



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACION DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA MORTARLESS COMO  
ALTERNATIVA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN CHILE.**

**MEMORIA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**LUCIANA INES CALLEJAS OSSANDON**

**PROFESOR GUÍA:  
AUGUSTO HOLMBERG FUENZALIDA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
DAVID CAMPUSANO BROWN  
MAXIMILIANO ASTROZA INOSTROZA**

**SANTIAGO DE CHILE  
NOVIEMBRE 2007**

RESUMEN DE LA MEMORIA  
PARA OPTAR AL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
POR: LUCIANA CALLEJAS O.  
FECHA: 23/11/2007  
PROF. GUIA: AUGUSTO HOLMBERG.

“EVALUACION DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA MORTARLESS COMO  
ALTERNATIVA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN CHILE.”

Aunque la albañilería de bloques de hormigón tradicionalmente usada en Chile para la construcción de viviendas tiene muchos puntos fuertes, existen aspectos en los que todavía se puede mejorar utilizando nuevas tecnologías que se apoyan en la modernización del material y en la mejora del método de trabajo.

Una de ellas es el sistema Mortarless (Mortarless Block System) o sistema de albañilería de bloques sin mortero, que emplea bloques de hormigón que no necesitan de mortero para su unión, y que presenta ventajas que pueden llevar a una mejora importante de la productividad y a una reducción de costos. Este sistema está en proceso de consolidación en países como Estados Unidos y Canadá y existen experiencias de aplicación también en América Latina, uno de estos casos es Perú.

Este trabajo de título tiene como objetivo central presentar este sistema como una innovación posible de desarrollar en Chile, evaluando la factibilidad técnica y económica de este sistema como solución para la construcción de viviendas, además de incentivar el estudio y la investigación respecto a los requerimientos y necesidades de este nuevo método constructivo.

La metodología utilizada para desarrollar este trabajo consistió en la recopilación de información de los distintos sistemas de bloques para albañilería sin mortero existentes en el extranjero, poniendo énfasis en aspectos como rendimientos, procesos constructivos, tiempos de construcción y costos involucrados. Para realizar una evaluación técnica y económica de la aplicación de este sistema en nuestro país, se utilizó de una obra que emplea albañilería tradicional para su construcción, donde se realizó la comparación del sistema en estudio con el sistema tradicional de albañilería, simulando la construcción de la obra con el sistema de albañilería sin mortero.

Se logra de esta manera concluir que el sistema de albañilería de bloques sin mortero resulta ser una alternativa efectiva de construcción de viviendas en Chile, presentando mejoras en el procedimiento de construcción; disminuciones considerables de tiempos y plazos de construcción, para la obra base se redujo el tiempo de construcción de la albañilería en un 68% y el del plazo de la construcción de la obra en un 29%; y reducciones de costos en magnitudes que pueden llegar a significativas, para la obra base se redujo el costo de la albañilería en un 7,3% y el presupuesto final obra en un 2,1%.

# INDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1	Introducción.....	3
1.2	Objetivos.....	4
1.2.1	Generales .....	4
1.2.2	Específicos.....	4
1.3	Metodología.....	5
1.4	Resultados Esperados. ....	5
<b>2</b>	<b>Escenario de la albañilería armada de bloque en Chile. ....</b>	<b>6</b>
2.1	Introducción.....	6
2.2	Materiales constituyentes de la albañilería.....	6
2.2.1	Bloques de Hormigón.....	6
2.2.2	Morteros de Junta. ....	8
2.2.3	Hormigón de Relleno. ....	10
2.2.4	Acero para Armaduras.....	10
2.3	Proceso constructivo.....	11
2.3.1	Recepción y almacenamiento de los bloques. ....	11
2.3.2	Preparación del mortero de junta y hormigón de relleno. ....	11
2.3.3	Construcción de la albañilería. ....	12
<b>3</b>	<b>Sistema Constructivo de albañilería de bloques sin mortero.....</b>	<b>30</b>
3.1	Introducción.....	30
3.2	Antecedentes generales.....	30
3.2.1	Ventajas y beneficios generales de la albañilería sin mortero.....	31
3.2.2	Requerimientos esenciales de los Sistemas de bloques para albañilería sin mortero. ....	32
3.3	Sistemas de bloques para albañilería sin mortero.....	33
3.3.1	Sistema Sparlock. ....	34
3.3.2	Sistema IMSI (Sistemas de muros reforzados con aislamiento térmico).....	37
3.3.3	Sistema AZAR y Sistema Haener (Sistemas de bloques de aleta proyectante). ...	41
3.4	Diseño y construcción de Muros de albañilería de bloques sin mortero.....	50
3.4.1	Bloques de hormigón para albañilería sin mortero.....	50

3.4.2	Tipos de construcción.....	51
3.4.3	Procedimiento constructivo.....	55
3.5	Experiencia en Chile.....	66
<b>4</b>	<b>Comparación del sistema tradicional de albañilería de bloque versus el sistema sin mortero.....</b>	<b>69</b>
4.1	Introducción.....	69
4.2	Obra Base. ....	69
4.3	Comparación de aspectos técnicos. ....	70
4.3.1	Bloques. ....	70
4.3.2	Procedimiento constructivo.....	73
4.3.3	Rendimientos.....	76
4.3.4	Tiempos de construcción y programación.....	79
4.4	Comparación de aspectos económicos. ....	88
4.4.1	Bloques. ....	88
4.4.2	Materiales utilizados en obra, mano de obra, equipos y procedimientos. ....	89
4.4.3	Costo total albañilería primer piso casas obra base.....	93
4.4.4	Costo total construcción casas obra base.....	94
4.4.5	Valor total Propuesta Obra base. ....	94
<b>5</b>	<b>Conclusiones, comentarios y propuestas.....</b>	<b>96</b>
5.1	Conclusiones y comentarios. ....	96
5.2	Propuestas.....	99
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>100</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>102</b>

# **1 Introducción.**

## **1.1 Introducción.**

La albañilería en comparación con otros sistemas constructivos como el acero estructural y el hormigón armado, tiene propiedades y características propias esenciales que contribuyen a reducir los costos en la construcción. Los materiales de albañilería suelen ser más fáciles de producir y tener menor costo, los albañiles requieren de menos entrenamiento técnico que trabajadores que construyen con acero estructural u hormigón armado y además la albañilería es multifuncional, con el sólo hecho de instalar las unidades se provee de la estructura, y terminaciones gruesas en el mismo instante. Sin embargo los costos finales de la albañilería pueden ser mejorados, eliminando uno de sus componentes tradicionales, el mortero. Al observar a un albañil levantar un muro de bloques de hormigón, se espera que el mortero no sólo actúe como un adhesivo para unir o pegar los bloques, sino que además sirva como sellador de juntas y tenga un buen comportamiento estructural, pero el mortero que normalmente se mezcla y usa, se ha mostrado deficiente en estas funciones, terminando finalmente sólo como un compensador de tolerancias de bloques. Se puede decir abiertamente que el mortero a través del tiempo y de la experiencia de su utilización ha demostrado ser un factor que más bien causa problemas a la albañilería en vez de beneficiarla.

Considerando entonces, que la albañilería constituye la base de la construcción de viviendas en Chile, resulta conveniente dar a conocer y proponer, el desarrollo de nuevas técnicas de albañilería con materiales de características renovadas para lograr elevar los niveles de productividad y obtener así menores costos finales.

Tomando como objetivo principal el incrementar simultáneamente eficiencia y rendimiento, además de disminuir los costos, se debe ser capaz de innovar en el sistema tradicional de albañilería de bloques tratando de superar las falencias que hoy en día tiene. Para ello, es necesario plantear una modernización del material y mejorar los métodos de trabajo.

Así se llega al tema principal de este trabajo de título, un nuevo método o sistema constructivo que en los últimos 40 años ha sido desarrollado y es ampliamente conocido y utilizado en países como estados Unidos y Canadá y existen experiencias de aplicación en

México y también en América Latina, uno de estos casos es Perú.

Este sistema Mortarless Block o albañilería de bloque sin mortero, emplea un nuevo diseño de bloques de hormigón, que permite su instalación en la construcción de muros sin emplear mortero para unirlos entre sí, lo que reporta una gran cantidad de ventajas que pueden llevar a una mejora importante de la productividad y a una reducción de costos, como por ejemplo: reduce el costo de mano de obra ya que no requiere de mano de obra calificada para su ejecución, reduce hasta en 5 veces el tiempo de instalación de los bloques, y debido a su diseño, ensamblan unos con otros logrando nivelación y alineamiento al momento de ser apilados, y además al utilizar relleno completo con hormigón, su comportamiento estructural y su impermeabilidad mejora notablemente, comparado con una albañilería tradicional parcialmente rellena.

Por lo tanto, tomando en cuenta que en Chile este sistema no es conocido para la construcción de viviendas, aún cuando se utilizan sistemas similares en muros de contención, este trabajo de título pretende presentarlo como una innovación posible de desarrollar en nuestro país, evaluando técnica y económicamente sus potencialidades de uso y su factibilidad como solución para la construcción de viviendas, además de incentivar el estudio y la investigación respecto a los requerimientos y necesidades de este nuevo método constructivo y detectar las áreas que requieren de un desarrollo adicional.

## **1.2 Objetivos.**

### **1.2.1 Generales**

El objetivo general de este trabajo es evaluar técnica y económicamente el sistema Mortarless comparado con el sistema tradicional de construcción de bloques de hormigón en Chile.

### **1.2.2 Específicos**

- Recopilar y analizar información de los distintos sistemas de albañilería de bloques de hormigón sin mortero existentes a nivel mundial.
- Analizar la situación de la construcción con bloques de hormigón en Chile.

- Analizar las alternativas de aplicación del sistema constructivo de albañilería sin mortero a la construcción de albañilería en Chile.
- Analizar la factibilidad técnica del uso de la albañilería sin mortero como reemplazo del bloque tradicional.
- Analizar la factibilidad económica del uso de la albañilería sin mortero como reemplazo del bloque tradicional.

### **1.3 Metodología.**

- Recopilación de información relacionada al sistema de estudio, y análisis de la misma, en los aspectos más relevantes a considerar (materiales, procedimientos, rendimientos, etc.) para una evaluación técnica y económica de la aplicación del sistema en nuestro país.
- Se analizarán comparativamente, en costos, productividad (producción y rendimientos), etc., el sistema tradicional de albañilería de nuestro país, con lo que significaría la utilización de la albañilería sin mortero, utilizando una obra real a modo de ejemplo, de la cual se obtendrán los datos e información necesaria que luego será utilizada para realizar la comparación.
- Establecer contacto con profesionales y/o empresas del rubro para recopilar información necesaria para realizar las comparaciones e investigar sobre ver intereses y necesidades relacionadas con el sistema de albañilería.
- A partir de toda la información recopilada y de los análisis realizados, se detectarán las áreas que requieran de un desarrollo adicional posterior para su aplicación en Chile.

### **1.4 Resultados Esperados.**

A través de la recopilación de la información necesaria para llevar a cabo este trabajo, y de la etapa de análisis y discusión de los aspectos relevantes relacionados con el sistema de albañilería de bloque sin mortero, se espera realizar una evaluación respecto a la factibilidad técnica y económica del sistema como solución en Chile para la construcción de viviendas. Además de identificar las necesidades de desarrollo futuro de este sistema constructivo en Chile.

## **2 Escenario de la albañilería armada de bloque en Chile.**

### **2.1 Introducción.**

En Chile, se ha demostrado que si se adopta un buen procedimiento constructivo, la albañilería de bloques de hormigón tiene una buena capacidad de resistencia sísmica. Además, cabe señalar que sus características de peso y dimensiones llevan a un menor costo en comparación al de la albañilería de ladrillos, debido a que permiten un uso significativamente menor de mano de obra para su manipulación y de mortero de pega por unidad de superficie de muro.

Como resultado de lo anterior, el uso de albañilería de bloques de hormigón requiere de técnicas simples, pero cuidadosas para su mantención, manejo y empleo en obra, las cuales serán el objeto principal de este capítulo. Así, se reunirán y se darán a conocer los diversos antecedentes relacionados con las características de los bloques y otros materiales utilizados, además de describir los procedimientos constructivos generales que son recomendables utilizar en la construcción de albañilerías armadas que emplean bloques de hormigón.

### **2.2 Materiales constituyentes de la albañilería.**

#### **2.2.1 Bloques de Hormigón.**

Las condiciones que deben cumplir los bloques huecos de hormigón están indicadas en las Normas Chilenas Nch.181 of.2006 y Nch.1928 of.93, de las cuales se rescatan las siguientes propiedades que se presentan a continuación:

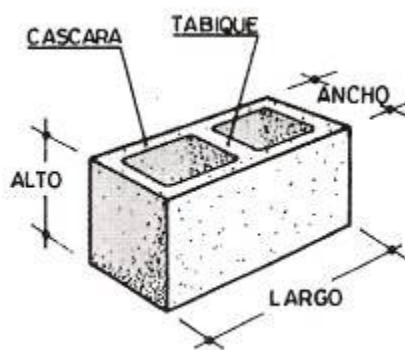
i. Dimensiones.

