificaciones.....	65
Cuadro 4.7: Comparación de resistencia al fuego.....	65
Cuadro 4.8: Comparación de aislamiento acústico.....	66

LISTA DE FIGURAS

	N° pág.
Figura 1.1: Materiales constitutivos del panel sándwich.....	11
Figura 1.2: Distribución de la malla de fibra de vidrio en el óxido de magnesio.....	11
Figura 1.3: Perlas y fragmento de poliestireno expandido.....	12
Figura 1.4: Obtención del polímero expandible.....	13
Figura 1.5: Obtención del estireno.....	14
Figura 1.6: Proceso de obtención del poliestireno expandible.....	14
Figura 1.7: Esquema de transformación del EPS.....	17
Figura 1.8: Panel prefabricado de hormigón liviano.....	22
Figura 1.9: Detalle de la lámina que protege al panel.....	23
Figura 1.10: Secuencia productiva de los paneles sándwich.....	24
Figura 1.11: Espesores disponibles del panel.....	28
Figura 1.12: Aislamiento acústico.....	30
Figura 1.13: Resistencia a la flexión.....	30
Figura 1.14: Resistencia al fuego.....	30
Figura 1.15: Resistencia a la humedad.....	30
Figura 1.16: Carga puntual.....	30
Figura 1.17: Test sísmico.....	30
Figura 2.1: Diseño de transporte vertical.....	31
Figura 2.2: Transporte vertical con eslingas.....	31
Figura 2.3: Ubicación correcta en el frente de trabajo.....	31
Figura 2.4: Movimientos en el frente de trabajo.....	32
Figura 2.5: Corte de los paneles.....	32
Figura 2.6: Anclaje con epóxico de los paneles.....	32
Figura 2.7: Colocación del pegamento epóxico.....	32
Figura 2.8: Perforación para anclajes de acero.....	33
Figura 2.9: Manipulación correcta del epóxico.....	33
Figura 2.10: Disposición de anclajes de acero.....	33
Figura 2.11: Distribución de mortero de pega.....	33
Figura 2.12: Unión entre dos paneles.....	34
Figura 2.13: Ranuras para instalación eléctrica.....	34
Figura 2.14: Terminación con mortero de pega.....	34

Figura 2.15: Blanqueamiento de muros.....	34
Figura 2.16: Detalle de colocación de anclajes en la unión de dos paneles.....	35
Figura 2.17: Detalle de colocación y amarre entre paneles.....	35
Figura 2.18: Detalle de colocación y anclajes en un encuentro en L.....	36
Figura 2.19: Detalle de colocación y anclajes en un encuentro en T.....	36
Figura 2.20: Detalle de colocación de dinteles.....	37
Figura 2.21: Secuencia y resultados luego de someter el pórtico a 1000° Celsius.....	38
Figura 2.22: Comparación entre el panel y un ladrillo.....	39
Figura 2.23: Pruebas con carga puntual e instalaciones.....	40
Figura 2.24: Detalle de instalaciones eléctricas.....	40
Figura 2.25: Detalle de carpintería de madera.....	41
Figura 3.1: Diagrama Gantt.....	49
Figura 4.1: Detalles y elementos del muro.....	51
Figura 4.2: Trazado de la ubicación del tabique y el eje del muro a construir.....	52
Figura 4.3: Detalles de instalaciones sanitarias y eléctricas.....	52
Figura 4.4: Perforaciones sobre el trazado del tabique.....	53
Figura 4.5: Varillas ancladas con epóxico.....	53
Figura 4.6: Detalle de traslape de acero vertical.....	54
Figura 4.7: Para el caso de alfeizar se anclan varillas de 8 mm.....	54
Figura 4.8: Detalles de puentes con pernos expansivos.....	55
Figura 4.9: Detalles de anclaje paralelo.....	55
Figura 4.10: Colocación de concreto.....	56
Figura 4.11: Colocación de varilla horizontal.....	56
Figura 4.12: Cortes para terminaciones de los muros.....	56
Figura 4.13: Cortes con amoladora para instalaciones sanitarias y eléctricas.....	57
Figura 4.14: Detalles de instalaciones sanitarias y eléctricas.....	57
Figura 4.15: Asentado de la última hilada.....	58
Figura 4.16: Detalle de aislamiento de alfeizar con tecnopor.....	58
Figura 4.17: Detalle de encuentro de muros en T.....	59
Figura 4.18: Protocolo de calidad de La Casa.....	59
Figura 4.19: Comparación de beneficios en la aplicación.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

Ca	: Calcio
Db	: Unidad de medida de la intensidad del sonido – decibeles
EPS	: Poliestireno expandido
FCI-PUCP	: Facultad de Ciencias e Ingeniería-Pontificia Universidad Católica del Perú
Hrs	: Horas
Mg	: Magnesio
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones

INTRODUCCIÓN

La construcción industrializada es la mecanización de las técnicas de construcción y tiene una relación directa con la prefabricación, que es la producción de elementos constructivos fuera o al pie de la obra. Cuando estos elementos constructivos son producidos en serie se dice que son industrializados, pues en su fabricación se siguen procedimientos industriales.

Esta forma de construir es mucho más racional que la de los sistemas tradicionales y conlleva una serie de ventajas que permiten construcciones rápidas, con mayor calidad y más económicas, pero no ha logrado imponerse en nuestro país por una serie de razones que tienen mucho que ver con aspectos socioeconómicos y culturales.

En este informe se evalúa la factibilidad técnica – económica de la aplicación del sistema panel sándwich en tabiquería de edificaciones comerciales. Para ello se compara este panel con el sistema de albañilería armada La Casa, que usa como unidades de albañilería a los ladrillos sílico calcáreos.

Se analizan los costos, plazos y bondades técnicas de cada uno de estos sistemas en la ejecución de una torre de oficinas de 12 pisos, con lo cual podemos ver los beneficios que brinda la ingeniería química a la construcción.

CAPÍTULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL DEL SISTEMA

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El Sistema Constructivo No Convencional “Sistema Modular Panel Sándwich” es un sistema de construcción que se clasifica como industrializado, ya que los paneles son prefabricados en serie a escala industrial en un proceso repetitivo y frecuente.

Los Paneles Sándwich están compuestos por un núcleo de 60 a 90 mm de espesor de hormigón liviano con perlas de poliestireno expandido y aditivos, el cual es reforzado en sus dos caras con láminas de alta resistencia anti flexión compuesta por óxido de magnesio o calcio y una malla de fibra de vidrio, las cuales son pegadas al núcleo con un epóxico especial, lográndose un panel monolítico. De este modo se obtiene un sistema tridimensional ligero y de gran rigidez.

El ancho estándar de los paneles es de 61 cm y los espesores 75, 100 y 150 mm, mientras que la longitud del elemento es variable dependiendo del lugar de aplicación y a solicitud del cliente.

Estos paneles son colocados en obra según la disposición arquitectónica de los tabiques. Se unen entre sí mediante un sistema machihembrado y al casco estructural mediante anclajes de acero corrugado y pegamento extrafuerte (Sika Ceram 180). De esta manera se van conformando las divisiones de los ambientes.

La modularidad del sistema favorece la integración con otros sistemas de construcción y sus características termo acústicas permiten que sea utilizado en proyectos donde el confort es requisito del usuario. El espesor del panel depende de la aplicación que vaya a tener el panel en la edificación.

Para la instalación de estos paneles se debe contar con requisitos mínimos de capacitación en el sistema por presentar un proceso repetitivo y sencillo de ejecutar, lográndose así que se reduzca el presupuesto de la mano de obra.

1.2. MATERIALES CONSTITUTIVOS

Este panel sándwich está conformado por un núcleo de concreto liviano que tiene como elemento granular a las perlas de poliestireno expandido y está reforzado por ambas caras con una lámina conformada por una malla de fibra de vidrio embebida en una mezcla de óxido de magnesio u óxido de calcio adheridos firmemente al núcleo con un epóxico.

Mediante un proceso industrial automatizado de alta tecnología, se logra un producto de gran resistencia mecánica, gran aislamiento térmico y acústico e impermeabilidad.

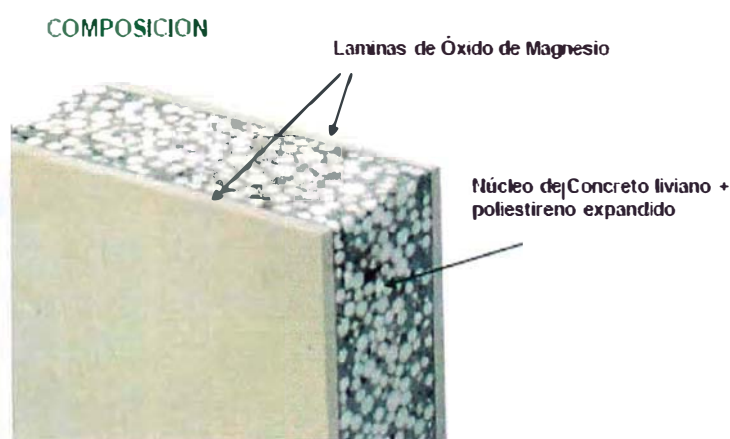


Figura 1.1: Materiales constitutivos del panel sándwich

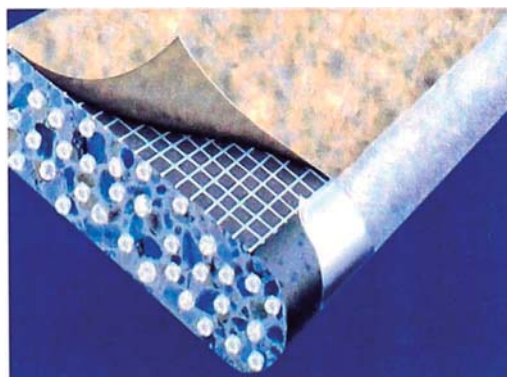


Figura 1.2: Distribución de la malla de fibra de vidrio embebida en el óxido de magnesio

1.2.1. Poliestireno expandido – EPS

El Poliestireno Expandido, o de forma abreviada EPS, es una espuma plástica, rígida y ligera fabricada a partir de perlas de poliestireno que contienen una pequeña cantidad de un agente expandente, el pentano. Cuando estas perlas se someten a alta temperatura mediante vapor de agua, el pentano se evapora expandiendo las perlas en una primera fase hasta 50 veces su volumen inicial. Tras un almacenaje o maduración de las perlas pre-expandidas, se someten nuevamente a inyección de vapor confinadas en moldes cerrados, expandiéndose nuevamente hasta soldarse entre sí para formar bloques o formas adaptadas a aplicaciones específicas, quedando así el EPS listo para su incorporación en el mercado.

El EPS se utiliza en el sector de la construcción principalmente como aislamiento térmico y acústico, en el campo del envase y embalaje para diferentes sectores de actividad y en una serie de aplicaciones diversas.



Figura 1.3: Perlas y fragmento de poliestireno expandido

OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

El poliestireno expandido se obtiene a partir de la transformación del poliestireno expandible. Esta materia prima es un polímero del estireno (plástico celular y rígido) que contiene un agente expansor, el pentano.

Como casi todos los materiales plásticos, el poliestireno expandido deriva en último término del petróleo.

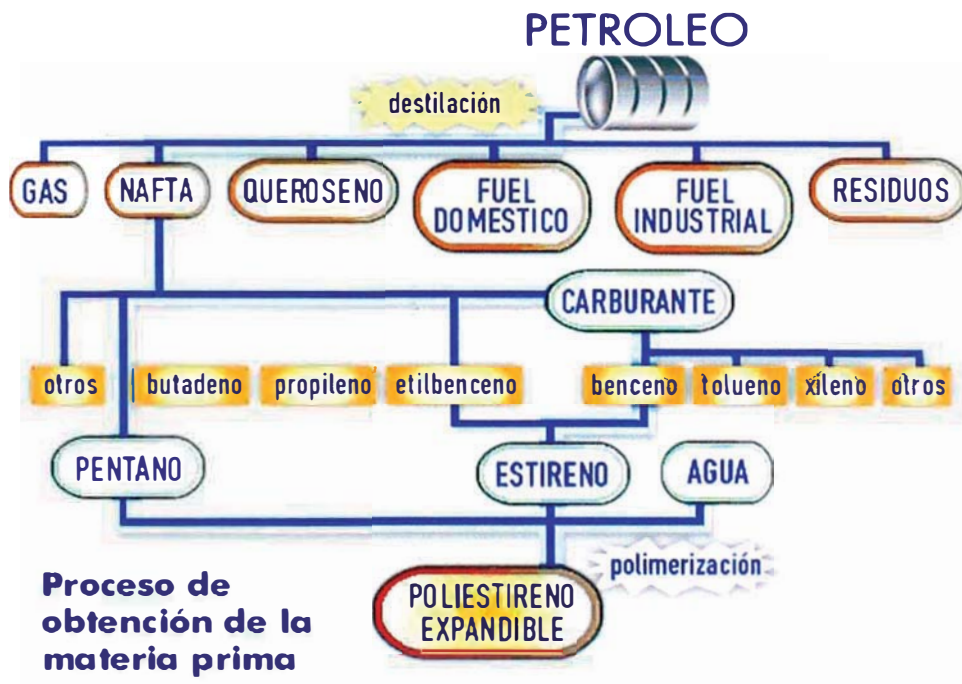


Figura 1.4: Obtención del polímero expandible

A partir del procesado del gas natural y el del petróleo se obtienen, mayormente como subproductos, el etileno y diversos compuestos aromáticos. De los cuales obtenemos el estireno.



Figura 1.5: Obtención del estireno

Este estireno monómero junto con el agente expansor (pentano) sufre un proceso de polimerización en un reactor con agua, dando lugar al poliestireno expandible, la materia prima de partida para la fabricación del poliestireno expandido.

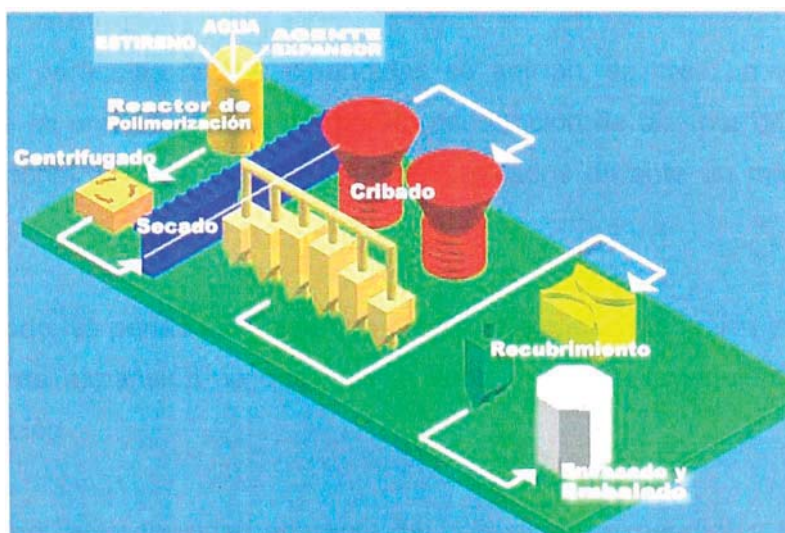


Figura 1.6: Proceso de obtención del poliestireno expandible

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL EPS

Una vez obtenido el poliestireno expandible, materia prima del poliestireno expandido, utilizaremos métodos puramente físicos para obtener el EPS. Estos métodos constan en cuatro etapas que a continuación se explicarán:

1ª ETAPA: PREEXPANSIÓN

La materia prima se calienta en unas máquinas especiales denominadas preexpansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aproximadamente 80 – 100 °C. En función de la temperatura y del tiempo de exposición la densidad aparente del material disminuye de unos 630 kg/m³ a densidades que oscilan entre los 10 – 30 kg/m³.

En el proceso de preexpansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior.

2ª ETAPA: REPOSO INTERMEDIO Y ESTABILIZACIÓN

Cuando las partículas recién expandidas se enfrían, se crea un vacío en su interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. Para ello, el material se deja reposar en silos ventilados durante un mínimo de 12 horas.

De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación.

Dependiendo de la densidad aparente del poliestireno expandido a transformar, puede someterse la materia prima preexpandida a una segunda preexpansión, o bien, directamente pasar al proceso de transformación propiamente dicho.

3ª ETAPA: PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

BLOQUE

La perla expandida entra en un bloque en el que se ve sometida a un proceso de soldadura, que se consigue mediante su sometimiento a una aportación de vapor de agua durante un periodo que varía según la densidad aparente de la pieza a obtener, proceso realizado en una autoclave. Después de un proceso de estabilización sale de la máquina un bloque.

MOLDEADO

El moldeado es un proceso similar al del bloque, solo que éste se realiza en una máquina en la cual hay un molde con la forma concreta de la pieza que se va a fabricar. En este proceso el material se introduce en el molde y es soldado mediante aporte de calor.

4ª ETAPA: CORTE MECANIZADO

CORTE EN RECTO

Los bloques de poliestireno expandido obtenidos pueden ser cortados en planchas como último paso del proceso de fabricación para dejar el material preparado para servir al consumidor. Dicho proceso se lleva a cabo mediante la utilización de una mesa de corte en tres dimensiones en la que hay dispuesto un sistema de hilos calientes que nos permiten hacer del bloque tantas planchas como sea posible de las medidas requeridas. El tamaño final de cada plancha puede ser ajustado para satisfacer las necesidades de los clientes.

CORTE EN FORMAS

Cuando es necesario obtener formas más complicadas, el bloque es mecanizado en pantógrafos de control numérico, que permite realizar cortes en dos dimensiones.

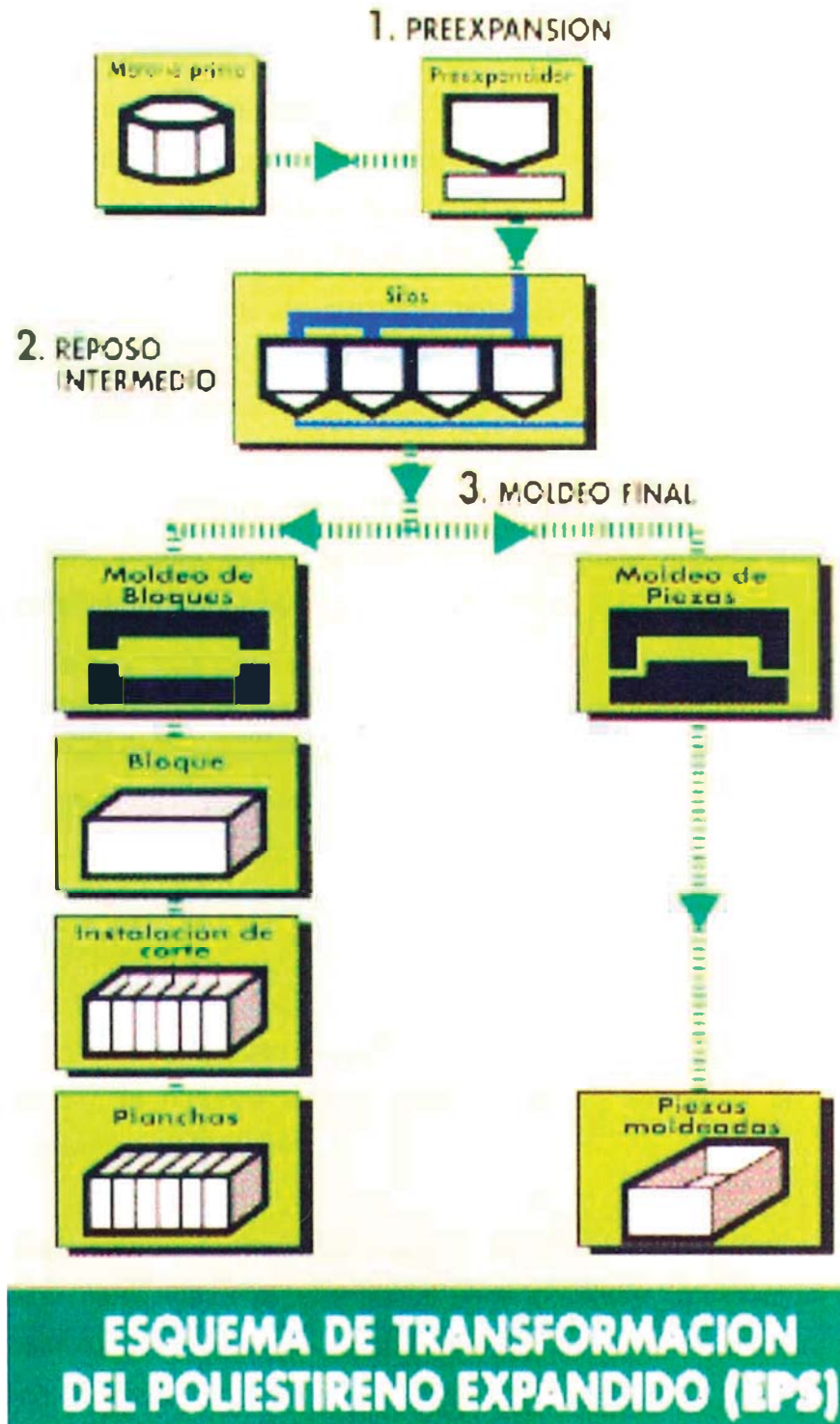


Figura 1.7: Esquema de transformación del EPS

PROPIEDADES

La propiedad más característica es su higiene, ya que es inmune al ataque de microorganismos, por lo que no se pudre ni descompone, lo que lo convierte en un material idóneo para el envase de productos frescos.

Otra propiedad importante es su baja densidad, resistencia a la humedad y capacidad de absorción de impactos, por lo que también se usa para envasar elementos frágiles como electrodomésticos o componentes eléctricos.

En el sector de la construcción su principal propiedad, aparte de su ligereza, es su capacidad como aislante térmico y acústico, utilizándose como tal en fachadas, cubiertas o suelos.

El poliestireno expandido es reutilizable en el 100 % para usarlo en la fabricación del mismo material y también es reciclable para obtener materias primas para la fabricación de otros materiales.

Puede ser incinerado de manera segura ya que sólo emite vapor de agua y dióxido de carbono.

Dentro de sus propiedades negativas se encuentra que no es un material biodegradable, la naturaleza solo puede dividir su estructura en moléculas mínimas, pero no biodegradarlo.

El principal método de reciclaje para el poliestireno expandido consiste en despedazar mecánicamente el material para mezclarlo con material nuevo y formar bloques de poliestireno expandido que pueden contener hasta un 50 % de material reciclado.

1.2.2. Hormigón liviano

Los hormigones livianos se designan en la norma ACI 213R (1987) como aquellos que poseen una densidad en estado seco al aire menor a 1850 Kg/m³.

Sus ventajas y campo de uso es bastante amplio, sobre todo en los casos donde se desea obtener aislamiento térmico y secundariamente acústico, y también donde se desea disminuir el peso muerto que actúa sobre los elementos estructurales resistentes, obteniendo como ventaja que se puedan utilizar fundaciones de menor tamaño. También permiten edificaciones de mayor altura y el desarrollo de tecnologías de prefabricación, disminuyen las fuerzas sísmicas y presentan un mejor comportamiento térmico, el que se traduce como una menor deformabilidad ante cambios de temperatura.

Entre sus principales limitaciones podemos mencionar su baja resistencia y su alta retracción hidráulica, por lo que debe ser importante tener en cuenta estos aspectos al contemplar su uso.

Las densidades requeridas en los hormigones livianos se obtienen mediante la incorporación de aire en el hormigón, el cual se puede introducir de dos maneras: a través de los áridos, empleando áridos livianos o directamente en la masa del hormigón.

Hormigón con áridos livianos

Los áridos livianos utilizados en el hormigón pueden tener dos orígenes:

- Origen natural.
- Producidos artificialmente.

Hormigón con áridos livianos de origen natural

Son los hormigones livianos confeccionados con áridos en los cual el aire está atrapado en forma natural, por ejemplo en rocas de origen volcánico, como las lavas o piedra pómez, y también los originados de los desechos de la madera, como la viruta y el aserrín.

Las densidades obtenidas de los áridos de origen volcánico son más bien altas, rondando el límite de aceptación de la densidad para hormigones livianos. Por otra parte, el uso de viruta y aserrín en la confección de hormigón liviano puede causar un efecto retardador sobre el fraguado de la pasta de cemento, dependiendo del tipo de madera de la cual se obtengan los desechos.

Hormigón con áridos livianos de origen artificial

Los áridos livianos de origen artificial corresponden a materiales especiales, los que al ser sometidos a tratamientos térmicos, producen liberación de gases en su interior, por lo que se expanden disminuyendo su densidad. Un ejemplo de este tipo de áridos es el poliestireno expandido, el cual fue utilizado en la confección de los paneles sándwich.

El uso de áridos livianos de origen artificial permite obtener densidades menores que los de origen natural y también mayores resistencias.

Hormigones livianos con aire incorporado en su masa

Hay dos métodos para la incorporación de aire en la masa del hormigón:

- Mediante una granulometría cavernosa.
- Mediante el uso de aditivos incorporadores de aire.

Hormigón con una granulometría cavernosa

Para este tipo de hormigón liviano la granulometría debe tener un contenido mínimo de granos finos. Para ello se puede emplear un solo árido grueso, en el cual se debe utilizar la cantidad estrictamente necesaria de pasta de cemento para recubrir y ligar entre sí sus partículas.

Las densidades obtenidas en este tipo de hormigones son más bien altas, pero su retracción hidráulica es baja.

Hormigones con aire incorporado mediante aditivos

En este tipo de hormigones livianos el aire se incorpora mediante aditivos similares a los que se usan para la protección de hormigones de los ciclos hielo y deshielo, pero en una proporción más alta.

Principalmente se emplean aditivos de dos tipos: aditivos que producen su acción mediante reacciones químicas con los componentes del cemento y los que producen su acción mediante efectos físicos.

Propiedades de los hormigones livianos

Las propiedades del hormigón con áridos livianos dependen en gran medida de la cantidad y propiedades del árido particular que se esté utilizando, así como también de los otros componentes del hormigón (dosis de cemento, agua, granulometría), por lo que es posible inferir que el uso de un determinado árido liviano no define en sí las propiedades del hormigón.

La durabilidad de los hormigones livianos no ha sido estudiada con certeza, pero si se puede señalar que en comparación con los hormigones convencionales, son más susceptibles a los ataques agresivos externos y a los fenómenos de corrosión.

En cuanto a su retracción hidráulica, tampoco existen estudios sistemáticos al respecto, pero se puede señalar que su valor es aproximadamente el doble que en los hormigones convencionales.

Ventajas de los hormigones livianos

- Baja densidad y conductividad térmica
- Resistencias a la acción del hielo – deshielo y a la acción del fuego
- Al ser más livianos tienen ventajas en cuanto a su transporte y montaje de elementos y estructurales, lo que se traduce en economía en el uso de estos hormigones
- Aceptable aislamiento acústico

Cuadro 1.1: Dosificación referencial para hormigón liviano

DOSIFICACIÓN								
Tabla referencial de dosificación para hormigón liviano por m ³ .								
Densidad aparente del Hormigón Kg/m ³	Perlas <i>ExpanPol</i>		Cemento	Arena		Agua	Resistencia compresión	Coefficiente de conduc. térmica
	(Lt)	bolsas	(Kg)	(Kg)	(Lt)	(Lt)	(Kg/cm ²)	(Kcal*m/m ² *h°C)
600	1170	4.7	320	142	89	138	14	0.16
700	1105	4.6	320	239	149	141	20	0.18
800	1040	4.2	320	336	210	144	23	0.22
900	1000	4.0	330	415	259	155	33	0.26
1000	950	3.8	330	508	318	162	38	0.29
1100	900	3.6	330	598	374	172	48	0.34
1200	810	3.2	330	695	434	175	59	0.40

Fuente: fábrica de poliestireno expandido *ExpanPol* - Argentina



Figura 1.8: Panel prefabricado de hormigón liviano

1.2.3. Láminas de óxido de Mg o Ca con malla de fibra de vidrio

Las caras del panel de concreto liviano son reforzadas con láminas conformadas por unas mallas de fibra de vidrio embebida en una pasta de óxido de magnesio o calcio.