Las dimensiones de los bloques para usar en albañilería armada deben ser los presentados en la Tabla N° 1:



Tabla N° 1: Dimensiones normales de bloques para usar en albañilería armada.

Medida	Dimensiones [mm]			Tolerancias [mm]
Largo	390			±3
Alto	190			±3
Ancho	240	190	140	±3
Espesor cáscara	38	32	25	
Espesor tabiques	29	25	25	
Dimensión huecos	Mín. 50			



También existen condiciones en las Normas para bloques de cáscaras compuestas, que no se incluyen en la tabla ya que son casos especiales.

Considerando la norma Nch.1928 of.93<sup>1</sup>, se pueden obtener los requisitos geométricos para los bloques que se deben tener en cuenta para usarlos en albañilerías armadas. Estos requisitos se muestran en la siguiente tabla N° 2:

Tabla N° 2: Requisitos geométricos para bloques aptos para albañilerías armadas.

Bloques	Huecos para armaduras:	- Área :	Mayor que 32 cm <sup>2</sup>
		- Dimensión mínima:	5 cm.

<sup>1</sup> Modificada año 2003.

ii. Resistencia a la Compresión.

Corresponde a la capacidad para soportar cargas que tienen los bloques, y se mide en kilos por centímetro cuadrado de superficie de la cara de apoyo de los bloques. El valor mínimo de resistencia a compresión de las unidades para albañilería armada de muros soportantes de acuerdo a la Norma Chilena Nch.1928 of.93 es de 50 [kg/cm<sup>2</sup>] (5 [MPa]), aceptándose una fracción defectuosa máxima del 4%

De todas maneras, los bloques deben tener una resistencia apropiada para el tipo de muro que se va a construir con ellos, lo que se señala en el proyecto, y siempre considerando el mínimo expresado en la norma.

iii. Absorción y humedad.

La absorción es la cantidad máxima de agua que pueden absorber los bloques al encontrarse en un ambiente húmedo, y se mide en litros o kilos de agua por metro cúbico de hormigón. Este valor debe ser certificado por el fabricante y debe cumplir con lo especificado en la Norma Chilena Nch.1928 of.93. Dichos requisitos se presentan a continuación en la tabla N° 3:

Tabla N° 3: Requisitos de absorción de agua para los bloques de hormigón.

Densidad del bloque de hormigón [kg/m <sup>3</sup> ]	Absorción máxima [l/ m <sup>3</sup> ]
Menor que 1700	290
Entre 1700 y 2000	240
Mayor que 2000	210

La humedad es la cantidad de agua absorbida que contiene el bloque al ser entregado en la obra. Se mide igual que la absorción y debe ser certificado por el fabricante. Según la norma Nch.1928 of.93, el contenido de humedad de los bloques al ser recepcionados en el sitio de construcción debe ser igual o menor al 40% de la absorción máxima correspondiente.

El incumplimiento de los requerimientos de humedad o absorción puede provocar problemas en los muros ya terminados, como fisuras debido a la contracción que se produce cuando los bloques pierden humedad o se secan.

### 2.2.2 Morteros de Junta.

El mortero de junta, es un mortero de cemento que se utiliza como material de pega o adherencia entre los bloques que constituyen una albañilería, para que de esta manera formen una estructura sólida. Los principales objetivos dentro de la albañilería que tiene el mortero de junta son los siguientes:

- Lograr una adherencia adecuada entre los bloques, de manera que trabajen en forma monolítica.
- Sellar las juntas entre los bloques al paso del agua y del aire.
- Compensar las diferencias de dimensiones que puedan existir entre los bloques.

Para cumplir con los objetivos mencionados, el mortero tiene que satisfacer ciertas condiciones, las que se resumen a continuación:

i. Trabajabilidad.

Debe cumplir con una fluidez y consistencia que permita el fácil esparcido sobre la superficie de pega, y una cohesión suficiente para evitar que escurra excesivamente al ser presionado por los bloques. Para obtener esta fluidez adecuada es necesaria una buena dosificación. Además, en estado fresco, el mortero debe tener la capacidad de retener el agua sin que afloje a la superficie, y en estado endurecido, debe tener una resistencia a la compresión adecuada. Lo anterior se logra con un mortero realizado con una cantidad suficiente de granos muy finos (granulometría correspondiente) y dosificado adecuadamente.

ii. Resistencia a la compresión.

La resistencia del mortero de junta es necesaria del punto de vista de la adherencia, para asegurar que la albañilería de la que forma parte tenga la resistencia prevista. El valor mínimo mencionado en la Norma Chilena Nch.1928 of.93, es de 100 [kg/cm<sup>2</sup>] (10 [MPa]), aceptándose una fracción defectuosa máxima del 4%. Para obtener este requerimiento, es necesaria una adecuada dosificación.

También existen requisitos para los materiales componentes del mortero (arena, cemento, cal, agua y aditivos) que se detallan en la Norma Chilena Nch.1928 of.93, pero que no se mencionarán en este trabajo.

### **2.2.3 Hormigón de Relleno.**

Los huecos de los bloques en que van colocadas las armaduras y todo aquello que señale el proyecto, deben ser rellenados mediante un mortero u hormigón de relleno. El cual debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Llenar totalmente los huecos sin dejar espacios vacíos.
- Tener la resistencia especificada en el proyecto.

Para lograr estos objetivos, el material de relleno debe tener ciertas condiciones que se resumen a continuación:

#### **i. Trabajabilidad.**

Debe cumplir con una fluidez y consistencia adecuada para permitir el relleno de los huecos de los bloques, además de una cohesión suficiente para evitar que el material de relleno no se segregue. Para obtener lo anterior, es necesaria una adecuada dosificación respecto al agua y una buena granulometría del material de relleno. Para controlar la resistencia, es recomendable que este material obtenga un asentamiento de cono de Abrahms de 18 cm. o más.

#### **ii. Resistencia.**

El valor mínimo de la resistencia a la compresión mencionada en la Norma Chilena Nch.1928 of.93, es de 175 [ $\text{kg/cm}^2$ ] (17,5 [MPa]), aceptándose una fracción defectuosa máxima del 4%.

### **2.2.4 Acero para Armaduras.**

Las armaduras utilizadas en albañilerías de bloques huecos de hormigón de acuerdo con la norma Nch.1928 of.93 deben cumplir con las exigencias vigentes para las barras de acero para hormigón armado (norma Nch.204), además de las condiciones generales que se refieren a las calidades y dimensiones establecidas en el proyecto.

## **2.3 Proceso constructivo<sup>2</sup>.**

### **2.3.1 Recepción y almacenamiento de los bloques.**

Al recibir los bloques en la obra es conveniente someterlos a una revisión, con el fin de verificar los siguientes puntos:

- Los bloques deben tener la resistencia especificada para las albañilerías armadas.
- Los bloques no deben presentar defectos tales como saltaduras, grietas o manchas.
- El contenido de humedad de los bloques debe ser el adecuado y especificado.

Una vez recibidos conformes los bloques, deben ser almacenados en un lugar limpio, nivelado y cubierto, si es posible bajo techo o tapados con una cubierta impermeable.

### **2.3.2 Preparación del mortero de junta y hormigón de relleno.**

Una vez obtenidos los materiales que cumplan con las condiciones señaladas en el punto 2.2 y determinada su dosificación, ellos deben medirse en condiciones que aseguren el empleo de las cantidades previstas y mezclarse de manera de obtener una buena homogeneidad y trabajabilidad. El mortero de juntas y el hormigón de relleno pueden realizarse en obra, midiendo las cantidades de sus componentes (en peso o en volumen), mezclando y amasando en el mismo lugar, pero también es posible comprar a un proveedor el material listo para su colocación (en forma húmeda) o ya mezclado en sus ingredientes secos (predosificado), que luego llegarán en camiones (material húmedo), o en sacos o silos (material seco) a terreno (ver Figura N° 1) donde finalmente se mezclan a través de una hélice horizontal con el agua necesaria para ir obteniendo desde el silo (en este caso), el mortero y el hormigón de relleno ya listos para su colocación.

---

<sup>2</sup> Todas las imágenes presentes en este capítulo fueron obtenidas de la publicación “Albañilerías Armadas de Bloques, Diseño y Construcción”, ICH (Ref.5). Las fotos corresponden al seguimiento de la obra que servirá de referencia para los análisis de datos de esta memoria.



Figura N° 1: Silos de mortero y hormigón de relleno (grouting) presentes en obra.

Con relación a la trabajabilidad del mortero, esta debe ajustarse agregando agua hasta obtener la fluidez necesaria, sin exceder la cantidad prevista en su dosificación, hasta que tenga un aspecto plástico, pero tal que al colocarlo en posición vertical sobre una espátula, no deslice.

El hormigón de relleno debe tener un aspecto muy fluido (asentamiento de 18 a 20 cm.), y siempre debe realizarse tomando las precauciones necesarias que aseguren que se logrará sin segregación de sus componentes.

### **2.3.3 Construcción de la albañilería.**

El proceso de construcción de la albañilería armada de bloques de hormigón incluye muchas operaciones de sencilla ejecución y repetitivas, para las cuales es necesario ser cuidadosos, con el fin de obtener superficies terminadas que no requieran de estucos ni revestimientos, además de cumplir con las tolerancias de construcción<sup>3</sup> requeridas y especificadas, como por ejemplo de verticalidad. También, debe preverse la colocación de ductos y cañerías embebidas, marcos de puertas y ventanas, etc., de manera de no tener que efectuar picados que dañen la terminación obtenida ni que puedan afectar la seguridad de la albañilería.

A continuación, se describen las operaciones o procedimientos adecuados a emplear durante las principales etapas de ejecución de albañilerías:

---

<sup>3</sup> Norma Chilena Nch.1928 of.93 (Ref.6)

i. Preparación y colocación de las armaduras verticales.

Previamente a la colocación de las armaduras verticales, se verificará que se encuentren limpias, sin óxido ni suciedades adheridas (tierra, aceites, grasa, etc.). Su ubicación y diámetro deberá ser el especificado en los planos, para cumplir con el recubrimiento adecuado respecto a las paredes internas del bloque y para no ser dobladas para conseguir la posición adecuada.

Con respecto a la colocación de las armaduras, estas empiezan ancladas en el cimiento utilizando una plantilla para instalar cada barra (tensor) de manera que cumpla con el distanciamiento y la ubicación indicada por plano (ver Figura N° 2), y se prosiguen mediante empalmes en toda la altura de las albañilerías si es necesario. Estos empalmes deben ubicarse de manera que las barras o tensores no resulten demasiado largos y puedan enhebrarse los bloques. La longitud de empalme debe ser a lo menos 40 veces el diámetro de las barras empalmadas.

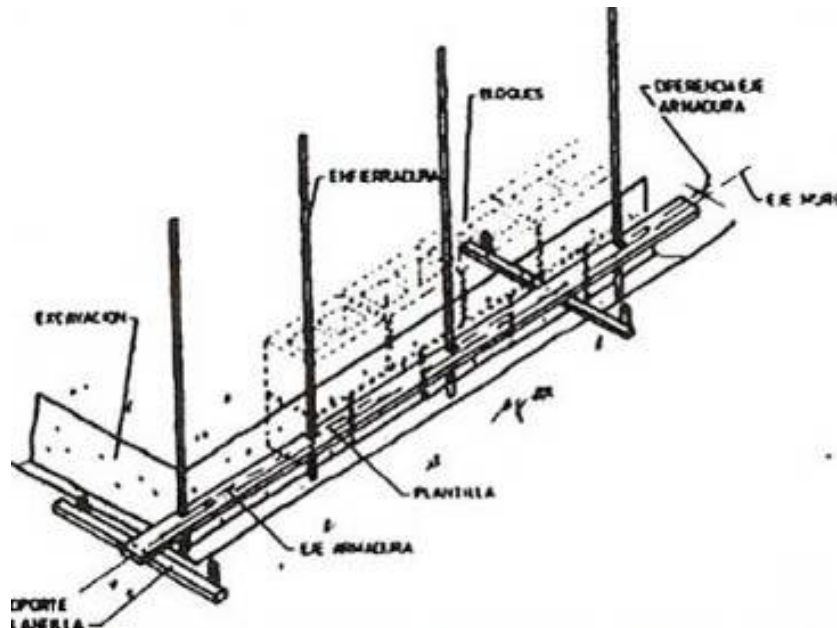


Figura N° 2: Detalle de la plantilla para fijar posiciones de las armaduras verticales (tensores) en el cimiento y sobrecimiento.

Se debe tener en cuenta que no siempre se realizan empalmes, puede ocurrir que se dejen los tensores del largo completo y necesario para terminar el muro desde el cimiento (ver Figura N° 3), y mediante la ayuda de ciertas herramientas que ayudan a levantar los bloques, un albañil

pueda enhebrarlos fácilmente (ver Figura N° 4).



Figura N° 3: Tensores ya instalados sobre el cemento.



Figura N° 4: Levantamiento de un bloques utilizando una herramienta.

- ii. Preparación previa: tratamiento de juntas, trazado del eje, instalación de escantillones y premarcos y prueba de calce de los bloques.



Una vez hormigonado el cimiento y sobrecimiento, si es que este último existe, es necesario antes de comenzar la colocación de los bloques, someter la superficie base de los muros a construir, a un tratamiento de juntas, mediante el lavado del hormigón en fresco o por picado, con el fin de eliminar la lechada superficial incluyendo cualquier otra suciedad.

Después de secado el hormigón y del previo tratamiento de juntas, se procede a limpiar la superficie con aire a presión o mediante un barrido o escobillado, no debiendo emplearse agua para esto. A continuación, se traza o marca sobre el cimiento una línea de referencia, ligada a los ejes de la obra, correspondiente al borde externo de los bloques de la primera hilada. Luego, se instalan los escantillones en las esquinas que lo ameriten de la edificación, para ayudar a demarcar y mantener los ángulos rectos y el plomo de los muros y también se instalan los premarcos de los rasgos de puertas y ventanales para fijar y/o establecer su ubicación (ver Figura N° 5). El trazador deberá marcar en los escantillones todas las alturas de las hiladas y luego el albañil debe colocar una lienza de nivel en la primera marca para la primera hilada.



Figura N° 5: Trazado e instalación de escantillones y premarcos de rasgos de puertas y ventanales.

Para poder comenzar a trabajar con los bloques, se deben disponer en el lugar de trabajo los materiales que se utilizarán (bloques, mortero de juntas, etc.) y las herramientas adecuadas para la faena (ver Figura N° 6). Luego, se colocan los bloques que conforman la primera

hilada sin el mortero de junta, con el objeto de verificar el calce de los bloques (prueba de calce), así se prevén posibles cortes de las unidades. Se dejan ventanas de inspección en los bloques donde van situados los tensores que posteriormente serán rellenados, cortando con un esmeril angular, para mantener la limpieza de aquellos huecos para así asegurar un completo y adecuado posterior relleno (ver Figura N° 7). El trozo extraído se guarda para posteriormente tapar la ventana.



Figura N° 6: Materiales a utilizar dispuestos en el lugar de trabajo.

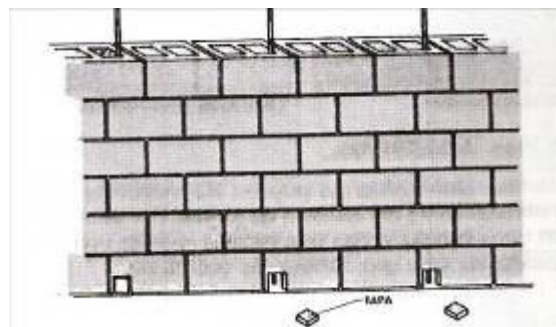
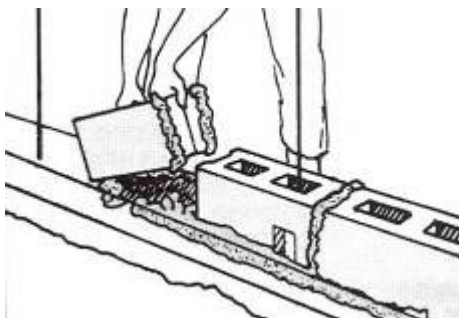


Figura N° 7: Ventanas de inspección en bloques de primera hilada.

iii. Colocación de la primera hilada o emplantillado.

Inmediatamente antes de colocar los bloques, se esparce mortero de junta con una pala en fajas longitudinales en la zona que va a quedar cubierta por los bloques en el sobrecimiento previamente tratado y limpio (ver Figura N° 8).



Figura N° 8: Colocación de mortero de junta sobre el cimiento.

Se colocan definitivamente los bloques partiendo de una esquina (ver Figura N° 9), verificando cuidadosamente su alineamiento horizontal y vertical mediante un nivel de albañil. Luego se siguen ubicando las unidades colocando mortero de junta en las caras laterales de contacto del bloque siguiente por colocar para que se peguen y formen la junta vertical (ver Figura N° 10). Posteriormente se procede a aplicar este último a la hilada, presionando hacia abajo y lateralmente contra la albañilería adyacente hasta obtener la posición precisa (ver Figura N° 11). Para asentar el bloque, si no basta con presionar, se golpea suavemente con el mango de alguna herramienta.



Figura N° 9: Colocación de los primeros bloques.



Figura N° 10: Esparcido de mortero en las caras laterales de los bloques.

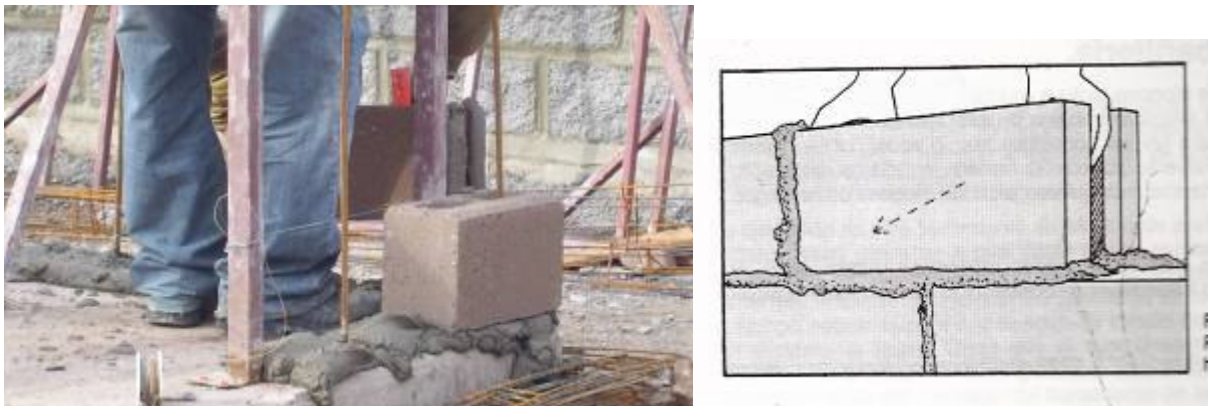


Figura N° 11: Colocación y posicionamiento de un bloque en sitio.

iv. Colocación de las unidades en las esquinas y de las unidades intermedias.

Los bloques se empezarán a colocar en las esquinas de la hilada, las que se levantarán en por lo menos 3 a 4 hiladas o hasta el nivel de la primera armadura horizontal, siempre verificando horizontalidad y verticalidad de cada unidad colocada (ver Figura N° 12).

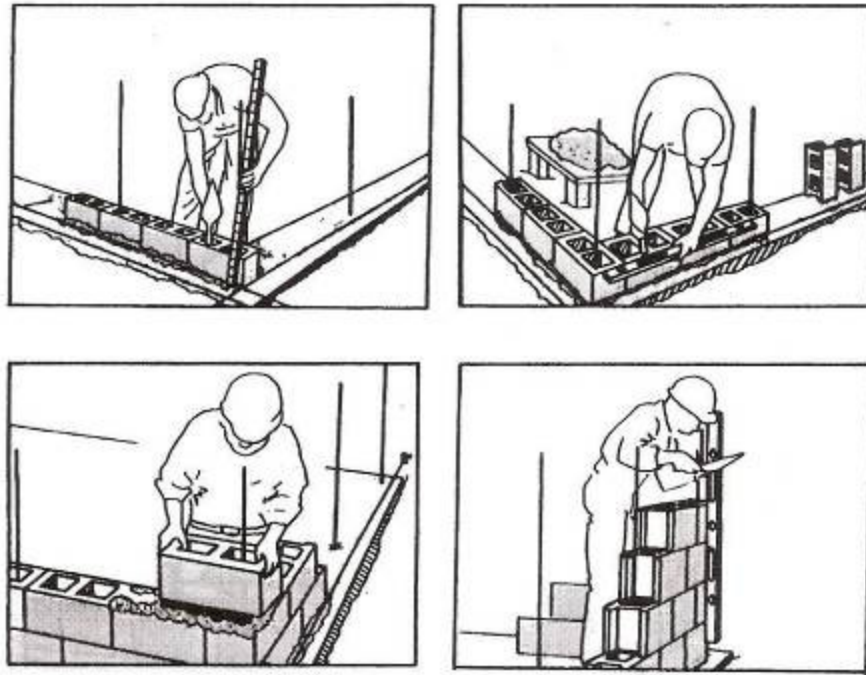


Figura N° 12: Elevación de hiladas en las esquinas.

El mortero de junta se coloca en fajas longitudinales en los borde superiores de las caras de los bloques ya colocados (y en los tabiques centrales de los bloques para formar una celdilla cerrada para la continuidad del pilar que se formará con el relleno del tensor) y también en los bordes verticales de las caras de los bloques que se van a pegar.

Una vez elevadas las esquinas en 3 o 4 hiladas, y verificando el alineamiento, se colocan las unidades intermedias (ver Figura N° 13), verificando alineamiento con respecto a las de las esquinas mediante una lienza apoyada en las unidades que forman las esquinas o en los escantillones.

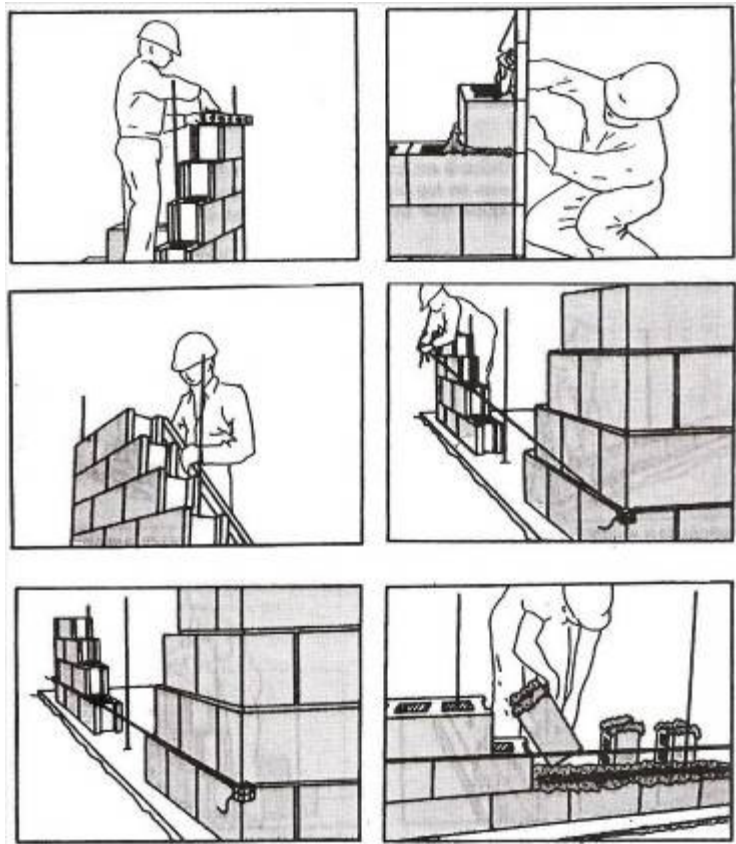


Figura N° 13: Colocación de unidades intermedias.

Generalmente la elevación de las hiladas debe coordinarse con la colocación de las armaduras, particularmente con la posición de los empalmes de las armaduras verticales (si es que se esta usando esta modalidad de armadura vertical), con la ubicación de las armaduras horizontales y también con las ubicaciones según planos de los rasgos de ventanas, para los cuales también existen premarcos para instalar (ver Figura N° 14).



Figura N° 14: Instalación de premarco para rasgo de ventana.

La colocación de las unidades intermedias también se puede realizar junto con la colocación de las unidades de las esquinas, elevando la albañilería por hiladas completas (ver Figura N° 15). Este procedimiento permite una mayor rapidez de avance y, si se cuenta con albañiles con experiencia y hábiles, proporciona una adecuada seguridad en la obtención de alineamiento correcto de las hiladas. Esta última forma de colocar las unidades, por hiladas completas, es la más utilizada, ya que se cuenta con la ayuda de los escantillones que facilitan la ubicación de la lienza de nivel, las cuales sólo se van subiendo a la altura de las marcas de cada hilada ya trazadas, y debido también a que hoy en día se colocan armaduras horizontales en todas las hiladas<sup>4</sup>.



<sup>4</sup> En el siguiente punto se detallará la colocación de armadura horizontal.



Figura N° 15: Elevación de hiladas completas.

La altura máxima de elevación de muros por día no debe exceder los 1.2 m o 5 hiladas en invierno y 8 hiladas en verano, especialmente cuando la construcción se efectúe en períodos de baja temperatura, debido a factores que se relacionan con el tiempo de endurecimiento del mortero de junta, y el peso propio que adquiere el muro a esa altura, ya que se podrían provocar desde un escurrimiento del mortero si se realizan más hiladas, hasta una desalineación del muro consecuencia de lo mismo.

Cabe señalar, que durante la colocación de las unidades, debe tomarse en cuenta las siguientes precauciones: Los bloques no deben humedecerse ni antes ni después de su colocación, el mortero de junta debe estar fresco durante todo el tiempo que dure la colocación y se debe mantener la limpieza de las hiladas (que no haya derrames de mortero ni excesos de él, para no producir obstrucciones en los huecos por ejemplo).