El núcleo es unido a las láminas de tal manera que conforman un panel sándwich monolítico de alta resistencia.

Estas láminas presentan un núcleo incombustible especialmente tratado para ser resistente a la absorción de agua, protegido por una malla tejida de fibra de vidrio resistente al crecimiento de hongos.

Muestra una estabilidad dimensional que asegura su resistencia a la deformación, ondulación, pandeo y deflexión sobre una superficie plana y uniforme. Dada la distribución de las fibras de vidrio presenta una alta resistencia a la flexión en ambas direcciones, por lo que puede ser instalado tanto en dirección vertical como horizontal a los elementos estructurales.

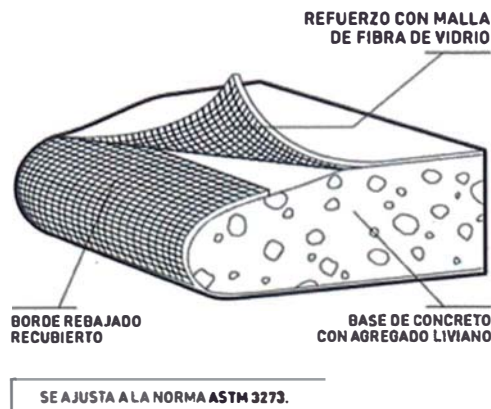


Figura 1.9: Detalle de la lámina que protege al panel

1.3. PROCESO DE FABRICACIÓN EN PLANTA

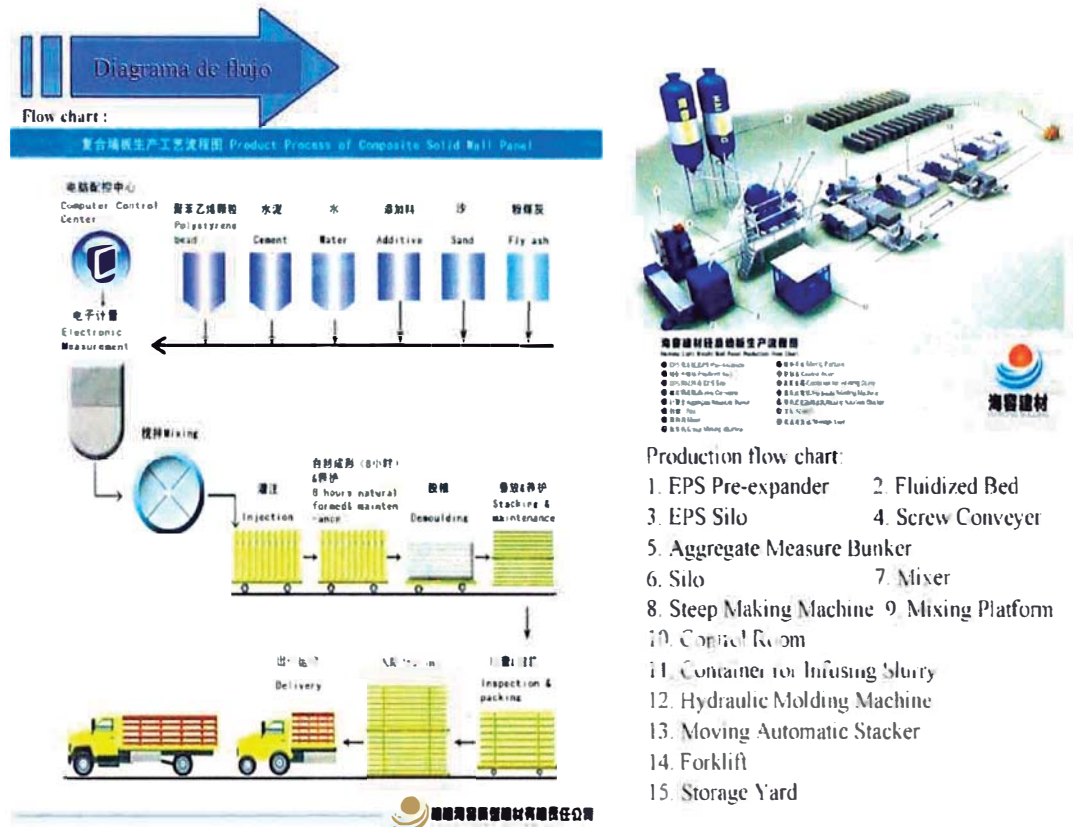


Figura 1.10: Secuencia productiva de los paneles sándwich

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN

1. Pre-expansor de EPS
2. Lecho fluidizado
3. Silo de EPS
4. Tornillo transportador
5. Silo de agregados
6. Silo de cemento
7. Mezclador
8. Máquina de fuerza
9. Plataforma de mezclado
10. Caseta de control
11. Recipiente para la infusión de suspensión
12. Máquina de moldeo hidráulico
13. Apilador automático
14. Carretilla elevadora
15. Patio de almacenamiento

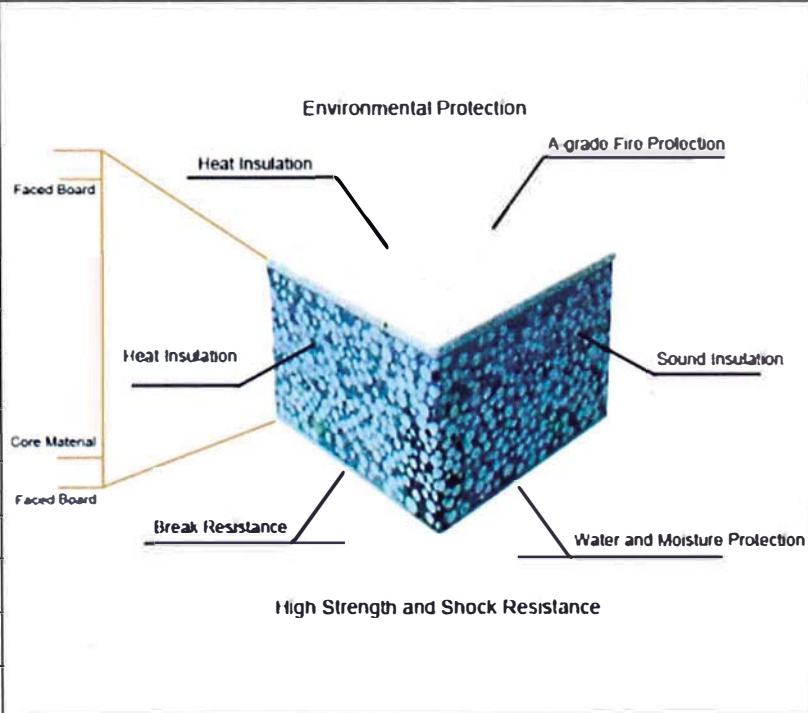
1.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL PANEL

DESCRIPCIÓN:

Panel de pared reforzada en sus caras con una malla de fibra de vidrio como cáscara y con un núcleo de hormigón de áridos livianos de poliestireno.

Se trata de un nuevo muro que cumple la función de brindar seguridad y protección del medio ambiente, sólido, ligero, fino, de alta resistencia, resistente al impacto, resistente a los terremotos, a prueba de fuego, a prueba de humedad, con buen aislamiento acústico y aislamiento térmico, la prevención de insectos, tratamiento antipolilla, baja contracción por secado, baja absorción de agua, corte fácil, de fácil instalación, de superficie lisa, reduce los costos de transporte, se puede reciclar.

Cuadro 1.2: Componentes y principales características que aportan al panel

FABRICANTE	Fujian Hairong New Building Materials Co., Ltd	
PRODUCTO	Composite solid wall panel Panel Sandwich	
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	A prueba de fuego Peso ligero y de alta resistencia Aislamiento acústico Aislamiento térmico A prueba de agua Ahorra espacio y dinero Fácil de instalar y decorar No contamina el medio ambiente	

Fuente: El fabricante Multi-Space

DIMENSIONES Y PESOS:

Los tamaños son flexibles para satisfacer al cliente.

Cuadro 1.3: Dimensiones y pesos disponibles

Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (mm)	Densidad (kg/m ²)
2.27	61	50	38
		60	42
		75	45
		90	52
		100	56
2.44		120	62
		125	65
		135	68
3.00		150	72
		165	78
		180	85
	200	95	

Fuente: El fabricante Multi-Space

VENTAJAS DEL PANEL

1. Peso ligero:

Su densidad es solamente 750-800kg/m³, y el peso del panel de pared grueso de 75mm es 60kg/m², que es solamente 1/3 del de pared de ladrillo la casa, la 1/2 del de concreto aireado, y 1/7 del de pared de albañilería gruesa de 120 mm con el tarrajeo en ambos lados.

2. Resistencia al fuego:

Puede resistir el fuego a 1000 grados Celsius por más de 4 horas, sin producir ningún gas tóxico.

3. Resistente a la Humedad:

Se obtuvo buenos resultados en ensayos de humedad. Por lo tanto, no hay preocupación sobre abultar, florescencia, deformación, degeneración de la fuerza debido a la absorción de la humedad. Es aplicable para las áreas mojadas como cocinas, cuartos de baño y sótanos.

4. Aislamiento Acústico:

Tiene capacidad excepcional de la absorción acústica y de aislamiento. La capacidad del aislamiento acústico de un tablero de 90mm de espesor es 42dB, que es de lejos más alto que el de otras paredes de albañilería, y cumple con los rangos indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones de aislamiento acústico para las casas residenciales.

5. Aislamiento térmico y aislamiento de calor

Hoy en día, el sector de la construcción da gran importancia a la característica ahorro de energía en edificios. El panel de pared se hace de vermiculita natural pura, de la harina del cuarzo de pureza elevada, de la fibra inorgánica de la fibra y de planta, con un proceso de curado con el vapor de la temperatura alta y de la alta presión. Además, la estructura alveolada interna también contribuye a su característica notable de aislamiento térmico.

6. Una mejor resistencia del terremoto y estabilidad total:

Montados en una estructura, los paneles de pared tienen una capacidad resistente a los impactos que es 1.5 veces más alta que la de las paredes de albañilería normales. La resistencia a terremoto es diez veces más que las paredes de albañilería normales.

7. Instalación fácil:

El panel de pared se puede acanalar libremente, clavar directamente o encajar con los pernos de expansión para colgar cosas pesadas, como el aire acondicionado; La fuerza colgante monopunto está sobre 45kg; Además, el panel de pared tiene una superficie plana y lisa, que es compatible con los azulejos y acabado con empapelado.

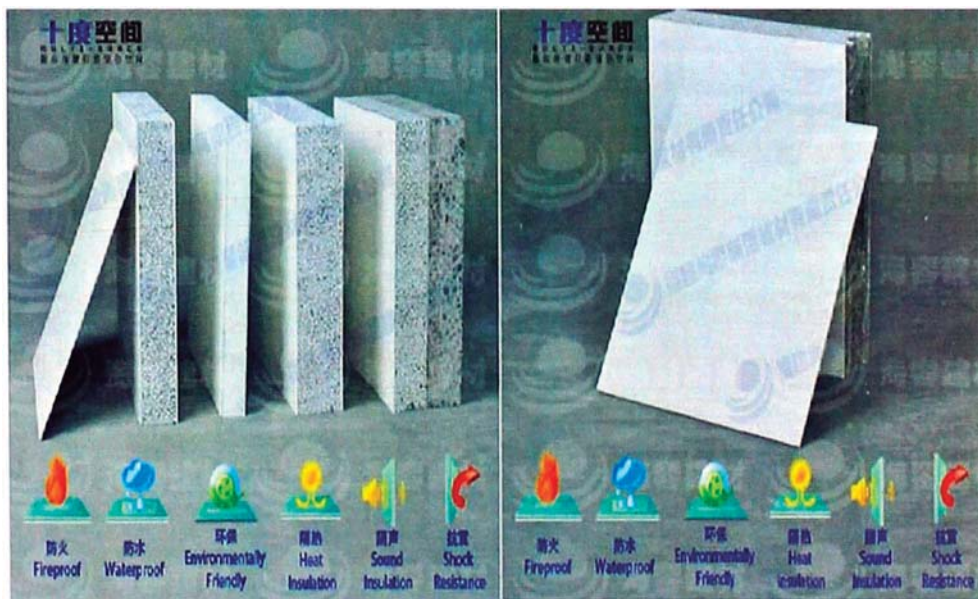


Figura 1.11: Espesores disponibles del panel

INDICES DE RENDIMIENTO

Cuadro 1.4: Propiedades del panel obtenidas en ensayos realizados en Chile

PROPIEDADES TECNICAS	UNIDAD	ESESOR		
		60 mm	90 mm	120 mm
Largo	mm	2.440 (+/- 5 mm)		
Ancho	mm	610 (+/- 2 mm)		
Peso	Kg	54		
Peso Unitario	Kg/m ²	36,28		
Rendimiento	m ² /Turno	40 a 60 m ²		
Resistencia Compresión <i>P3; Cert. DICTUC N°976.799</i>	Kg/ml Kg/cm ²	17.934 50		
Resistencia al Corte <i>P1; Cert. DICTUC N°976.799</i>	Kg/ml Kg	1.406 1.500		
Resistencia a la Flexión <i>P1; Cert. DICTUC N°976.799</i>	Kg/ml Kg/cm ²	925 20		
Resistencia al Impacto	Panel de 90 mm = 240 J Cumple con NCh 806.EOf71			
Resistencia a la Penetración	Panel de 90 mm > 300 kgf Cumple con NCh 806.EOf72			
Modulo de Elasticidad E	Kg/cm ²	35000		
Transmitancia Termica <i>Certificado IDIEM N° 709.109</i>	$U=W/(m^2 \cdot ^\circ K)$	1,73	1,21	0,93
Resistencia Termica <i>Certificado IDIEM N° 709.107</i>	$R=(m^2 \cdot ^\circ K)/W$	0,578	0,879	1,079
Conductividad Termica <i>Certificado IDIEM N° 709.107</i>	$W/(m \cdot ^\circ K)$	0,12 masa del hoemigon liviano 0,24 fibrocemento		
Resistencia al Fuego <i>Certificado IDIEM N° 709.478</i>	F (min)		120	
Aislacion Acustica <i>Certificado IDIEM N° 709.706</i>	dB		45	
Conservacion del Mediambiente	100% Libre de Asbesto			

Fuente: Empresa chilena <http://www.comintecc.cl>

PRUEBAS DE LABORATORIO:



Figura 1.12: Aislamiento acústico



Figura 1.13: Resistencia a la flexión



Figura 1.14: Resistencia al fuego



Figura 1.15: Resistencia a la Humedad



Figura 1.16: Carga puntual



Figura 1.17: Test sísmico

CAPÍTULO II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS

2.1. ALMACENAJE Y TRANSPORTE

Los paneles llegan a la obra en contenedores de 20 pies los cuales traen de 250 a 350 m², dependiendo de las dimensiones solicitadas. Se descargan los paneles con un montacargas de 3 toneladas, apilando máximo 10 paneles para evitar dañar las caras de protección y el aplastamiento.