Por último, antes de que el mortero de junta endurezca, pero que sea capaz de resistir una leve presión, deben hacerse las canterías, para lo cual se utilizan herramientas metálicas destinadas para esto, las que se pasan por el mortero de junta, dejando la forma deseada (ver Figura N° 16). Las canterías son importantes para asegurar impermeabilidad y un buen aspecto de la albañilería.



Figura N° 16: Ejecución de canterías cuando el mortero de juntas aun no esta endurecido.

v. Colocación de las armaduras horizontales.

Las armaduras horizontales se usan de dos maneras: en forma de escalerillas prefabricadas o en forma de barras de refuerzo.

Las escalerillas van embebidas en el mortero de junta (ver Figura N° 17). Una vez colocado y esparcido el mortero, se presiona la escalerilla y se restriega para sumergirla totalmente en él, hasta más o menos la mitad del espesor del mortero, de manera que quede suficiente recubrimiento alrededor de ella. Luego se compacta el mortero para asegurar una buena adherencia. Este sistema es recomendable solo para edificaciones de 1 piso.



Figura N° 17: Colocación de escalerillas.

Las barras de refuerzo se emplean en bloques que poseen rebajes en el tabique y en sus caras transversales para posicionar estas armaduras, estos bloques deben rellenarse con hormigón de relleno hasta cierta profundidad de manera que las barras queden con un recubrimiento de mínimo 3 cm en todo su contorno. Así se forman unas cadenas interrumpidas en los huecos donde van los tensores, para darles continuidad a los pilares que se forman

cuando estos se rellenan (ver figura N° 18).

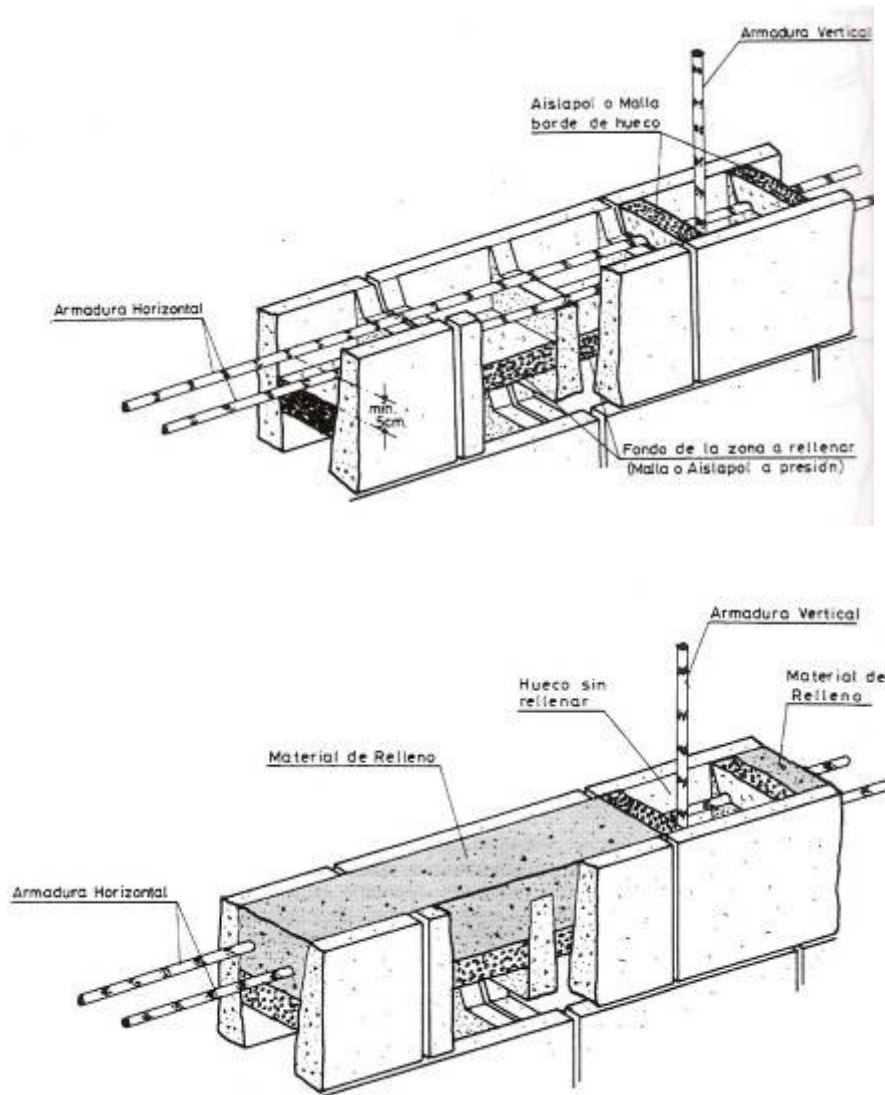


Figura N° 18: Bloque con barras de refuerzo horizontal antes de rellenar y después de rellenar.

vi. Colocación de ductos y cañerías para instalaciones.

En conjunto con la elevación de la albañilería, es conveniente prever la colocación de los ductos y cañerías para instalaciones eléctricas, de gasfiterías y/u otras, ya sea para obtener buenas terminaciones superficiales o por condiciones de seguridad estructural ya que no se deben efectuar picados en el muro (ver Figura N° 19).



Figura N° 19: Colocación y posicionamiento de ductos y cañerías para instalaciones.

Para lograr este objetivo, los elementos verticales se pasarán por los huecos de los bloques en que no vayan armaduras verticales, y para los elementos horizontales es conveniente dejar pasadas utilizando bloques rebajados como los que se utilizan para los refuerzos horizontales.

Para dejar espacio necesario a conexiones exteriores en el muro de albañilería como enchufes, interruptores, llaves de paso, etc., se debe realizar un corte con un esmeril angular en la posiciones de esas conexiones (ver Figura N° 20).



Figura N° 20: Ejemplos de conexiones exteriores.

vii. Relleno de los pilares con hormigón.

Todos los huecos que tengan armaduras o que lo señalen los planos, deben ser rellenos con hormigón de relleno. Primero, antes de rellenar, se limpiará sin usar agua, los huecos de los bloques, para eliminar obstrucciones que se puedan haber provocado por algún escurrimiento de mortero que pudo provocarse al levantar las hiladas. La suciedad acumulada se saca a través de las ventanas de inspección dejadas en la primera hilada.

El relleno de las armaduras horizontales, se realizará al alcanzarse la altura en que estas vayan ubicadas, cuidando de dejar libres los huecos por los que pasan las armaduras verticales.

Para el relleno de los huecos de los tensores o armaduras verticales (pilares), se debe esperar un determinado tiempo desde que se construyó la albañilería (24 horas, y 48 horas en invierno)

La altura de cada etapa de relleno será como máximo 2.5 m si los bloques tienen 20 cm de ancho, el material de relleno se deberá vaciar desde una altura no mayor a 1.5 m utilizando baldes o capachos vaciados a través de mangas o tubos adecuados y de preferencia se vibrará o varillará cuidadosamente cada 50 cm de altura de material colocado (ver Figura N° 21).



Figura N° 21: Llenado de pilares mediante embudo o manga.

El sistema de colocación del material de relleno debe garantizar su puesta en obra sin producir segregación de sus componentes, para lo cuál su altura de vaciado debe ser la mínima posible. Lo ideal sería el procedimiento de bombeo del material de relleno (ver Figura N° 22), sin embargo, en obras pequeñas o medianas, su empleo resulta de alto costo por lo que se reemplaza por lo descrito en el párrafo anterior.



Figura N° 22: Llenado de pilares mediante bombeo.

viii. Curado de las albañilerías e impermeabilización.

Para el curado de las albañilerías no pueden humedecerse los bloques para evitar su contracción posterior por secado, pero debe evitarse el resecamiento del mortero de juntas ya que su resistencia y por consiguiente su adherencia, depende de que se logre una adecuada hidratación del cemento presente en él.

Por este motivo, es conveniente mojar las caras expuestas del mortero con una brocha o con una neblina rociada con aspersor (ver Figura N° 23).

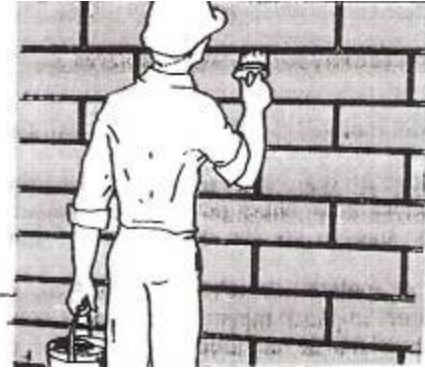


Figura N° 23: Curado de canterías.

También se pueden emplear compuestos de sellado y/o revestimientos impermeabilizantes en la superficie del mortero de juntas y finalmente en el muro terminado, especialmente si los muros de bloques estarán expuestos a lluvias o humedad constante.

## **3 Sistema Constructivo de albañilería de bloques sin mortero.**

### **3.1 Introducción**

Para lograr una albañilería tradicional bien constituida, que cumpla a cabalidad con las capacidades necesarias especificadas y con las terminaciones adecuadas, se requiere de un proceso constructivo cuidadoso y minucioso, lo que se traduce en una dependencia sobre un grupo de trabajadores calificados, más horas de trabajo y mayor tiempo de emplazamiento de la obra en sitio. Además, el constante y extenso uso de material húmedo, mortero de junta, hace de la construcción con albañilería tradicional de bloques más susceptible a problemas de adherencia, desempeño estructural y a atrasos de programación debido a factores externos como el clima.

El Sistema Mortarless o de albañilería sin mortero, desarrollado en Norteamérica hace 40 años, corresponde a un sistema constructivo de albañilería que no utiliza mortero para la unión de los bloques y que ofrece una gran cantidad de beneficios que puede mejorar la efectividad total de albañilería tradicional.

Este capítulo tiene por objetivo dar a conocer sus antecedentes generales más importantes y situándolo en el área de construcción de viviendas. Además de exponer los distintos tipos o sistemas de bloques que existen hoy en día.

### **3.2 Antecedentes generales.**

En los años 70 y 80, en Norteamérica, específicamente en Canadá y luego en Estados Unidos, comenzó a desarrollarse el Sistema Mortarless o sistema constructivo de albañilería sin mortero, cuya principal característica es que no utiliza mortero para la unión de los bloques.

Este sistema ofrece una gran cantidad de beneficios destinados finalmente a mejorar la efectividad total de albañilería tradicional, enfocándose en la eliminación de los tres problemas principales: dependencia de mano de obra calificada para el trabajo, lenta instalación de los bloques y la utilización de mortero de junta. Así, este sistema, tiene la capacidad de utilizar mano de obra de menor calificación, apilar más rápidamente los bloques y sin el uso de material



húmedo en las juntas, lo que se traduce en una disminución de costos y de tiempo de emplazamiento y menor susceptibilidad a los atrasos de programación.

En un comienzo, los sistemas antiguos de albañilerías sin mortero crearon más problemas que los que resolvieron, ya que al eliminar el mortero del sistema de albañilería, los bloques debían cumplir las funciones que éste tenía (compensación de tolerancias y sellador de juntas entre otras), lo que llevó a realizar etapas adicionales en la fabricación e instalación de los bloques que a menudo resultaron ser imprácticas o caras, y que hicieron que no se apreciaran los ahorros por el uso de este nuevo sistema, pero a través de los años, y del uso de pasos especiales e innovaciones en la fabricación de los bloques y en su instalación, se ha logrado que éste sistema constructivo se posicione en el mercado extranjero compitiendo eficazmente en una gran variedad de áreas de la construcción existentes en la actualidad. Al principio su utilización más frecuente era en construcciones de cercas, muros de fundaciones y muros cortafuegos, pero hoy es común y sumamente utilizado, en construcciones de viviendas de hasta varios pisos<sup>5</sup>.

Los bloques usados para la albañilería sin mortero, poseen características especiales dependiendo del sistema en específico de bloque que se utilice. Pero la característica en común y en la cual se basa este sistema, es que los bloques ensamblan entre ellos, por ejemplo por medio de algún sistema de machihembrado, proveyendo nivelación y alineación al instante del apilado o colocación. También constan de espaciamientos especiales en el diseño del bloque, destinados a armaduras verticales y horizontales, para la colocación de aislamiento térmico, o para ser rellenados, según sea el sistema de bloques utilizado y los requerimientos de la construcción.

### **3.2.1 Ventajas y beneficios generales de la albañilería sin mortero.**

Los sistemas de albañilería de bloques que no usan mortero, o usan una mínima cantidad, y que además, debido al diseño de los bloques poseen una auto alineación, poseen una gran cantidad de ventajas o beneficios que pueden mejorar lo que hoy se entiende por albañilería tradicional. Los aspectos más relevantes en que se presentan estas ventajas o beneficios son los siguientes:

- Los problemas asociados a las juntas de mortero, ya sea con respecto a adherencia y a la pérdida de agua por efectos climáticos como el calor que lleva a una penetración del agua,

---

<sup>5</sup> [www.azarblock.com](http://www.azarblock.com), [www.sparlock.com](http://www.sparlock.com), [www.haenerblock.com](http://www.haenerblock.com).

el relleno incompleto de juntas, y los derrames en espacios que serán rellenados, etc., no serían factores problemáticos en la ejecución de la albañilería.