Se dispone un área cercana al elevador montacargas para almacenar los paneles en rumas de 10 e ir subiéndolos a los frentes de trabajo con el apoyo de dos peones y un riggers en caso de usar la torre grúa.

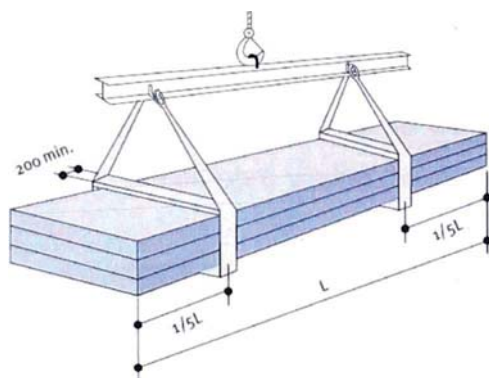


Figura 2.1: Diseño de transporte vertical



Figura 2.2: Transporte vertical con eslingas

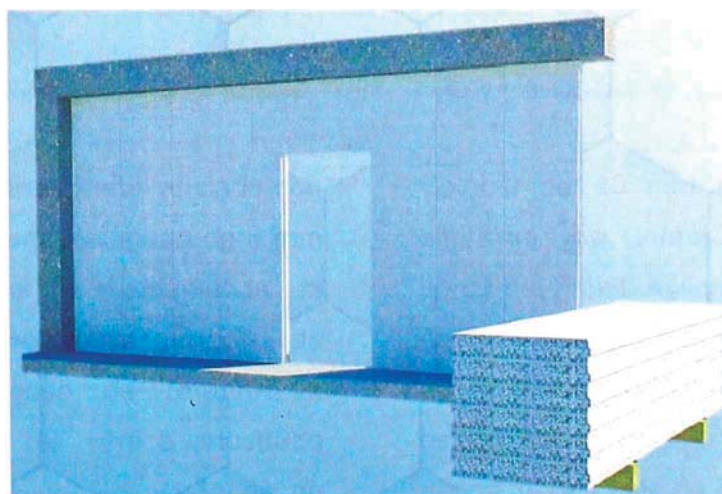


Figura 2.3: Ubicación correcta en el frente de trabajo

2.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO – SECUENCIA



Fig. 2.4: Movimientos en el frente de trabajo



Fig. 2.5: Corte de los paneles

Antes del comienzo de las actividades en el frente de trabajo, se recomienda utilizar los elementos de protección personal. Cada panel es fácil de transportar entre dos.

Para cumplir con las dimensiones de vanos indicadas en los planos los paneles se pueden cortar y moldear mediante la utilización de amoladoras o sierras por un peón.

Los paneles pueden colocarse de forma horizontal o vertical de acuerdo a las necesidades en obra y a los diseños previos de la modulación.



Fig. 2.6: Anclaje con epóxico de los paneles



Fig. 2.7: Colocación del pegamento epóxico

Colocar el primer panel anclado con epóxico y acero corrugado de 8 mm a la columna y manteniendo un correcto aplome anclar un barra de acero corrugado de 8 mm en diagonal en el vértice mostrado sobre la losa con la ayuda de un taladro.

Colocar de 40 mm a 50 mm de altura de Sika Ceram 180 a todo el borde del panel. Aplicar un adhesivo estructural para anclar el panel con acero corrugado de 8mm al pórtico estructural y colocar el panel con ayuda de una pata de cabra.



Fig. 2.8: Perforación para anclajes de acero

Realizar las perforaciones en el canto del panel instalado y en un segundo panel para insertar tres barras de acero corrugado en forma transversal, dispuestas en forma proporcional a lo largo del panel.



Fig. 2.9: Manipulación correcta del epóxico

Aplicar un adhesivo estructural en las barras de acero corrugado a insertar y en los espacios perforados, un vez limpios, aspirados y sin elementos volátiles que perjudiquen al adhesivo.

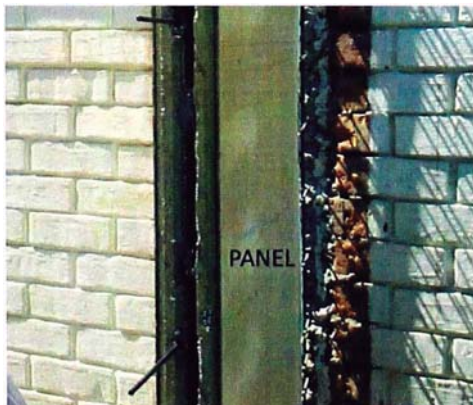


Fig. 2.10: Disposición de anclajes de acero

Instalar tres barras de acero corrugado en los espacios perforados del primer panel.



Fig. 2.11: Distribución de mortero de pega

Colocar un mortero adhesivo en el segundo panel para realizar la junta con el primer panel.

Se recomienda esperar los tiempos de fraguado según lo indicado por el fabricante del mortero, teniendo especial cuidado según la ubicación geográfica y climática del proyecto.

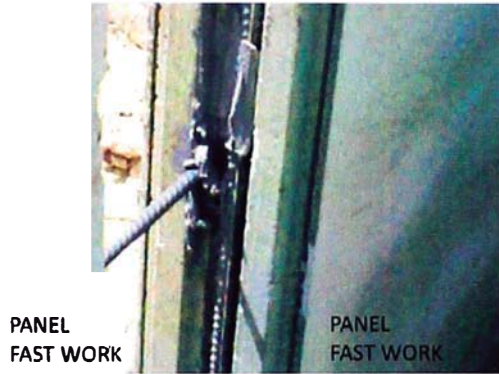


Fig. 2.12: Unión entre dos paneles

Instalar el segundo panel de tal forma que permita calzar las perforaciones con las barras dispuestas en el primer panel. Luego, apriete los paneles entre sí con la ayuda de la pata de cabra para lograr mayor adherencia entre ellos.



Fig. 2.13: Ranuras para instalación eléctrica

En los muros se pueden realizar socavados o ranuras con la amoladora para alojar las instalaciones eléctricas, sanitarias o de gas. Y rellenarlos con un mortero en base a cemento, eliminando el sobrante de mortero.



Fig. 2.14: Terminación con mortero de pega

Para que el muro quede dispuesto en forma correcta, las juntas deben ser repasadas mediante un mortero de concreto para el sellado final.



Fig. 2.15: Blanqueamiento de muros

Luego de concretar la obra gruesa y el trazado de instalaciones en los muros, se procede a terminar los acabados finales de su elección.

2.2.1. Unión entre paneles

Se realizan 3 perforaciones en los paneles a las mismas alturas con la finalidad de unirlos con acero corrugado de 8mm y con un pegamento epóxico.

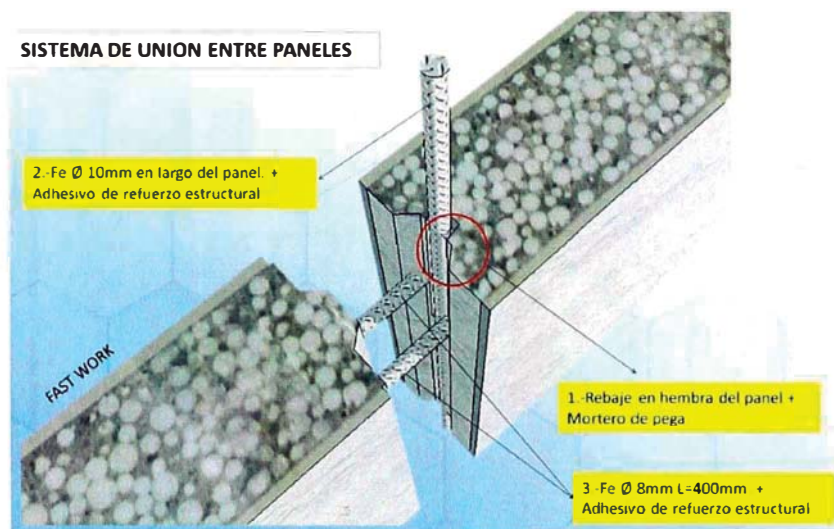


Fig. 2.16: Detalle de colocación de anclajes en la unión de dos paneles

2.2.2. Unión al casco estructural

Los paneles se anclan al casco estructural con acero corrugado de 8mm y 20 cm de longitud, pegándolos con un pegamento epóxico.



Fig. 2.17: Detalle de colocación y amarre entre paneles

2.2.3. Detalles de instalación

Cuando se presenta un encuentro de dos paneles en L estos se unen con acero corrugado de 8 mm y de 20 cm de longitud, separados 30 cm de los bordes.

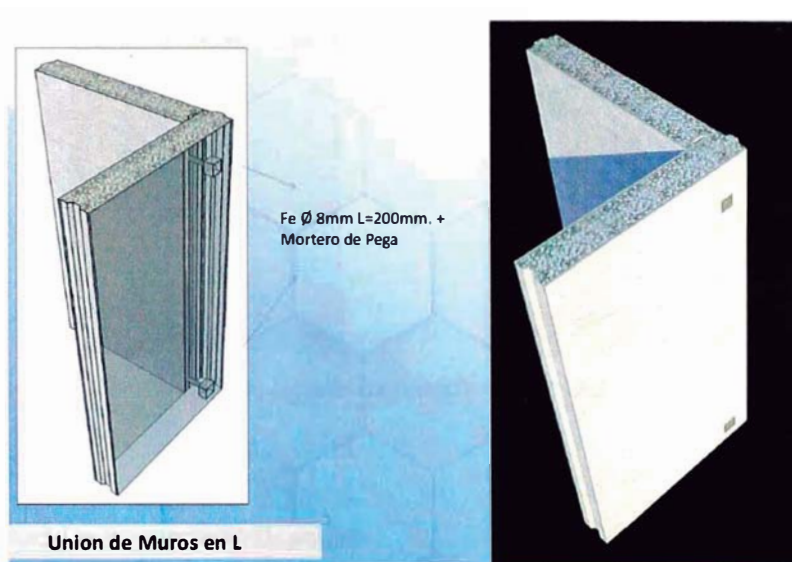


Fig. 2.18: Detalle de colocación y anclajes en un encuentro en L

Cuando se presenta un encuentro de dos paneles en T estos se unen con acero corrugado de 8 mm y de 20 cm de longitud separados 30 cm de los bordes.

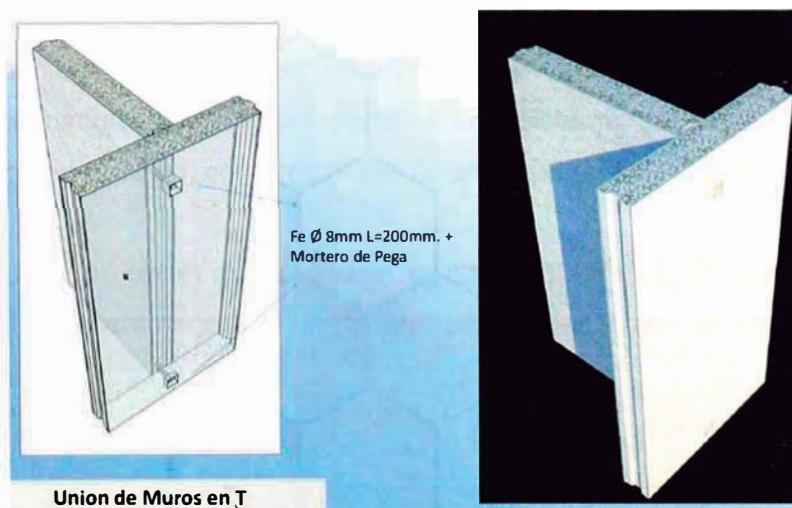


Fig. 2.19: Detalle de colocación y anclajes en un encuentro en T

Para ejecutar los dinteles de panel sándwich es necesario realizar un rebaje de 30 cm en los paneles donde reposará el dintel, tal cual muestra la imagen.

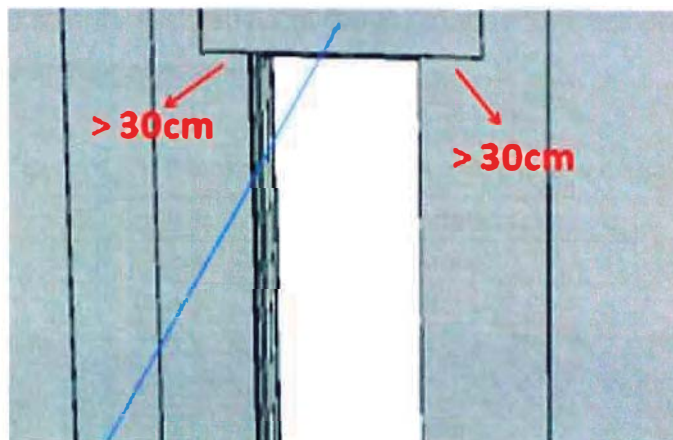


Fig. 2.20: Detalle de colocación de dinteles

2.2.4. Sellado e impermeabilización

El sellado de las juntas entre paneles o con el pórtico se realiza con mortero Sika Ceram 180, dejando como resultado una superficie lisa e impermeable.

2.3. MANTENIMIENTO

El mantenimiento que requiere una superficie impermeable de este tipo es únicamente pintura, igual a las paredes con sistema tradicional. No implica incrementos en el costo, como se presenta en tabiquería de drywall.

En caso que el panel sufra cortes o abolladuras que no perjudiquen su estabilidad solo será necesario un mortero para poder reparar el daño.

2.4. VENTAJAS DEL SISTEMA

2.4.1. Resistencia al fuego

Presenta una excelente resistencia al fuego, a altas temperaturas y por tiempo prolongado y no emite gases tóxicos.

Cuadro 2.1: Espesores y tiempo de resistencia al fuego

ID	Espesor	Tiempo de resistencia al fuego
1	7.5 cm	2.0 horas
2	10 cm	3.5 horas



Figuras 2.21: Secuencia y resultados luego de someter el pórtico a 1000 grados Celsius

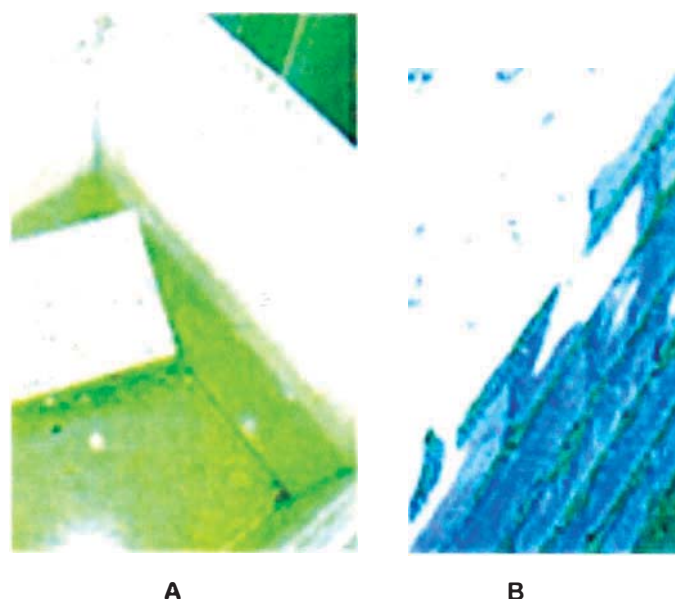
1. El panel se instala en el marco y listo para ser probado.
2. Los sensores de temperatura se conectan a la computadora y al panel.
3. Extracción y transporte del panel en el horno de pruebas.
4. El panel se saca del horno después de 3 horas a 1000 grados.
5. La superficie que refuerza el panel esta ligeramente afectada.



2.4.2. Impermeable y a prueba de humedad

Si construyéramos una piscina con este panel y sin aplicar pinturas resistentes al agua, la capa exterior del panel permanecerá seca y no aparecerán glóbulos. Se puede mantener el agua en la piscina sin fugas.

En comparación, una pared de ladrillo no será capaz de mantener el agua sin aplicar una capa superficial impermeable.



A

B

A: Estanque hecho de panel

B: Estanque hecho de ladrillo

Fig. 2.22: Comparación entre el panel y un ladrillo

2.4.3. Aislamiento acústico

Tiene un mayor aislamiento de sonido en comparación con otros muros de ladrillo. Habiéndose obtenido de pruebas en laboratorio el siguiente resultado.

Cuadro 2.2: Espesores y aislamiento acústico

ID	Espesor	Aislamiento de Sonido
1	7.5 cm	35 dB
2	10 cm	40 dB

2.4.4. Soporta carga puntual

En un muro de este panel se pueden instalar tornillos de fijación y a través de ellos colgar televisores, muebles, aire acondicionado, etc.; llegando a soportar una carga puntual de 50 kg.



Fig. 2.23: Pruebas con carga puntual e instalaciones

2.5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SANITARIAS Y GAS

Estas instalaciones se realizan con ayuda de una amoladora que permita hacer los canales para alojar la tubería

Se realizan las respectivas pruebas de instalación y funcionamiento requeridas por los estándares de calidad.



Fig. 2.24: Detalle de instalaciones eléctricas

2.6. CARPINTERÍA

Los trabajos de carpintería en este sistema no requieren de ninguna condición especial, es decir, se los trata como en el sistema tradicional.



Fig. 2.25: Detalle de carpintería de madera

CAPÍTULO III: PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN

Se presenta el metrado, presupuesto y programación de la obra.

3.1. ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto es un edificio destinado a oficinas ubicado en la esquina de la Av. Las Leyendas y el pasaje Julio Raffo correspondiente al distrito de San Miguel.

La parte frontal del edificio, donde se encuentra la Av. Las Leyendas tiene una longitud de 25 m; la parte ubicada por el pasaje Julio Raffo mide 24 m y los otros lados colindan con propiedades de terceros.

El edificio tiene forma rectangular, con un área de terreno de 600 m², tiene una zonificación Z-5 siendo comercio distrital y R-6 equivalente a residencial de alta densidad según el Reglamento Nacional de Edificaciones. El área de construcción urbana es IV y tiene un coeficiente máximo de edificación de 4.8.

El terreno en el cual se cimienta esta edificación corresponde a una grava con un esfuerzo admisible de 3 kg/cm².

3.2. PRESUPUESTOS

El presupuesto se ha calculado en base al metrado y a los costos unitarios de las partidas. Los precios de las partidas consideran los rendimientos de mano de obra y costos de materiales con información actual del mercado.

Se analizará el presupuesto de la ejecución de la partida de muros con albañilería armada de ladrillo sílico calcáreo (sistema La Casa) y paneles sándwich (sistema Multi-Space).

Metrados

De los planos hallamos el metrado correspondiente a albañilería.

Cuadro 3.1: Detalle de metrados por niveles y torres

METRADO DE MUROS DEL PROYECTO					
NIVEL	TORRE A	TORRE B	TORRE C	TORRE D	TOTAL
13° piso			456	433	
12° piso	285	261	456	433	
11° piso	285	261	456	433	
10° piso	325	317	456	433	
9° piso	325	317	456	433	
8° piso	325	317	456	433	
7° piso	325	317	456	433	
6° piso	325	317	456	433	
5° piso	325	317	456	433	
4° piso	325	317	456	433	
3° piso	325	317	456	433	
2° piso	335	332	508	517	
1° piso	209	236	161	258	
PARCIAL	3714	3626	5685	5538	18563
	3505	Metrado analizado			

Fuente: documentos contractuales del proyecto

Se analizará el presupuesto de la ejecución de 3505 m² de muros con:

- Albañilería armada: sistema La Casa
- Paneles Livianos reforzados: sistema Multi-Space

3.2.1. Sistema La Casa

Se muestra parte del presupuesto, donde se indica la partida de muros de albañilería con el detalle de los metrados, los precios unitarios y unidades.

Cuadro 3.2: Presupuesto de muros de albañilería

ITEM	PARTIDA	UND	METRADO	P. UNITARIO	PARCIAL	SUB TOTAL
06.07.01	CURADO DE ESTRUCTURA	m2	7,916.00	1.34	10,607.41	
06.08.00	LOSAS ALIGERADAS (losas aligeradas de sistema convencional)					2,516,768.79
06.08.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	2,459.24	281.21	691,562.88	
06.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	20,510.17	35.10	719,906.97	
06.08.03	ACERO DE REFUERZO	kg	156,403.91	3.76	588,078.70	
06.08.04	LADRILLO DE TÍCHO DE 0.30x0.30x0.15 m	un	97,873.00	2.37	231,959.01	
06.08.05	LADRILLO DE TÍCHO DE 0.30x0.30x0.20 m	un	70,624.00	3.65	257,777.60	
06.08.06	CURADO DE ESTRUCTURA	m2	20,510.17	1.34	27,483.63	
06.10.00	LOSAS MACIZAS					152,034.47
06.10.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	206.12	281.21	57,963.01	
06.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	907.81	47.42	43,048.35	
06.10.03	ACERO DE REFUERZO	kg	13,266.20	3.76	49,890.91	
06.10.04	CURADO DE ESTRUCTURA	m2	852.39	1.34	1,142.20	
06.11.00	ESCALERAS					76,976.00
06.11.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	54.71	281.21	26,633.40	
06.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	549.59	38.49	21,153.72	
06.11.03	ACERO DE REFUERZO	kg	7,763.00	3.76	29,188.88	
06.12.00	VIGAS Y COLUMNAS DEL CERCO POSTERIOR					53,478.53
06.12.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	37.00	281.21	10,404.77	
06.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	460.00	45.20	20,792.00	
06.12.03	ACERO DE REFUERZO	kg	5,926.00	3.76	22,281.76	
06.13.00	RAMPAS INCLUIDOS BOTALLANTAS					71,412.60
06.13.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	109.90	281.21	30,904.98	
06.13.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	468.70	47.42	22,225.75	
06.13.03	ACERO DE REFUERZO	kg	4,862.20	3.76	18,281.87	
06.14.00	CAMARA DE SISTEMA DE BOMBAS PISCINA					1,753.62
06.14.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	2.44	281.21	686.15	
06.14.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	13.80	35.23	486.17	
06.14.03	ACERO DE REFUERZO	kg	154.60	3.76	581.30	
07.00.00	ALBAÑILERÍA Y TABIQUERÍA LIVIANA					1,724,197.68
07.01.00	MUROS DE ALBAÑILERÍA					1,724,197.68
07.01.01	MURO DE LADRILLO P-10	m2	18,269.61	67.80	1,238,680.91	
07.01.02	MURO DE LADRILLO P-7	m2	5,563.51	61.90	344,381.27	
07.01.03	ALFEZER MURO DE LADRILLO P-10	m2	324.90	69.30	22,515.57	
07.01.04	ACERO DE REFUERZO Ø 1/4"	kg	1,424.00	61.50	87,576.00	
07.01.05	TABIQUE DE SUPERBOARD 2 CARAS 6MM EN PATIO POSTERIOR H=2.10m L=116.00, E=100MM	m2	540.27	57.46	31,043.91	
07.02.00	REVOQUES Y TARRAJEOS					1,126,699.80
07.02.01	TARRAJEO EXTERIOR	m2	8,326.05	17.75	147,787.39	
07.02.02	ENLUCIDO DE CIELOSASOS	m2	26,062.10	18.66	486,318.79	
07.02.03	TARRAJEO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE EN CISTERNA	m2	1,120.36	19.26	21,578.13	
07.02.04	VESTIDURA DE FONDO DE ESCALERAS	m2	778.68	20.76	16,165.40	
07.02.05	VESTIDURA DE DERRAMES	m	10,770.67	10.11	108,891.47	
07.02.06	SOLAQUEO DE PLACAS, COLUMNAS, VIGAS, MUROS Y CIELOSASOS EN SÓTANOS	m2	10,407.22	8.30	86,379.93	
07.02.07	SOLAQUEO DE PLACAS, COLUMNAS, VIGAS Y PLACAS DEL 1ER AL 13VO PISO	m2	22,205.60	8.30	184,306.48	
07.02.08	TARRAJEO DE MUROS CON RESISTENCIA AL FUEGO	m2	2,634.15	26.09	68,724.97	
07.02.09	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO EN JARDINERAS	m2	339.94	19.26	6,547.24	
07.04.00	PISOS Y PAVIMENTOS					838,164.89
07.04.01	PISO DE CONCRETO E=0.15 MFC=210 KG/CM2 EN TERCER SOTANO	m2	1,690.00	51.92	87,744.80	
07.04.02	CARPETA ASFÁLTICA DE 2" INC. CORTE NIVELACION, COMPACTACION	m2	428.95	77.15	33,093.49	
07.04.03	JUNTA DE CONSTRUCCION ENTRE PREDIOS	m2	1,058.00	19.68	20,821.44	
07.04.04	CONTRAPISO ACABADO E=2" EN DE SOTANOS INCLUV. DEP CON EDURECEDOR	m2	4,636.59	28.33	131,354.59	
07.04.05	CONTRAPISO DE 2" EN OFICINAS Y DEPARTAMENTOS	m2	17,338.66	22.57	391,333.56	
07.04.06	CONTRAPISO ACABADO, BRUÑADO EN RAMPAS	m2	595.86	22.72	13,537.94	
07.04.07	REVESTIMIENTO DE PASOS Y CONTRAPISO DE 0.25X0.17X 1.38 MF INCL. CANIONERA DE ALUMINIO	und	1,207.00	35.51	42,860.57	

Fuente: documentos contractuales del proyecto

Hojas de resumen del proyecto total que consta de 3 sótanos y 4 torres de 13 de departamentos y 12 pisos de oficinas.