- Al usar esta nueva unidad de albañilería, que ensambla sin mortero, el albañil podría trabajar más limpiamente y sin importar las condiciones climáticas existentes, y colocar más unidades en el muro en una misma cantidad de tiempo que usando los bloques de albañilería tradicional que utilizan mortero. El rendimiento por hora por cuadrilla, se calcula que puede aumentar hasta en 5 veces.
- Las unidades pueden ser colocadas por trabajadores (mano de obra) semi experimentados o inexpertos (no calificada), provistos de una apropiada guía. Esta combinación de mano de obra con menor experiencia y/o menos instrucción, y un incremento en el rendimiento, se puede traducir en una reducción del costo de la mano de obra.
- Debido a que el ensamblaje de este bloque provee de estabilidad durante la construcción, se pueden erigir mayores alturas de muro de una sola vez y luego ser rellenado si es necesario. De este modo, se acelera aún más la construcción con este tipo de albañilería.

### **3.2.2            Requerimientos esenciales de los Sistemas de bloques para albañilería sin mortero.**

Existen varios sistemas de bloques existentes hoy en día en el mercado extranjero, con un determinado diseño de ensamble que los diferencian entre ellos, pero para ser considerados como un sistema de bloque realmente factible, deben cumplir con ciertos requerimientos básicos, los cuales se presentan a continuación<sup>6</sup>:

i.    Fácil de producir.

Los bloques del sistema, deben ser capaces de ser producidos económicamente en máquinas convencionales de bloques y si es posible, con el material tradicional que existe en el lugar donde estén siendo producidos.

ii.   Fácil de diseñar.

El mecanismo de ensamblado debe ser claramente mostrado y explicado para que arquitectos e ingenieros puedan entender como estos bloques trabajan y puedan diseñar con ellos

---

<sup>6</sup> “Using Dry-Stacked Concrete Masonry for Affordable Construction” (Ref.10).

fácilmente. Las relaciones geométricas del sistema, también deben ser expresadas para facilitar el diseño.

iii. Fácil de construir.

El sistema debe ser diseñado desde un principio para poder ser no relleno, parcialmente relleno o totalmente relleno, para ser reforzado (horizontal y/o verticalmente), para colocar aislamiento térmico, etc., según sea el objetivo del sistema.

Si el sistema puede ser reforzado y relleno, los bloques deben proveer espacios adecuados para la instalación del acero y del relleno, lo mismo si el sistema tiene como objetivo la inserción de aislamiento térmico, como lo sería la colocación de placas de aislapol (poliestireno expandido) por ejemplo. Existen casos de sistemas que incluso tienen espacios destinados a instalaciones eléctricas y gasfitería.

Los métodos de construcción que se utilicen para la albañilería con estos bloques, deben acomodarse al uso de trabajadores inexpertos o semi expertos, y la cantidad de formas o componentes incluidos en el sistema debe mantenerse bajo para simplificar la estimación de material (cubicación) y minimizar el desorden y confusión en el lugar de trabajo.

### **3.3 Sistemas de bloques para albañilería sin mortero.**

Existen varios sistemas de bloques para albañilería sin mortero que han sido desarrollados especialmente en Norteamérica, los cuales se diferencian entre ellos por el tipo de unión y/o la forma de colocación. Cada sistema tiene un diseño de bloque o de unión propio patentado por las empresas que los producen y comercializan.

Hoy en día, existen varios sistemas disponibles en el mercado y que han demostrado ser alternativas reales y adecuadas debido al buen comportamiento han tenido.

### 3.3.1 Sistema Sparlock.

El sistema de construcción Sparlock<sup>7</sup>, es un sistema de albañilería con una serie de bloques de hormigón que no utilizan mortero de junta, inventado y desarrollado en Canadá desde 1982 por Sparlock Technologies Inc.

Este sistema de bloques, consiste en unidades de tramos y esquinas, de completa y media altura, que al colocarse para formar el muro (de 20 cm. de espesor aprox.), van proveyendo de trabazón horizontal a través de los calces o cuñas de los bloques, además de una trabazón vertical por medio de una distribución escalonada de filas (hiladas) alternadas que se forma a través de la utilización de una primera fila base de bloques de media altura (ver Figura N° 24). El trabajo de terminación mediante un recubrimiento solo es necesario si se quiere dar un mejor acabado al muro, creando continuidad en las juntas de los bloques.

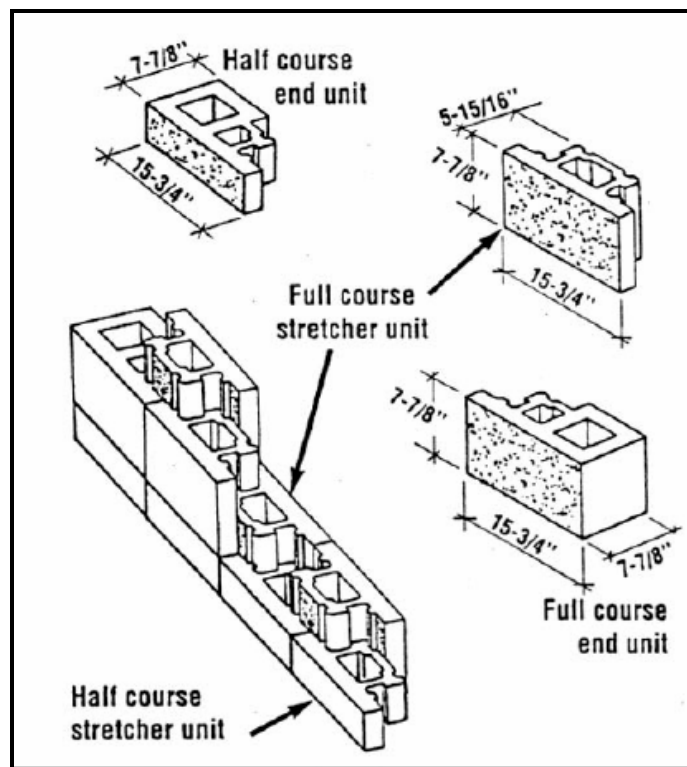


Figura N° 24: Componentes y forma de colocación del Sistema Sparlock.

La discontinuidad entre las juntas horizontales entre la pared exterior y la interior del muro que se produce con esta distribución de bloques, agrega resistencia a la flexión, aumenta la

<sup>7</sup> www.sparlock.com.

resistencia al fuego del muro (hasta 4 horas), reduce la transmisión de sonido y provee de una mejor impermeabilización.

Como en la construcción de albañilería tradicional, son necesarios trabajadores con experiencia (calificados) para asegurar líneas rectas y verticalidad de los muros, pero trabajadores no calificados o sin experiencia, pueden perfectamente instalar los bloques, debido a que las características de ensamble de los bloques por sí mismas proveen de la estabilidad necesaria durante la construcción, así como alineación y nivelación. Por lo mismo, este sistema es más rápido de instalar que la albañilería tradicional, logrando que el personal de una cuadrilla apile hasta 40 bloques de tamaño convencional por trabajador por hora.

Para muros estructurales que necesiten de refuerzos, es posible colocar barras verticales en la abertura central de los bloques, que conecta automáticamente con la del bloque situado arriba o debajo de él, y luego rellenar usando un hormigón de alto asentamiento. También por esta abertura se pueden pasar instalaciones eléctricas o de gasfitería. No están diseñados para colocar barras de refuerzo horizontal. Para muros de gran altura solo hace falta que estos sean estabilizados lateralmente.

Para la fabricación de los bloques, son necesarios los mismos materiales que se utilizan para un bloque tradicional (cemento, arena, agua, etc.), se utiliza el mismo procedimiento y se usa la misma maquinaria pero con moldes de acero especiales Sparlock.

El uso y la comercialización del sistema Sparlock se enfocó en un principio para construcción de muros cortafuegos residenciales e industriales, además para bases de maquinaria industrial y fundaciones, pero a través del tiempo, se ha posicionado en la construcción de tabiques y muros estructurales de viviendas de uno o más pisos. Hoy en día, este sistema es ampliamente reconocido en el mercado norteamericano y ha incursionado en proyectos constructivos en países en vías de desarrollo como por ejemplo en Ciudad del Cabo en Sudáfrica.

A continuación se presentan imágenes del procedimiento de construcción y de obras realizadas con este sistema:



Imágenes del procedimiento constructivo utilizando el sistema de bloques Sparlock.



Edificios de tres pisos construidos en Canadá.

### **3.3.2 Sistema IMSI (Sistemas de muros reforzados con aislamiento térmico)**

Este sistema de construcción, fue desarrollado a fines de los años 90 en Estados Unidos por Integrated Masonry Systems international, Inc., y de esta compañía obtiene su nombre IMSI. El sistema está destinado a la albañilería de muros con aislamiento térmico, por este motivo los bloques que componen el sistema están diseñados especialmente para permitir el uso de insertos de láminas aislantes correspondientes a placas de poliestireno expandido.

El sistema de bloques consta de unidades de tramos y esquinas para formar muros de 8 o 12 pulgadas de espesor (20 o 30 cm. aprox.), y de placas de poliestireno expandido diseñadas especialmente para insertar en dichos bloques. Los bloques tienen 2 cavidades que sirven para insertar las placas de aislamiento térmico, refuerzos de acero vertical, relleno de mortero e instalaciones eléctricas, corrientes débiles y gasfitería, además poseen un espaciamiento destinado para colocar elementos horizontales del mismo tipo que los anteriormente mencionado (ver Figura N° 25 y Anexo A.1). La cavidad hacia el exterior del muro, está destinada solo a aislamiento y cableado y la que queda hacia el interior del muro, para refuerzos de acero, relleno, aislamiento y las demás instalaciones requeridas. Existen 2 placas de aislamiento, una larga y otra corta, la larga que se sitúa en la cavidad exterior del muro, calza en un solo bloque, las cortas, que van en la cavidad hacia el interior del muro, traslapa con el bloque siguiente de la hilada, para que las juntas verticales entre bloque y bloque también se encuentren aisladas (ver Figura N° 26 y Anexo A.2). El trabajo de terminación mediante un recubrimiento es necesario para ambas superficies, exterior e interior, para sellar el muro y para agregar resistencia a la flexión. El recubrimiento se hace con una matriz de adherencia de cemento o acrílica, reforzada con fibra de vidrio o fibras plásticas y no debe ser menor a 3.2 mm. (0.125 pulgadas).

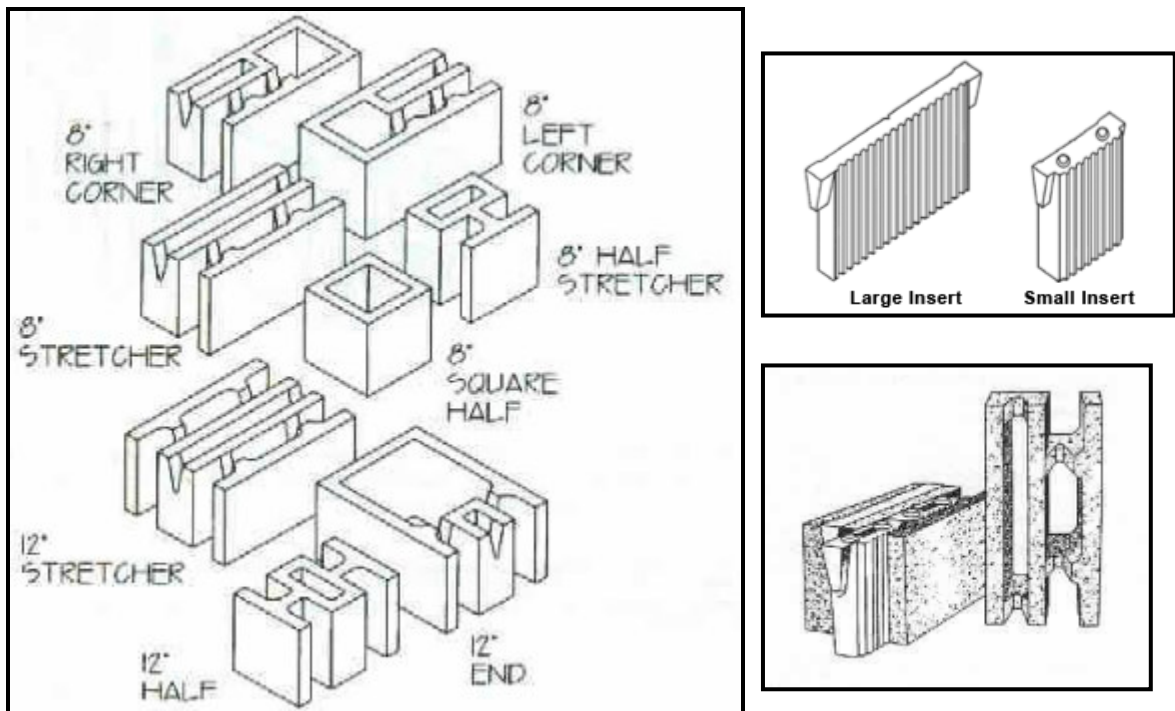


Figura N° 25: Componentes del sistema de bloques IMSI.