Cuadro 3.3: Resumen del presupuesto contractual

Hoja resumen

Obra	0104033	RESIDENCIAL COMERCIAL LAS LEYENDAS DE SAN MIGUEL
Localización	150136	LIMA - LIMA - SAN MIGUEL
Fecha Al	02/09/2010	

Presupuesto base

001	ESTRUCTURAS		13,828,953.24
002	ARQUITECTURA		1,573,138.09
003	SANITARIAS		877,963.55
004	GASTOS GENERALES		
		(CD) SI.	16,280,054.88
	COSTO DIRECTO		16,280,054.88

Descompuesto del costo directo

MANO DE OBRA	SI.	5,475,046.07
MATERIALES	SI.	8,109,539.90
EQUIPOS	SI.	1,196,628.46
SUBCONTRATOS	SI.	1,491,573.35
Total descompuesto costo directo	SI.	16,272,787.78

Nota : Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes al : 02/09/2010

Fuente: documentos contractuales del proyecto


Cuadro 3.4: Análisis de precios unitarios de muro con ladrillo P-10

Partida		01.07.01.01 MURO DE LADRILLO P-10					
(001)01.07.01.01				Costo unitario directo por : m2			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.7500	EQ. 6.7500				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1185	17.60	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.1852	14.32	16.97	
0147010003	OFICIAL	hh	0.2500	0.2963	12.56	3.72	
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.5926	11.35	6.73	
						29.51	
Materiales							
0202180004	PERNO DE EXPANSION	pza		0.0400	1.78	0.07	
0217020013	PLACA P-10 x20cm	pza		10.5000	3.15	33.08	
0230060022	MORTERO GRUESO ULTRA-PEGA SUPER POR 40KG	bbs		0.3750	5.00	1.88	
0230060023	MORTERO FINO ULTRA-PEGA SUPER POR 40 KG.	bbs		0.1200	5.00	0.60	
0230460106	SIKADUR 31 DE 5KG	jgo		0.0005	149.15	0.07	
0239300008	TECNOPORT (e= 1/2")	u		0.0250	8.15	0.20	
0298010193	CONCRETO LA-CASA	bbs		0.3000	5.00	1.50	
						37.40	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.51	0.89	
						0.89	

3.2.2. Sistema Multi-Space

Se importó aproximadamente 600 m2 del panel y el costo total incluye: valor del material, costos de desaduanaje, costos administrativos y costos de transporte.

Cuadro 3.5: Dimensiones y cantidades importadas de panel

Issuer:Fujian Hairong New Building Materials Co., Ltd		Packing List			
Office Add:Floor 3,Chongyang Building,Yuefengheng Road,Jin'an District,Fuzhou,Fujian Province,China Tel:+86-591-87388868 Fax:+86-591-87710062		装箱单			
To: Inmobiliaria Las Leyendas S.A.C. Office Add:Av. Las Leyendas s/n Frente a Metro de la Av. La Marina - San Miguel					
		发票号Invoice No:20120725	日期Date:2012-7-25		
Shipping details:		合同号S/C No.:20120725			
FROM FUZHOU CHINA TO CALLAO PERU BY SHIPPING		付款方式Terms of payment:T/T			
Marks & Numbers	Specification	Quantity	G.W	N.W	Measurement
		PCS	KGS	KGS	CBM
composite solid wall panel	2440*610*75mm	64	4298.5	4100	7.03
	2440*610*100mm	106	10500	10000	15.8
TOTAL:		170	14798.5	14100	22.83
 福建海容新型建材有限责任公司 FUJIAN HAIRONG NEW BUILDING MATERIALS CO., LTD					

Cuadro 3.6: Precio del panel

Quotation

EPS & Cement Sandwich Panel:



- 1) 4.5mm calcium silicate board as face panel,
- 2) cement and EPS polystyrene foam as core,
- 3) Solid heart.

The length from 1500mm-3000mm can be provided.

Size mm	FOB Wuhan/m2	Loading 20GP		Packing
		Quantity (m2)	Weight (kg)	Quantity
2440x610x100mm	USD15.35	208	12688	10 pcs/13.9 m2
2270x610x100mm	USD15.15	262	14934	10 pcs/13.9 m2

A este precio unitario por m2 del panel se le tienen que sumar los gastos de transporte, desaduanaje y logística obteniéndose un costo aproximado por metro cuadrado de 115 soles.

3.3. PROGRAMACIÓN

La ejecución del proyecto se programó para 18 meses. Se consideró que se dispone de los recursos necesarios para cumplir con este programa como son materiales, mano de obra y equipos.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO

4.1. ANÁLISIS CUALITATIVO

4.1.1. Sistema La Casa – Albañilería Armada

Consideraciones técnicas a tener en cuenta en la construcción del muro

Asentar las placas con amarre de sogá a mitad en una o más jornadas, haciendo uso del mortero grueso embolsado La Casa. El espesor de la junta horizontal será de 1.5 cm, aceptándose una variación de ± 3 mm. El espesor de la junta vertical será de 1cm. Para todas las placas en sus diferentes espesores, el asentado se realizará insertando las placas en el acero vertical, en cualquiera de sus 4 alveolos interiores.

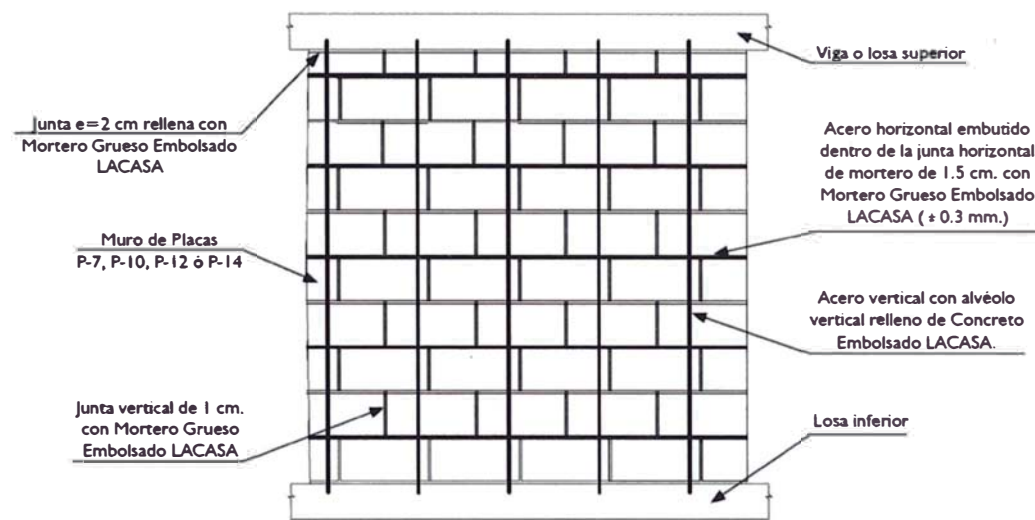
En el caso de terminar el muro contra un elemento vertical de concreto, dejar un espacio de 1 cm entre el muro y el elemento vertical, colocando mortero grueso embolsado La Casa en todo el ancho de este espacio, pegando ambos elementos. Esta operación deberá realizarse hilada por hilada y nunca al final de la construcción del muro.

Colocar el concreto embolsado La Casa en los alveolos interiores donde esté ubicada la varilla de refuerzo vertical, una vez acabada cada hilada de placas. El concreto deberá tener una consistencia adecuada para que no se chorree y deberá tener una resistencia final mínima de 140 kg/cm². En ningún caso es necesario rellenar los otros alveolos que no llevan el acero en su interior.

A medida que se va asentando el muro, se deben ir colocando las varillas horizontales dentro de la junta de mortero horizontal. En el caso de los muros con placas P-7 y P-10 se colocará una varilla de 6 mm, cada 2 hiladas. En el caso de las placas P-12 y P-14 se colocará una varilla de 8 mm cada 2 hiladas.

En la última hilada cortar la placa con la altura faltante para completar el muro, dejando un espacio de 1.5 cm a 2.0 cm entre el muro y la losa superior. Rellenar este espacio con el mortero grueso embolsado La Casa.

- Para asentar la última hilada, llenar previamente los semi alvéolos laterales de las placas con mortero grueso embolsado La Casa, con un slump que le permita trabajar como una pasta que se adhiera lateralmente a la placa.
- Para el caso de muros empastados, utilizar el mortero fino embolsado La Casa para realizar el solaqueo de las juntas de mortero y de concreto, los derrames y/o bruñas. Para el caso de muros tarrajeados obviar este último procedimiento, ya que no es necesario.



MURO ADOSADO CON AMARRE DE SOGA A MITAD

Figura 4.1: Detalles y elementos del muro

SECUENCIA CONSTRUCTIVA DE UN MURO:

Actividades preliminares

- Tarrajeo de cielo raso, vigas, columnas y placas
- Trazado de muros según los planos de arquitectura
- Instalación en el aire de las tuberías y accesorios eléctricos y sanitarios
- Perforaciones para anclajes en el eje de los muros trazados
- Anclaje con pegamento de varillas de acero corrugado de 6mm y 8 mm.



Figura 4.2: Trazado de la ubicación del tabique y del eje del muro a construir



Figura 4.3: Detalles de instalaciones sanitarias y eléctricas

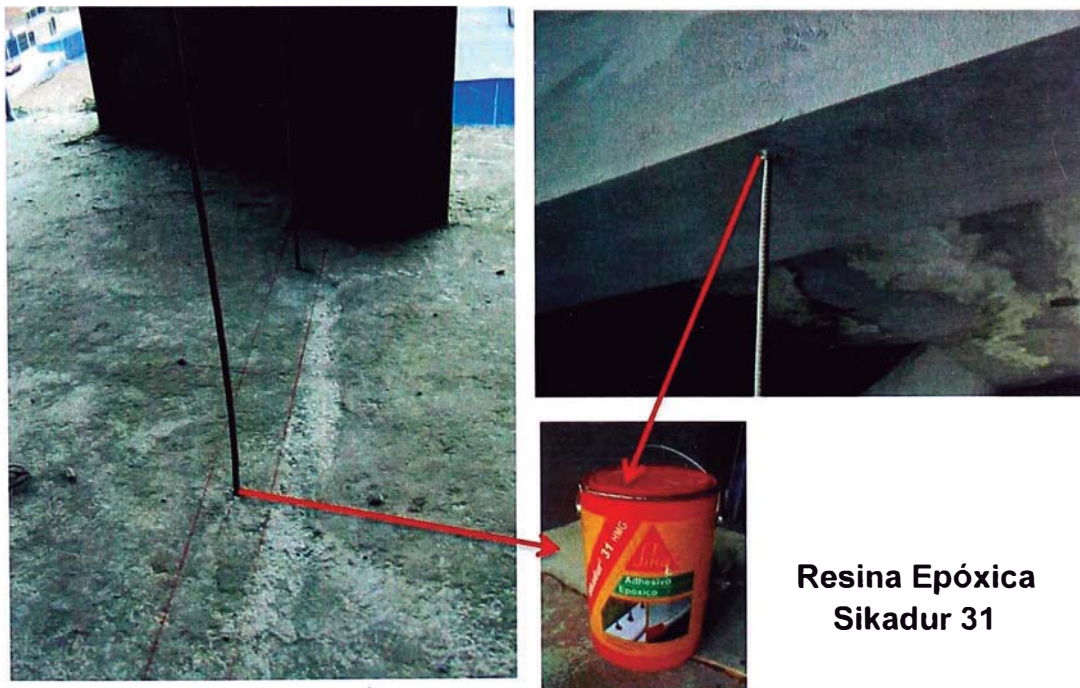
Instalación en el aire de tuberías y accesorios eléctricos y sanitarios.

Todas las instalaciones eléctricas y sanitarias tienen que estar concluidas al 100% , ya que una vez que arranca la cuadrilla de ladrillo es difícil que se puedan tralapar actividades.



Figura 4.4: Perforaciones sobre el trazado del tabique.

Se realizan perforaciones en la losa superior e inferior a cada 50 cm, con una profundidad mínima de 5 cm. Se debe usar una pequeña compresora eléctrica para limpiar todo el polvo del orificio.



**Resina Epóxica
Sikadur 31**

Figura 4.5: Varillas ancladas con epóxico

Anclaje de varillas de acero corrugado de 6mm con resina epóxica Sikadur 31 a cada 50cm.

Cinta "Masking tape" o
Alambre N°16

30 cm. traslape mínimo

Detalle de traslape

El refuerzo de 6 mm debe ser colocado en dos tramos con un traslape a los 2/3 de la altura total, el cual debe tener 30 cm de largo como mínimo.