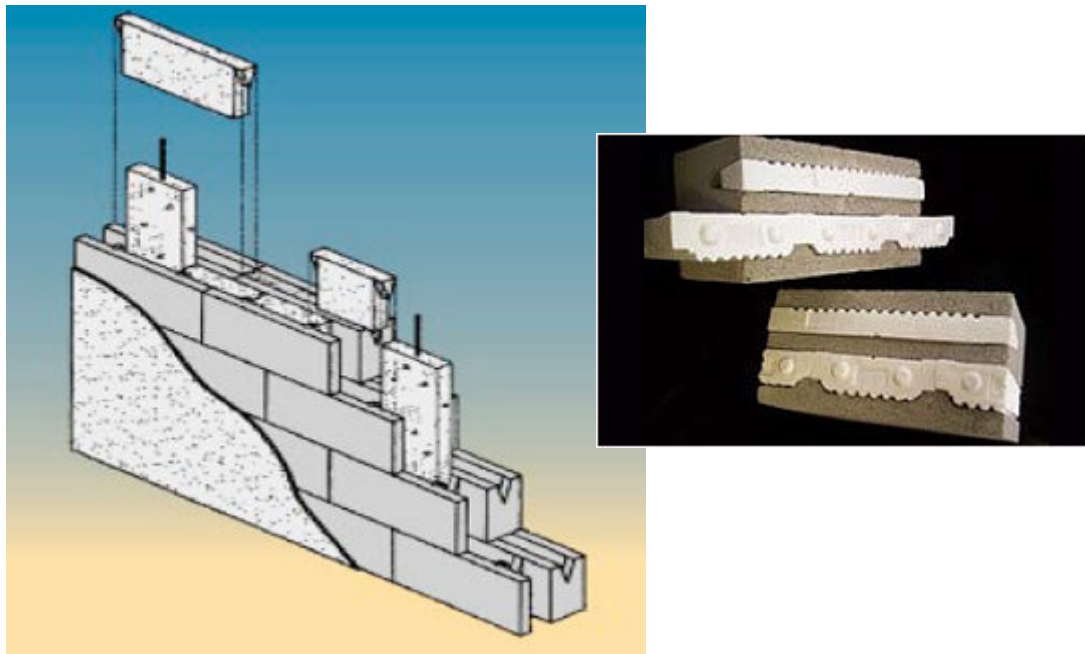


Figura N° 26: Instalación de placas de aislamiento térmico en los bloques.



Para la construcción de muros con este sistema, en una misma cuadrilla es necesario trabajadores no calificados más uno de mediana experiencia, para que este último pueda asegurar una adecuada nivelación y verticalidad. Mientras se apilan los bloques, los trabajadores van acuñándolos con pequeñas tablillas o pletinas (shims) para mantener el nivel si es que es necesario, también van haciendo cortes para las cajas eléctricas, insertando las placas de aislamiento térmico, colocando las tuberías para las instalaciones eléctricas y de gasfitería, además de ir instalando los refuerzos estructurales de acero y el correspondiente relleno. Después de apilar todos los bloques del muro, quedando este totalmente erigido, los trabajadores emparejan y sellan el muro con el recubrimiento necesario por ambos lados. Debido a todo lo anterior, es que este sistema es sumamente rápido y entrega un producto final completo y terminado.

La fabricación de los bloques se realiza con los mismos materiales para un bloque tradicional (cemento, arena, agua, etc.), el mismo procedimiento y se usa la misma maquinaria con moldes de acero especiales suministrados por IMSI.

Los muros de estructuras realizadas con este sistema, han demostrado tener una resistencia al fuego de entre 2 y 4 horas, dependiendo del espesor del muros, y un excelente comportamiento térmico debido a la laminas de aislamiento insertadas dentro del bloque que no poseen los muros de albañilería de bloques tradicional, además de constar con una buena aislación acústica e impermeabilidad. También han tenido un muy buen desempeño estructural para construcciones de hasta varios pisos y en zonas de gran sismicidad<sup>8</sup>.

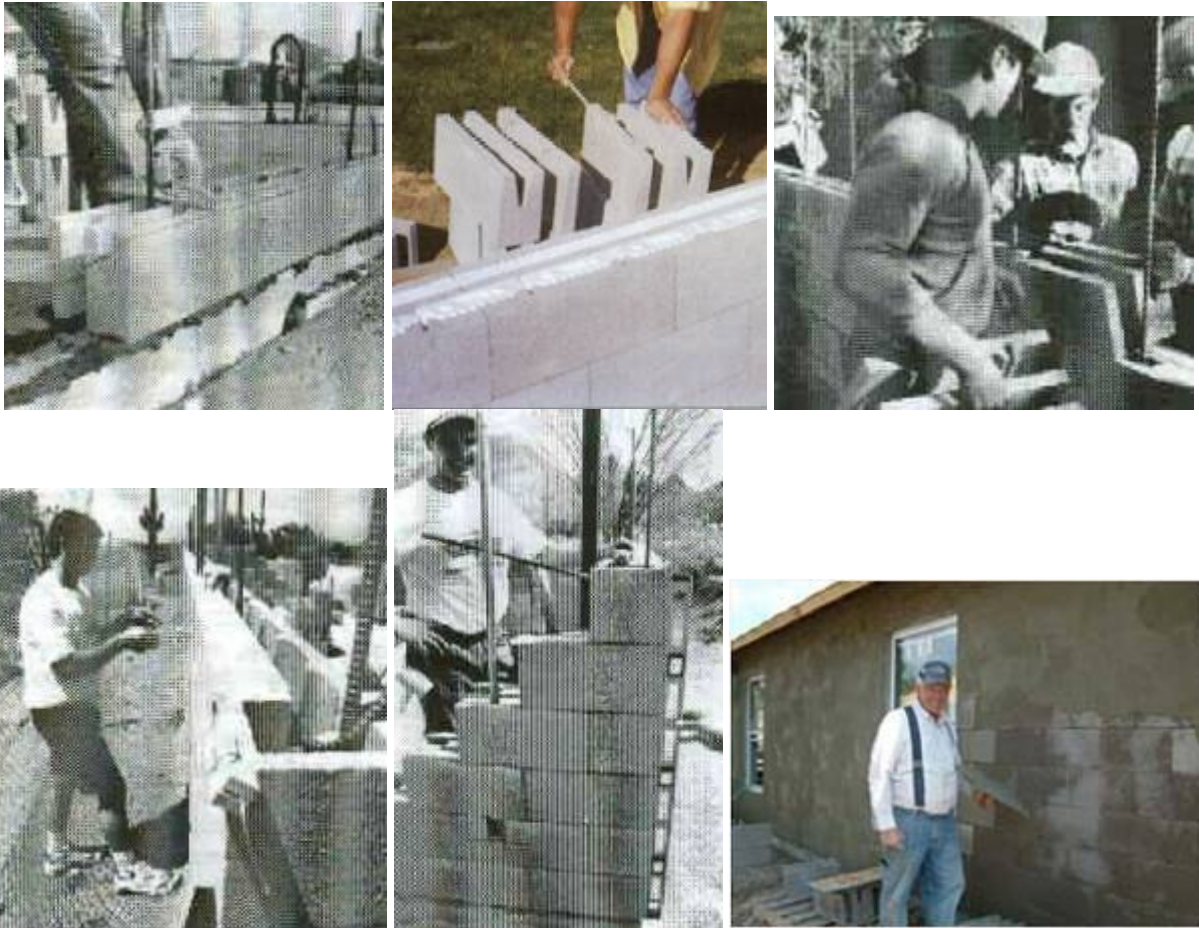
El uso del sistema IMSI, se ha desarrollado en distintas áreas, construcciones industriales, comerciales e institucionales, pero sus característica térmicas y la posibilidad de instalaciones eléctricas y de gasfitería por el interior de los muros, lo hay ayudado a situarse de manera privilegiada en el mercado de la construcción de paredes residenciales en Norteamérica.

Hoy en día, este sistema es ampliamente reconocido en el mercado norteamericano, y ha incursionado en proyectos constructivos en países como México y China.

---

<sup>8</sup> “Test Data summary and Design Conclusions” (Ref. 12).

A continuación se presentan imágenes del procedimiento de construcción y de obras realizadas con este sistema:



Imágenes del procedimiento constructivo utilizando el sistema de bloques IMSI.





Edificio 6 pisos, Harbin China.

Casas y edificios construidos con el sistema IMSI.

### **3.3.3 Sistema AZAR y Sistema Haener (Sistemas de bloques de aleta proyectante).**

Estos sistemas, que se detallarán más adelante, se consideran similares debido al tipo (o diseño) de unión que utilizan y los caracterizan. Los bloques de estos sistemas, cuentan con un diseño que combina hendiduras y aletas moldeadas en las terminaciones verticales y/o horizontales de las caras de los bloques para conseguir una unión machihembrada que servirá de conexión entre ellos. Este tipo de unión permitirá que los bloques se apilen y traben (entrelacen) sin el uso de mortero a lo largo de ambas juntas según sea el caso, proporcionando estabilidad durante el apilamiento.

#### **3.3.3.1 Sistema AZAR.**

El sistema de bloques AZAR fue desarrollado y puesto en circulación en 1997 por la compañía Azar Mortarless Building Systems Inc. perteneciente a AZAR Group Internacional Inc.

Este sistema consta de tres unidades: un tramo, una esquina y un medio bloque (ver Figura N° 27). Los bloques cuentan con uniones machihembradas formadas por una aleta y una hendidura en ambas direcciones de las caras, vertical y horizontal, estos diseños de uniones permiten que los bloques calcen fácil, segura y correctamente unos con otros proporcionando estabilidad durante el apilamiento. Este tipo de unión, logra que los bloques permanezcan en una posición horizontal y resistiendo desplazamientos. También cuentan con cavidades especiales para colocar armadura horizontal y los espaciamientos necesarios y adecuados para reforzar con armadura vertical y para colocar instalaciones eléctricas y de gasfitería, y por supuesto, para ser rellenados. Los muros que se levanten con este sistema deben ser completamente rellenados, lleven o no refuerzos estructurales, y de acuerdo a los requerimientos de terminaciones u otro

tipo, como por ejemplo de aislamiento, se les deberá o no aplicar un recubrimiento que considere aislamiento. Además, los bloques poseen estrías moldeadas en su cara exterior para crear canales abiertos que ayuden al muro a drenar el agua hasta la base.

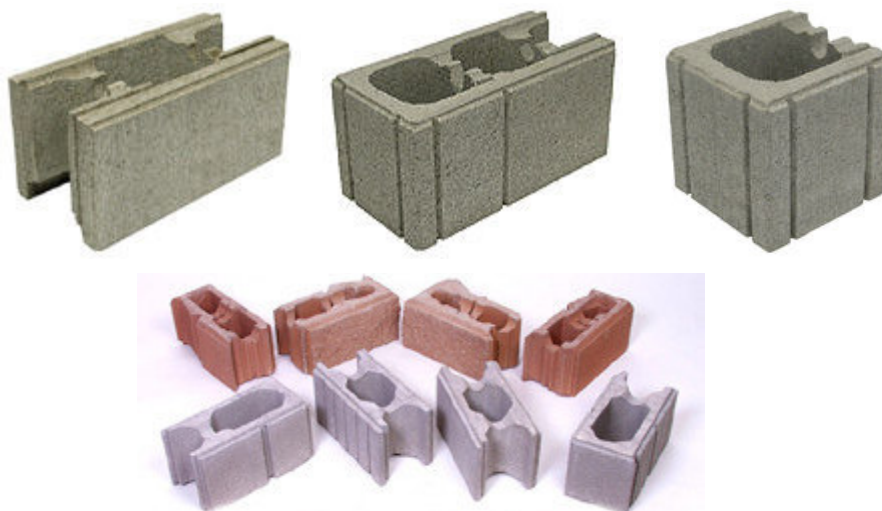


Figura N° 27: Componentes del Sistema AZAR.