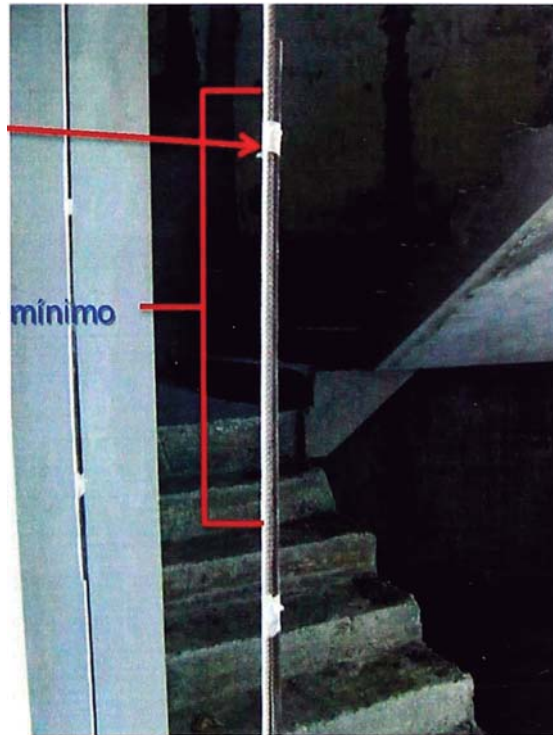


Figura 4.6: Detalle de traslape de acero vertical

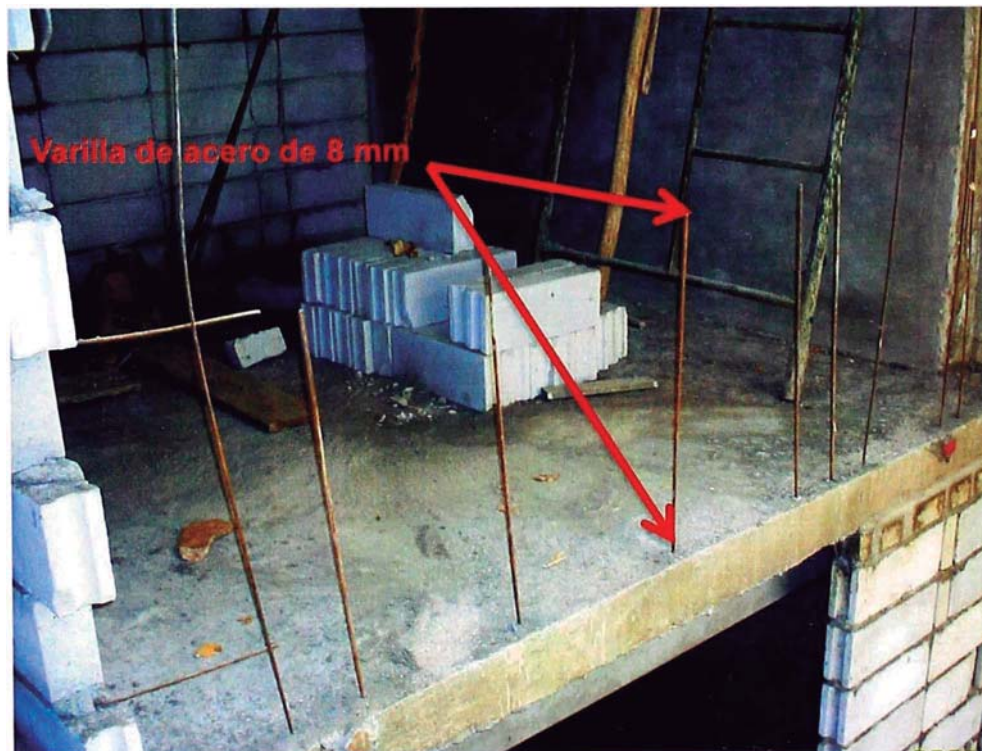


Figura 4.7: Para el caso de alfeizar se anclan varillas de 8 mm

Anclaje de refuerzo en losas aligeradas

CASO A: muro con eje perpendicular a viguetas.

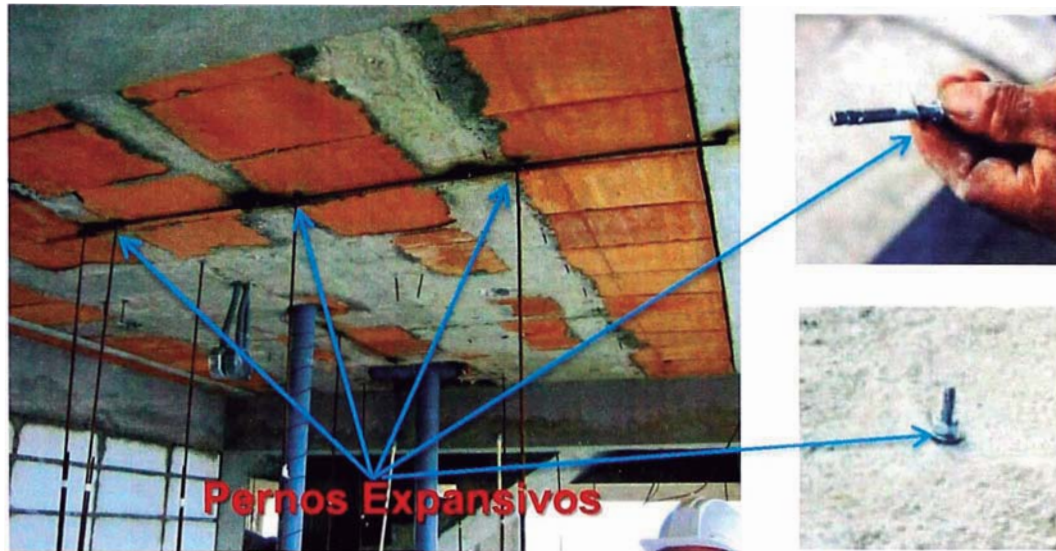


Figura 4.8: Detalles de puentes con pernos expansivos

CASO B: muro con eje en bloque paralelo a viguetas.



Figura 4.9: Detalles de anclaje paralelo

El pegamento tiene que secar 24 horas y recién se puede iniciar el asentado del ladrillo. También es preferible acabar los anclajes con soldadura para iniciar el asentado de ladrillos.

Asentado de Ladrillos

- Colocación de mortero y concreto
- Colocación de varilla horizontal
- Cortes para terminaciones de los muros
- Cortes para las instalaciones sanitarias y eléctricas
- Alfeizar
- Encuentro de muro
- Asentado de la última hilada



Figura 4.10: Colocación de concreto



Figura 4.11: Colocación de varilla horizontal



Figura 4.12: Cortes para terminaciones de los muros

En la última hilada cortar la placa con la altura faltante para completar el muro, permitiendo colocar mortero en la interface muro-techo con un espesor de 1,5 a 2 cm.

Esto se logra utilizando la cortadora de alto impacto.

También se utiliza para darle la medida a las Placas en los encuentros de muros y donde sea necesario.

Para insertar las placas dentro de las tuberías eléctricas y sanitarias ya instaladas previamente y obtener el corte preciso requerido, se realizan los cortes con Amoladora de Disco Diamantado simple.

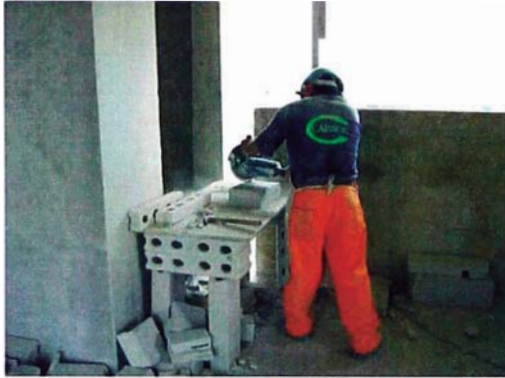


Figura 4.13: Cortes con amoladora para instalaciones sanitarias y eléctricas



Figura 4.14: Detalles de instalaciones sanitarias y eléctricas

La medida y el trazo del corte los realiza el operario antes del asentado. Luego se procede al resane con mortero grueso.



Figura 4.15: Asentado de la última hilada

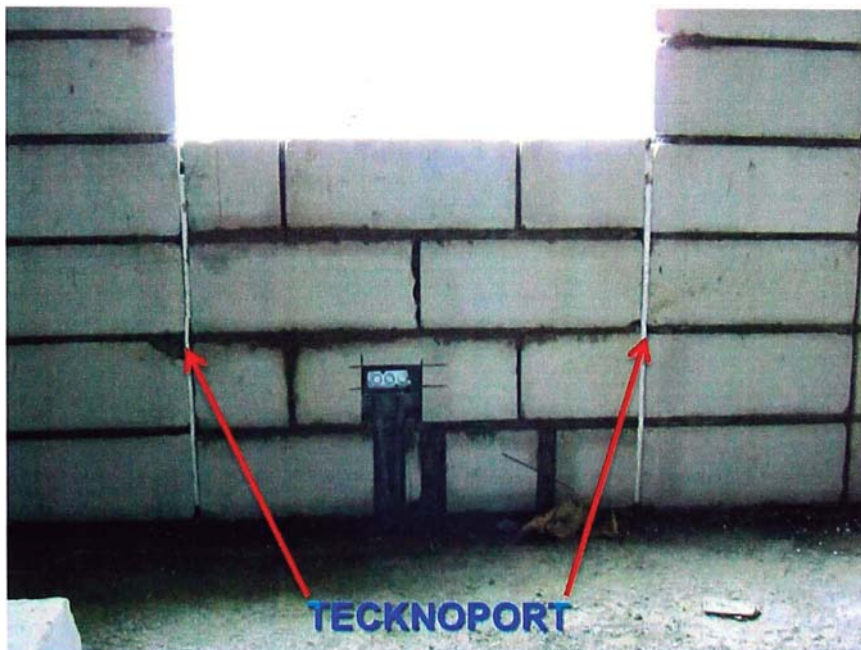


Figura 4.16: Detalle de aislamiento de alfeizar con tecnoport

El procedimiento de asentado del alfeizar es el mismo que el caso de los muros de piso a techo, con la posible variante de colocar las placas amarradas en sogas. Los alfeizares deberán ser aislados con una separación de 1 cm como mínimo, la cual deberá ser rellena con un material flexible, como por ejemplo el poliuretano expandido (Tecknoport).

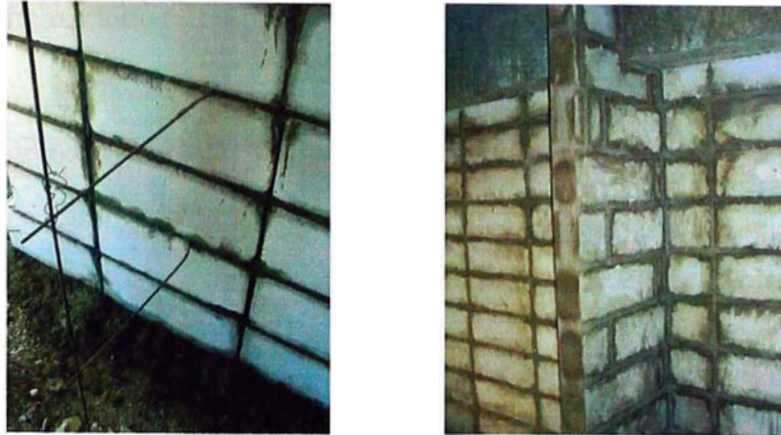


Figura 4.17: Detalle de encuentro de muros en T

Registro de Supervisión "LACASA" No 001599

Proyecto: **CASA N° 10006**
Ubicación: **Av. E. Arce Los Cuercos**
Residencia: **San Andrés**
Dirección: _____

La calidad de los especialistas
FECHA: **09/01/12**

Tipo de Material: Placa P-7 P-10 P-12 P-14 etc. Piso: **7, 10°** Instalador: YIP Ex.

OBSERVACIONES DEL CLIENTE

Percepción con respecto al instalador

	CALIFICACIÓN
	B R M
¿Cómo considera el avance con respecto a su cronograma?	/
¿Cómo observa el proceso constructivo con respecto al manual de instalación?	/
¿Cómo observa el comportamiento del personal en obra?	/
¿Cómo es el desempeño del capataz del grupo de instalación en su área?	/
¿Se está respetando Orden y limpieza zona de trabajo?	/
¿Se está respetando el uso Equipos e implementos de seguridad?	/

OBSERVACIONES EN LA INSTALACIÓN

A - Anclajes en vigas perimetrales, viguetas o torzas de concreto con epóxido

	CALIFICACIÓN
	B R M
Trabajo preliminar	/
Mixtura de Anclaje vertical	/
Profundidad de perforación	/
Q perforación	/
Limpieza de perforación	/
Q varilla vertical	/
Traslape de anclaje	/
Tiempo secado del epóxido - Puntos de inspección	/
Anclaje horizontal en mochetas	/
Operario especializado	/

OBSERVACIONES

- Continuar con el anclaje en las vigas perimetrales y en las mochetas de los muros.

C - Construcción de muros

	CALIFICACIÓN
	B R M
Uso de embotado	/
Espejor junta horizontal placa - placa	/
Espejor junta vertical placa - placa	/
Espejor junta vertical muro EP	/
Espejor junta vertical muro EE	/
Refrano junta horizontal placa - placa	/
Refrano junta vertical placa - placa	/
Refrano junta horizontal muro EE	/
Refrano junta vertical muro EE	/
Refrano junta empalmado de acero	/
Colocación varilla horizontal	/
Q varilla horizontal	/
Última hilada placa entera	/
Soldador juntas	/

OBSERVACIONES

- Revisar el MC, verificar en los muros los espejores de las juntas y su separación de acuerdo al punto 4.2.2 del MC.

- Dibujar un plano de los muros.

- Verificar el MC, verificar en los muros los espejores de las juntas y su separación de acuerdo al punto 4.2.2 del MC.

Firma: **Jorge**
Nombre del Instalador o Representante: **Jorge**

Firma: **Jorge**
Nombre del Representante del Cliente: **Jorge**

Figura 4.18: Protocolo de calidad de La Casa

4.1.2. Comparación

Cuadro 4.1: Cuadro de beneficios



EVALUACION TÉCNICA	Alta	Media	Baja	JUSTIFICACIÓN
Sistema industrializado	X			Proceso de instalación repetitivo y continuo, permite montaje en serie
Necesidad de encofrado			X	No requiere columnetas y dinteles
Posibilidad de reutilizar		X		Disminuiría dimensiones de paneles
Facilidad de transporte		X		Los paneles son pesados, 2 personas
Facilidad de almacenamiento			X	Se necesita mucho espacio y montacargas
Maniobrabilidad		X		Se necesita 3 personas para la instalación de este sistema machimbreado
Cuidados en la manipulación	X			Cuidar las esquinas y caras
Cantidad de mano de obra		X		Una cuadrilla de 3 personas
Calidad de mano de obra			X	Capacitación básica, aumenta oferta
Rendimiento en el montaje	X			60 m ² /día/cuadrilla
Cuidados en el montaje		X		El peso puede causar daños al trabajador
Control de calidad			X	Facilita los controles de calidad
Frecuencia de mantenimiento			X	Similar al sistema convencional y la casa
Técnicas especiales			X	No requiere por ser un proceso sencillo
Construcción en altura	X			Se pueden construir edificios altos, pero en Chile se llegó hasta 2 pisos
Generación de desperdicios			X	Disminuye cantidad de cortes
Herramientas de instalación			X	Fáciles de adquirir y son menos cantidad
Resistencia al impacto	X			Similar al sistema convencional y la casa
Cantidad de anclajes			X	Los indicados en detalles
Cantidad de pasos			X	Eliminación del solaqueado, cortes,
Facilidad para la instalación	X			Menos pasos y herramientas
Colocación de acabados		X		Similar a lo convencional y la casa
Colocación de II.EE., II.SS.		X		Similar a lo convencional y la casa
Costo	X			Importación

4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO

4.2.1. Del costo

Del análisis de costos de ambos materiales resumiendo en un cuadro se obtiene el siguiente resultado, lo cual ayudará a evaluar la factibilidad de la propuesta.