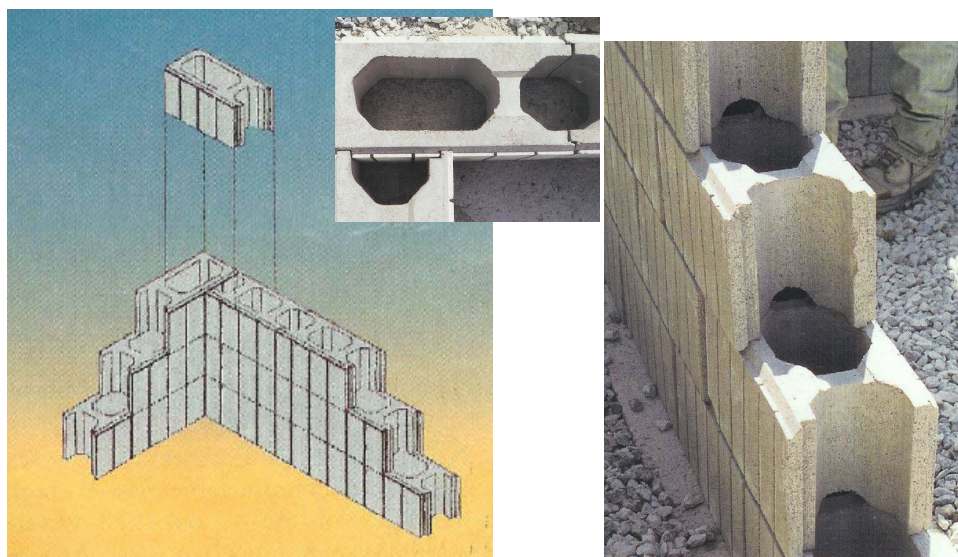


Figura N° 28: Apilamiento de los Bloques AZAR.

Trabajadores sin experiencia pueden trabajar con este sistema, solo es necesario que uno de ellos esté calificado para formar una cuadrilla (1 albañil y 3 ayudantes). Después de apilar los bloques llegando a la altura deseada y con los refuerzos e instalaciones requeridos dependiendo del caso, miembros de la cuadrillas deben chequear y ajustar los muros a plomo usando

arriostramientos temporales si fuera necesario, luego se rellena el muro fijando los plomos en su lugar. Debido a que las cavidades son más grandes que las de los bloques de albañilería tradicional, el proceso de relleno se hace fácil, rápido y efectivo permitiendo que el relleno sea vibrado para que logre llenar todos los espacios (ver Figura N° 28). Con este sistema, trabajadores han logrado apilar hasta 100 bloques en 1 hora<sup>9</sup>.

Las construcciones con este sistema han demostrado tener una excelente resistencia al fuego, y un notable comportamiento estructural e impermeabilidad, debido a la utilización de relleno completo con hormigón.

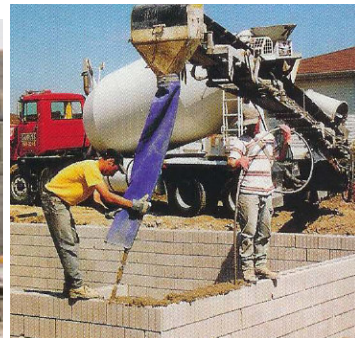
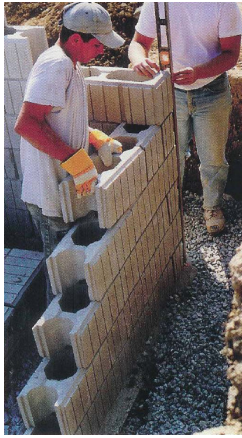
La fabricación de estos bloques se realiza con los materiales comunes para fabricar los bloques tradicionales, incluyendo aditivos especiales (repelente de agua / súper plastificante), lo mismo ocurre con el relleno a utilizar para que este necesite el mínimo de vibrado. Los bloques se fabrican en las maquinas convencionales, usando moldes simples proporcionados por AZAR y adoptando el procedimiento de producción regular.

El uso de este sistema se ha desarrollado en distintas áreas: muros de fundaciones, de contención de suelos, muros cortafuegos y muros de construcciones industriales, comerciales y residenciales, siendo hoy en día un sistema posicionado en el mercado norteamericano y canadiense, pero también ha tenido incursiones en otros países como Australia y Perú.

A continuación se presentan imágenes del procedimiento de construcción y de obras realizadas con este sistema:

---

<sup>9</sup> “Mortarless Block Systems, an analysis of the six systems on the market” (Ref. 9)



Imágenes del procedimiento constructivo utilizando el sistema AZAR.



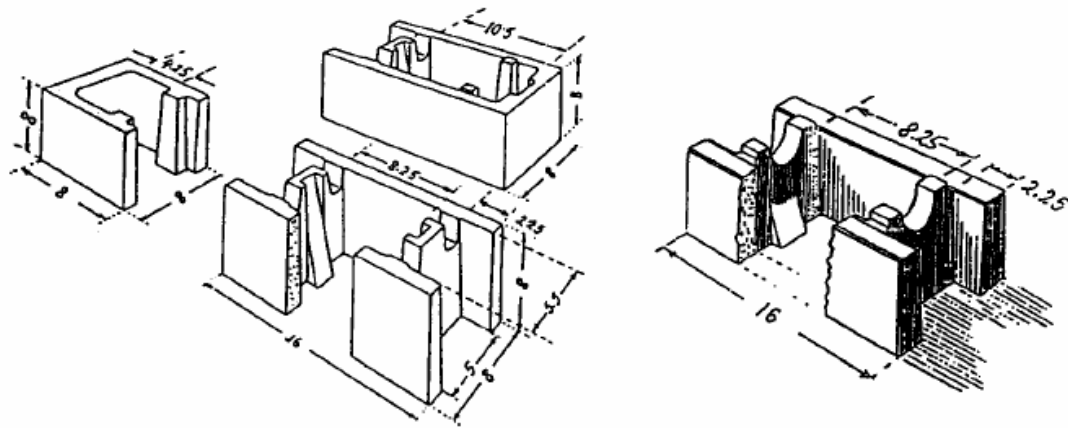
Casas y edificios construidos con el Sistema AZAR.

### 3.3.3.2 Sistema Haener.

Es el sistema de bloques de hormigón sin utilización de mortero que ha estado más tiempo en el mercado y fue desarrollado en Estados Unidos por la compañía Haener Block LLC. a partir de los años 70.

El sistema original, incluye tres bloques: un tramo, una esquina y una mitad de bloque, también existe un nuevo sistema que sólo consta de dos bloques, especial para realizar columnas y pilares, que combina un tramo o esquina con un medio bloque (ver Figura N° 29). Recientemente, Haener, diseñó un sistema aislante de dos bloques, el cual incluye espacios en cada bloque para insertar aislamiento. Los bloques de este sistema, que existen en tres espesores, de 6, 8 y 12 pulgadas (15, 20 y 30 cm.), cuentan con una unión machihembrada formada por una aleta y una hendidura, que se sitúa en los bordes verticales de las caras de los bloques, y con un sistema de tacos o topes sobresalientes ubicados en el alma del bloque. Estos diseños de uniones, permiten que los bloques alineen y calcen correctamente unos con otros al momento de la instalación y que compensen variaciones de altura. Existen cavidades especiales en los bloques para instalaciones eléctricas y de gasfitería en forma vertical y para instalar barras de acero necesarias para reforzar vertical y horizontalmente, que cuentan con el espacio necesario para ser

rellenadas con mortero y dejar que se distribuya correctamente en ambos sentidos (horizontal y vertical) (ver Figura N° 30).



**Sistema de tres bloques**

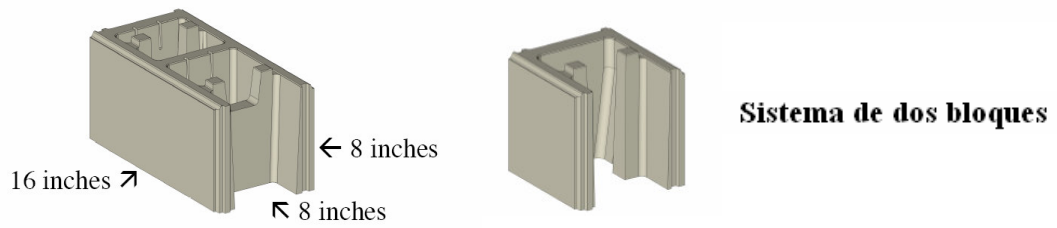


Figura N° 29: Componentes de los sistemas de bloques Haener.

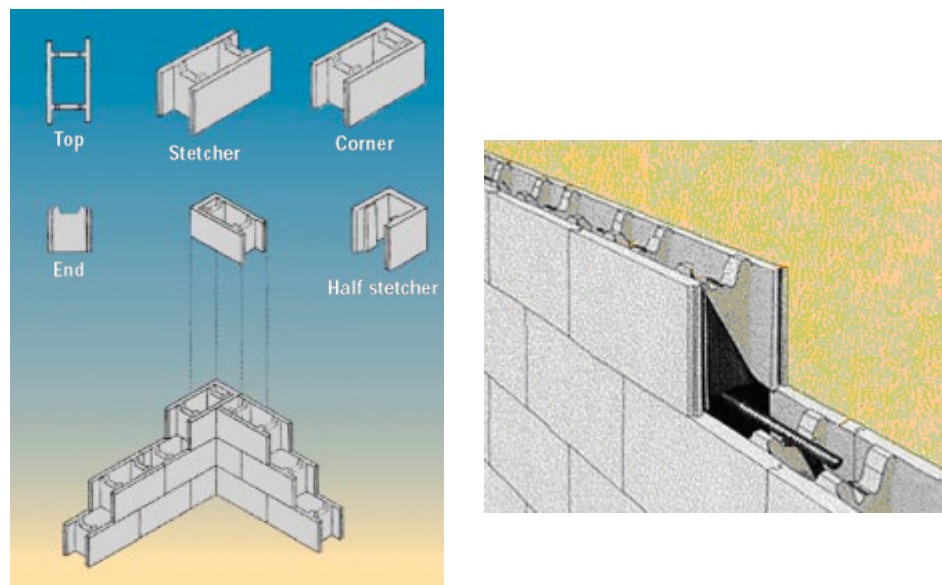


Figura N° 30: Instalación del sistema Haener.



Este sistema, puede ser o no relleno, o selectivamente relleno en los espacios que necesiten de armadura de refuerzo. Si no se rellena, es necesaria la terminación con un revestimiento de mortero como el mencionado en el sistema IMSI.

El trabajo de albañilería con estos bloques no necesita de personal calificado o experimentado, en una cuadrilla solo es necesario un albañil y tres ayudantes, teniendo un mayor cuidado sólo en la instalación de los bloques de la primera hilada para mantener el plomo y la nivelación correcta. Ellos mismos van colocando los refuerzos de acero que sean necesarios y luego de llegar a la altura deseada, estos mismos pueden relleno el muro. El hecho que el sistema cuenta con solo tres o dos tipos de bloques, simplifica la cubicación de material y el orden en terreno, lo que también ayuda a disminuir el tiempo de trabajo. Con práctica se logra apilar alrededor de 100 bloques por hora.

Para la fabricación de los bloques, se necesitan los materiales locales y tradicionales para hacer bloques de hormigón, se utiliza la misma maquinaria convencional sin alteraciones el mismo procedimiento y es necesario un solo molde.

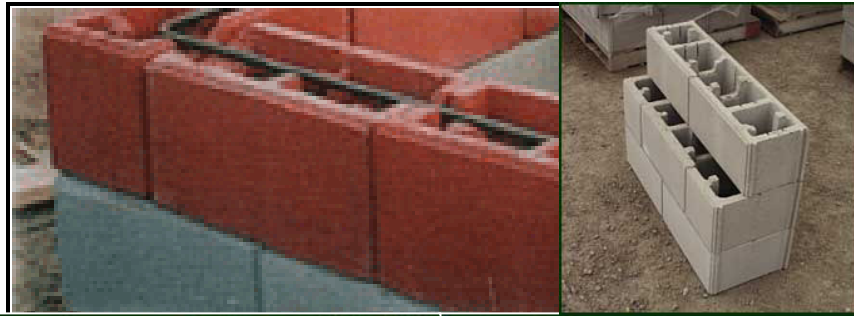
Este sistema puede ser usado para construir muros de fundaciones, muros de contención, tabiquería, y muros soportantes de edificaciones de 1 o varios pisos, dependiendo de la colocación de refuerzo estructural.

Hasta el momento, el Sistema Haener tiene licencia en 20 países, y ha sido utilizado en una gran cantidad de construcciones en Estados Unidos, Canadá, Alemania, Turquía y México, por nombrar algunas, obteniendo excelentes resultados con respecto a la rapidez del sistema para su colocación, y al comportamiento estructural de las construcciones<sup>10</sup>.

A continuación se presentan imágenes del procedimiento constructivo y de obras realizadas con este sistema:

---

<sup>10</sup> [www.haenerblock.com](http://www.haenerblock.com)



Imágenes del procedimiento constructivo utilizando el sistema de bloques Haener.



Bélgica



Canadá



Alemania



México.

Casas y edificios construidos con el Sistema Haener.

### **3.4 Diseño y construcción de Muros de albañilería de bloques sin mortero<sup>11</sup>.**

Las consideraciones generales que aquí se muestran, son aplicables a los sistemas de bloques para albañilería sin mortero como también para los bloques para la albañilería tradicional. Con respecto a los procedimientos constructivos, se enfocará en describir lo que se debe tener en cuenta para los sistemas de bloques que no usan mortero, tanto IMSI, AZAR y Haener, ya que el correspondiente a la albañilería tradicional está detallado en el capítulo 2.