Cuadro 4.2: Cuadro comparativo de costo

SISTEMAS COMPARADOS	METRADO (m ²)	COSTOxm ² (S/.)	TOTAL (S/.)
<p>LA CASA</p> 	3,505.00	88.14	308,930.70
<p>MULTI-SPACE</p> 	3,505.00	115.00	403,075.00
DIFERENCIA			94,144.30
REPRESENTA UN			30% (+)

4.2.2. Del plazo

De los rendimientos conseguidos en campo y poniendo la misma cantidad de cuadrillas se logran los siguientes resultados.

Cuadro 4.3: Cuadro comparativo de plazo

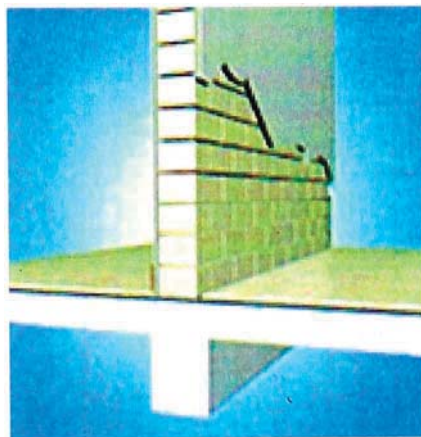
COMPARADOS	METRADO (m ²)	RENDIMIENTO (m ² xdia)	TIEMPO (días)
<p>LA CASA</p> 	3,505.00	40.00	88
<p>MULTI-SPACE</p> 	3,505.00	60.00	59
DIFERENCIA			29
REPRESENTA UN			33% (-)

4.2.3. De las propiedades físicas y mecánicas

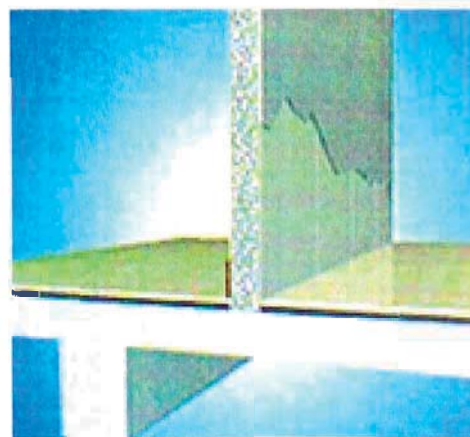
PESO DE LOS MUROS

Cuadro 4.4: Cuadro comparativo de pesos

PESO DE MUROS						
PAIS DE ORIGEN	SISTEMAS	Espesor (mm)	Peso (kg/m ²)			Peso Total (kg/m ²)
			Material	Enlucido	Otros	
CHINA	Ladrillo de Arena calcárea	180	324	80		404
		120	216	80		296
		90	162	80		242
	Ladrillo de Hormigón Celular	180	144	80		224
		120	96	80		176
		90	72	80		152
	Ladrillo Holo	180	180	80		260
		120	120	80		200
		90	90	80		170
	Multi-Space™ Lightweight Concrete Wall Panel	100	70	0	27.2	97.19
75		60	0	17.2	77.22	
PERU	Ladrillo Pandereta	130	112.72	88	58.7	259.38
	Ladrillo King Kong	115	71.97	88	50.6	210.53
	Ladrillo Silico Calcáreo	140	183.02		77.8	260.79
		120	168.08		66.5	234.56
		100	138.2		58.9	197.08
		70	108.32		42.1	150.41



Ladrillo



Multi-Space

Figura 4.19: Comparación de beneficios en la aplicación

Cuadro 4.5: Tabla comparativa de pesos

SISTEMAS DE MUROS		TABLA COMPARATIVA DE PESOS															
		ARCILLA			LA CASA										Multi-Space™		
DESCRIPCION	UND	Muros con ladrillo de arcilla con tarrajeo		Muros de Ladrillo Silico Calcéreo con Placas P-7, P-10, P-12, P-14						Con empaste en forma directa				Lightweight Concrete Wall Panel			
		Pandereta	King Kong	P-7	P-10	P-12	P-14	P-7	P-10	P-12	P-14	P-7	P-10	P-12	P-14	M-75	M-100
Dimensiones de las unidades de albañilería																	
Ancho	cm	11.50	13.00	7.00	10.00	12.00	14.00	7.00	10.00	12.00	14.00	7.50	10.00	10.00			
Largo	cm	22.50	23.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	61.00	50.00	50.00	61.00		
Alto	cm	9.50	9.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	244.00	25.00	25.00	244.00		
Cantidad de Unidades por m2																	
Esesor de la junta vertical	cm	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50		
Esesor de la junta horizontal	cm	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	0.00		
Cantidad de Unidades por m2	und	37.88	38.87	7.47	7.47	7.47	7.47	7.47	7.47	7.47	7.47	0.67	7.47	7.47	0.67		
Peso del muro																	
Peso de la unidad	kg	1.90	2.90	14.50	18.50	22.50	24.50	14.50	18.50	22.50	24.50	74.42	18.50	22.50	74.42		
Peso de las unidades	kg	71.97	112.72	108.32	138.20	168.08	183.02	108.32	138.20	168.08	183.02	49.86	138.20	168.08	49.86		
Peso del mortero	kg	50.56	58.66	20.30	28.20	31.80	35.10	20.30	28.20	31.80	35.10	26.92	28.20	31.80	26.92		
Peso del concreto	kg	0.00	0.00	20.47	29.36	33.36	41.35	19.47	28.36	32.36	40.35	0.00	28.36	32.36	0.00		
Esesor del tarrajeo	cm	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00		
Peso del tarrajeo por 2 caras	kg	88.00	88.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	0.00	44.00	44.00	0.00		
Peso de la armadura de acero	kg	0.00	0.00	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	0.44	2.32	2.32	0.44		
Peso total del muro	kg	210.53	259.38	195.41	242.08	279.56	305.79	150.41	197.08	234.56	260.79	77.22	197.08	234.56	77.22		97.19

RESISTENCIA AL FUEGO

La protección contra incendio de los tabiques divisorios entre viviendas o entre estas y zonas de uso común deberán tener una resistencia al fuego de 2 horas.

Cuadro 4.6: Tabla N°3 de la norma A.130-Requisitos de Seguridad


TABLAS DE ESPESORES MÍNIMOS PARA PROTECCION AL FUEGO EN PAREDES Y TABIQUES

MATERIALES DE PAREDES O TABIQUES	CONSTRUCCION	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS - CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (1 Hrs)	Semi Resist al Fuego (2 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Concreto armado	Sólido sin enlucir	6 1/2	4 1/2	3 1/2
Ladrillos de arcilla cocida calcáreos o de:	Ladrillos sólidos sin enlucir	8	6	4
Bloques huecos de concreto	Espesor mínimo de cascarón 2 1/4" sin enlucir	8		
	Espesor mínimo de cascarón 1 3/4" sin enlucir	12		
	Espesor mínimo de cascarón 1 3/8" sin enlucir		8	6
Ladrillos huecos de arcilla cocida, no portantes	Dos celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras		7	5
	Tres celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras	12		
Bloqueo	Enlucido o sin enlucir	6	4	3
Tabique sólido de mortero o yeso	Armazón interno incombustible			2
Paneles de yeso prensado				2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Cuadro 4.7: Comparación de resistencia al fuego

SISTEMAS	Espesor	Tiempo
Multi-Space	10 cm	3.5 Hrs
La Casa	10 cm	2.5 Hrs



AISLAMIENTO ACUSTICO

Artículo 20.- Los tabiques interiores deberán tener un ancho mínimo de 0.07 m. entre ambos lados terminados. Los tabiques exteriores o divisorios entre unidades inmobiliarias diferentes, deberán tener un ancho en función de las necesidades de aislamiento térmico, acústico y climático y el material a emplear.

En caso que los tabiques que alojen tuberías de agua o desagüe deberán tener un ancho que permita un recubrimiento mínimo de 1 cm. entre la superficie del tubo y la cara exterior del tabique acabado.

La altura mínima de los tabiques divisorios de zonas no cubiertas (patios y jardines) entre viviendas, será de 2.30 m contados a partir del piso terminado del ambiente con nivel mas alto

La capacidad de aislamiento de los tabiques divisorios entre viviendas diferentes será de 45 db.

Fuente: Norma A.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones

Niveles recomendados de ruido interior



Los siguientes valores son los usualmente recomendados en materia de confort acústico interior, para una serie de locales o actividades típicas.

Tabla N° 4

DESTINO / ACTIVIDAD	NIVEL MÁXIMO DE RUIDO
Dormitorios	30 a 40 (dB)
Biblioteca Silenciosa	35 a 40(dB)
Sala Estar	40 a 45 (dB)
Oficinas Privadas	40 a 45 (dB)
Aula de Escuela	40 a 45 (dB)
Oficinas Generales	45 a 50 (dB)

Fuente: Norma A.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones

Cuadro 4.8: Comparación de aislamiento acústico

SISTEMA	Espesor	Nivel de Ruido
<p>Multi-Space</p> 	10 cm	40 dB
<p>La Casa</p> 		50 dB

AISLAMIENTO TERMICO

Artículo 18.- Los materiales constitutivos de los cerramientos exteriores deberán ser estables, mantener un comportamiento resistente al fuego, dotar de protección acústica y evitar que el agua de lluvia o de riego de jardines filtre hacia el interior.

De preferencia el aislamiento térmico de transmisión térmica K del cerramiento no será superior a 1.20 W/mt²C

Fuente: Norma A.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En términos económicos, usar el sistema Multi Space resulta factible en construcciones masivas, por la rapidez con la que pueden ser instalados. Esto reduce los costos de mano de obra y los costos indirectos. Por el contrario en construcciones de menos de 20 000 m² de muros es más caro que la albañilería armada por el alto costo de los materiales, no siendo factible su aplicación. Del análisis de una torre de 40 oficinas de 12 pisos este sistema resultó 30% más caro que la albañilería armada.
- En términos de tiempo, la duración de la ejecución de 3505 m² de muros de una torre de 40 oficinas de 12 pisos con albañilería armada fue de 88 días y con el sistema de paneles fue de 59 días. Con el panel demora un 33% menos del tiempo de ejecución con relación de la albañilería armada.
- En términos de desempeño, este sistema de paneles se adapta eficazmente a cualquier tipo de acabado exterior como interior. Los paneles pueden ser instalados fácilmente por obreros con una capacitación básica y sin equipos especializados. Los paneles tienen una duración prolongada con mantenimiento mínimo.
- En la construcción de oficinas y viviendas masivas es factible el uso de este sistema tal como ocurre en los países donde se construye masivamente con este sistema (China, Malasia y Chile).
- La factibilidad del uso de este sistema en nuestro país depende del grado de desarrollo que alcance la industria química y mecánica. Así como de la normalización de sus componentes y el adecuado estudio del sistema.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es necesario complementar este aporte con una memoria del diseño estructural, los certificados de ensayos estructurales e informes interpretativos y un modelo a escala natural para poder tener un expediente completo y así poder solicitar aprobación del sistema en SENCICO.
- Se tienen que realizar pruebas a los componentes químicos de este panel para determinar los efectos que causarían a los obreros y así desarrollar las especificaciones de seguridad en las que se indiquen los controles de seguridad necesarios para la manipulación.
- En el mercado nacional ya existen empresas bien consolidadas (ETSA PERU, ETERNIT, SIKA, CEMENTOS LIMA.) que fabrican los componentes de este panel. Por ello es necesario realizar un estudio sobre la factibilidad de fabricación y ensamblaje de estos paneles en el Perú.

BIBLIOGRAFÍA

- Avendaño Alegre, Jenny, “Estudio comparativo técnico económico del sistema Drywall y los sistemas convencionales de construcción en el Perú”. Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2005.
- Bolaños Luna, Harold, “Ensayo de carga lateral cíclica en muros portantes placa P-14”. Tesis para optar Título Profesional FCI-PUCP. Lima, Perú, 2007.
- Cortez Valencia, Jenny Lourdes, “Análisis comparativo de costos unitarios en edificaciones: obra-laboratorio de sistemas FIIS-2do nivel”. Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2004.
- Del Aguila Lostaunau, Ricardo, “Comportamiento Sísmico de los Paneles Drywall”. Tesis para optar Título Profesional FCI-PUCP. Lima, Perú, 2005
- Dextre Taipe, Freddy, “Estudio del sistema constructivo de los paneles aislantes estructurales (SIP)”. Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2005.
- Icochea Trujillo, Alonso, “Comportamiento sísmico de alféizares construidos con la placa P-10 a cargas perpendiculares a su plano”. Tesis para optar Título Profesional FCI-PUCP. Lima, Perú, 2013.
- Munayco Maldonado, Luis, “Comportamiento Estructural de los Paneles Sandwich Basado en la Normativa Europea EN 14509:2006”. Informe de Suficiencia para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2013.
- Novoa Hermoza, Giovanna, “Comportamiento Sísmico de un Tabique Fijo Hecho con Placa P-7”. Tesis para optar Título Profesional FCI-PUCP. Lima, Perú, 2006
- Portocarrero Guzmán, Johan, “Estudio del sistema constructivo de una vivienda de dos pisos de poliestireno expandido”. Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 1999.
- Reglamento Nacional de Edificaciones 2006
- Reglamento para la Aprobación de Utilización de Sistemas Constructivos No Convencionales, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Lima, Perú, 2012.