#### **3.4.1 Bloques de hormigón para albañilería sin mortero.**

Como se ha visto en este capítulo, distintos tipos de sistemas de bloques para la construcción con albañilería sin el uso de mortero han sido especialmente diseñados y están disponibles en variados sistemas con características propias. Los últimos y más sofisticados de los diseños de bloques, incorporan en sus caras aletas y ranuras de alineamiento que hacen de las unidades más fáciles y rápidas de colocar y apilar, plomar y nivelar. Las distintas unidades de bloques, según sea el sistema al que pertenecen, están fabricadas con una combinación de lengüetas (aletas), ranuras o sin ninguna de ellas, a lo largo de ambas caras del bloque, en forma horizontal o vertical como se muestra en la Figura N° 31. En la fabricación de los bloques, la altura de ellos está limitada por  $\pm 1/16$  in. (1.58 mm.), por lo que durante la construcción de la albañilería, a veces es necesario solucionar los problemas de altura mediante la utilización de pletinas o laminas de calces (shims), o incluso mortero cada cierta cantidad de hiladas. Las unidades que se ensamblan, resisten esfuerzos de corte y de flexión como resultado de la acción del funcionamiento de sus uniones: en la parte superior del tabique del alma con la hendidura del tabique del alma de la unidad siguiente, a lo largo de las dos superficies sustentadoras de cada cara del bloque en la unión horizontal, y entre bloques adyacentes a lo largo de las juntas verticales.

Las características del tipo de unión o trabazón de las unidades de cada sistema de bloques, mejoran el alineamiento y nivelación, reduce la necesidad de personal calificado y reduce el tiempo de construcción como ya se ha mencionado anteriormente.

---

<sup>11</sup> National Concrete Masonry Association, TEK 14-22 (Ref.3).

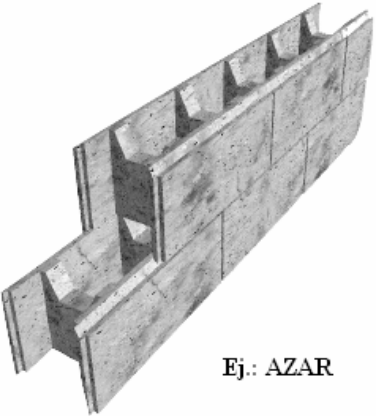
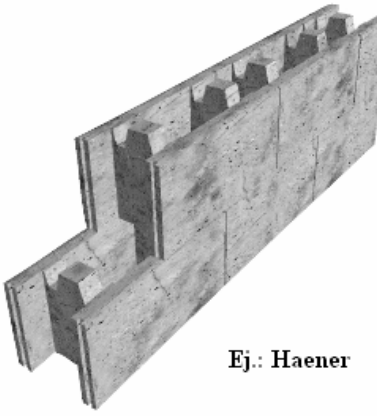
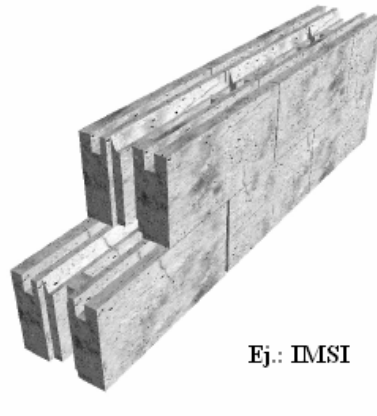
Sistema ranurado en ambas direcciones de las caras	Sistema ranurado solo en dirección vertical de las caras	Sin ningún sistema de alineación ranurado
 <p data-bbox="521 625 638 653">Ej.: AZAR</p>	 <p data-bbox="943 617 1060 644">Ej.: Haener</p>	 <p data-bbox="1377 611 1484 638">Ej.: IMSI</p>

Figura N° 31: Unidades típicas de albañilería sin mortero.

### 3.4.2 Tipos de construcción.

Los sistemas de bloques que no utilizan mortero pueden ser usados para construir muros rellenos o parcialmente rellenos, no reforzados, reforzados o pretensados, o con una superficie de adherencia o en combinación con ella, dependiendo del tipo de construcción y de las cargas que deberán soportar.

Se usa relleno para realzar considerablemente la resistencia y estabilidad del muro, debido a que provee la integridad necesaria para resistir fuerzas paralelas o transversales al plano del muro. El alineamiento vertical del muro se asegura con las columnas o pilares formados por el relleno de los huecos de los bloques, inclusive si el muro es parcialmente relleno y existen celdas o huecos adyacentes a las columnas formadas que no se encuentran rellenos. También, se usa relleno, para aumentar la impermeabilidad del muro previniendo la penetración de agua.

La resistencia de los muros rellenos o parcialmente rellenos, puede también ser aun más realzada utilizando barras de refuerzo tradicional, siendo pretensado o con una superficie externa (recubrimiento) de adherencia reforzada con fibras de vidrio o fibras plásticas.

A continuación se describe cada tipo de construcción:

Para las construcciones no reforzadas, como se muestra en la Figura N° 32, el relleno

proporciona resistencia al corte y a la flexión al sistema de muro. Las columnas de relleno también entrelazan las unidades colocadas provocando un enlace uniforme entre ellas proveyendo resistencia a las fuerzas de corte en el plano, más allá de la proporcionada por la fricción desarrollada a lo largo de la junta horizontal.

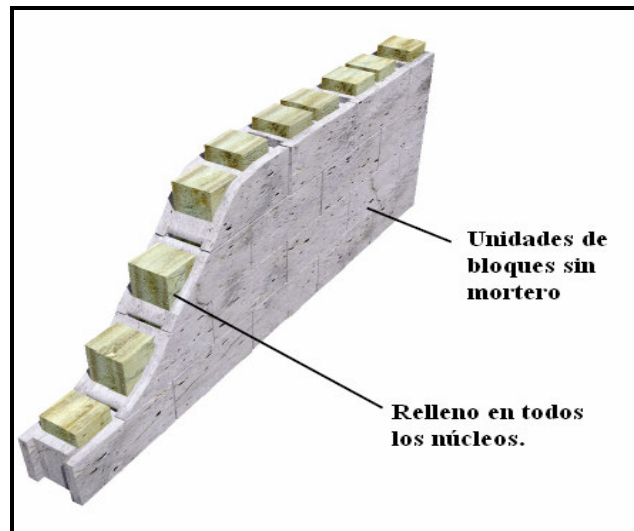


Figura N° 32: Muro completamente relleno y sin refuerzo.

Para muros que requieren grandes alturas verticales o mayores capacidades de carga, las columnas que se forman al rellenar los núcleos de los bloques que constituyen el muro, pueden ser reforzados para incrementar la resistencia a la flexión.

El refuerzo puede ser colocado verticalmente y horizontalmente, en el caso que sólo se coloque refuerzo vertical, se puede rellenar sólo los huecos o núcleos que contengan refuerzos o rellenar completamente el muro (ver Figura N° 33), en el caso donde también se refuerce horizontalmente, la albañilería sí debe ser completamente rellena. Con los refuerzos horizontales, debido al diseño de espaciamientos de los bloques y a la colocación de relleno, se forman linteles o vigas a través de los muros. Otra versión de refuerzo estructural es colocar tensores verticales pretensados en lugar de barras de refuerzo. El esfuerzo vertical de compresión axial aplicado por medio de los tendones, incrementa la capacidad de corte y flexión del muro. Los tendones se pueden enlazar con relleno, o no hacerlo, todo depende del diseño, por lo tanto la opción de relleno en este caso es opcional.

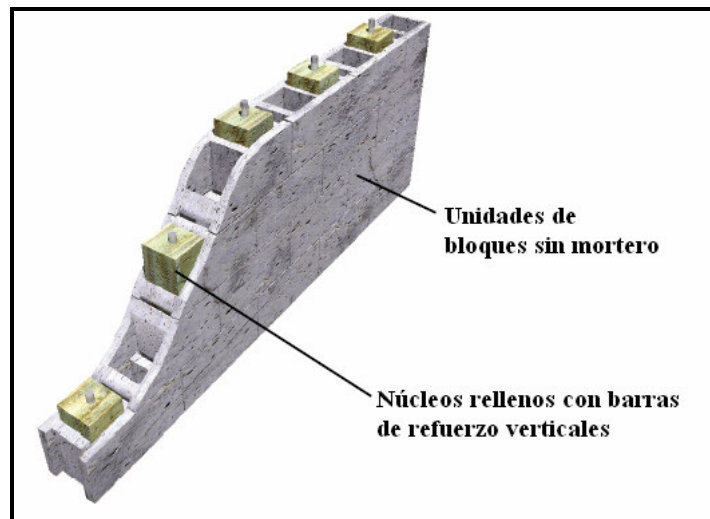


Figura N° 33: Muro reforzado y completa o parcialmente relleno.

Como alternativa adicional de reforzamiento o para estructuras que no necesiten ser armadas estructuralmente debido al uso final de la estructura o a solicitaciones nulas o muy bajas de carga, las superficies de los muros pueden ser revestidas con una superficie de adherencia<sup>12</sup> de cemento o estuco reforzado con fibra de vidrio o plásticas como se muestra en la Figura N° 34. Este tratamiento superficial, se aplica en los dos lados (caras) del muro. El material utilizado en esta superficie, une las unidades y llena las juntas entre ellas proporcionando una ligadura adicional en la caras de los bloques. La resistencia a la compresión del material utilizado debe ser igual o mayor que el de las unidades de albañilería.

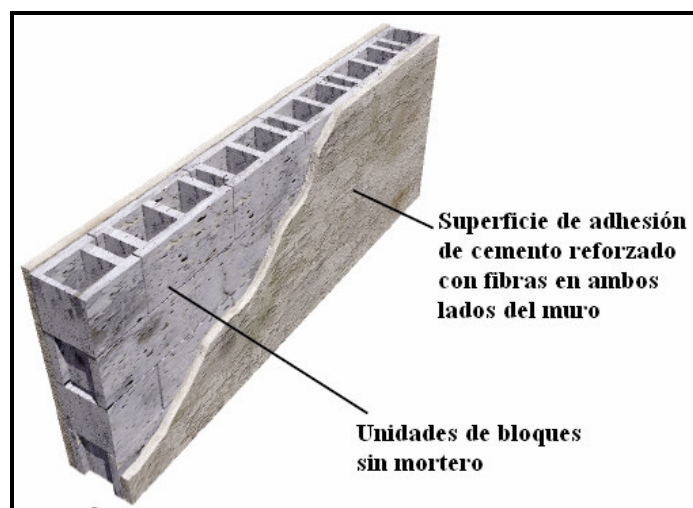


Figura N° 34: Muro revestido con superficie de adherencia.

<sup>12</sup> ASTM C887.

Existen ensayos y pruebas que muestran que la resistencia de muros con bloques que no utilizan mortero exceden los requerimientos de la albañilería convencional<sup>13</sup>, por este motivo, para simplificar el diseño y para que los encargados de ello usen procedimientos familiares, se siguen las mismas reglas de diseño de la albañilería tradicional con mortero, el caso de Estados Unidos, el método de diseño de tensiones presente en el código de diseño del MSJC<sup>14</sup> para el diseño de las construcciones rellenas y reforzadas. La decisión de adoptar esto se tomó para minimizar los requerimientos de diseño y para que no se tuviera que aprender nuevos métodos, lo anterior llevaría a utilizar factores de seguridad más grandes que los que se requieren normalmente para la construcción con albañilería de bloques, por lo que el diseño de construcciones de baja altura raramente se ve controlado por la capacidad de la albañilería<sup>15</sup>. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, usando un criterio más conservador podría no resultar un gran ahorro de costos debido a que se estaría construyendo una albañilería sobredimensionada.

A continuación, una tabla resumen de las alturas máximas para muros construidos con bloques que no utilizan mortero para su unión, dependiendo del tipo de construcción y del uso final del muro<sup>16</sup>:

Tabla N° 4: Resumen de alturas de muro para unidades de bloques de ancho 8 pulgadas (203 mm.)

	Tipo de Construcción.		
	Relleno no reforzado.	Relleno reforzado	Solo superficie de revestimiento
Muros de sótano (Fundaciones)	8 ft (2.44 m)	10 ft 8 in (3.25 m)	8 ft (2.44 m)
Muro cantilever de contención	5 ft (1.52 m)	8 ft 8 in (2.64 m)	5 ft (1.52 m)
Edificios de 1 piso	15 ft (4.57 m)	20 ft (6.10 m)	16 ft (4.88 m)
Edificios de varios pisos	3 pisos, menos de 32 ft 8 in (9.96 m) en altura.	4 pisos, menos de 40 ft 8 in (12.4 m) en altura.	2 pisos, menos de 20 ft (6.1m) en altura.

<sup>13</sup> “Properties of Dry-stack block” y “Racking Test of Dry-Stack Block”, Drysdale, E.G., 2000.

<sup>14</sup> “Building Code Requirements for Masonry Structures”, ACI 530-05/ASCE 5-05/TMS 402-05, Masonry Standard Joint Committee, 2005.

<sup>15</sup> Datos de pruebas y ensayos realizados en muros rellenos y rellenos reforzados de AZAR Dry – Stack Block™, muestran que las resistencias obtenidas exceden a las requeridas para una construcción de albañilería de bloque tradicional (Ref.8).

<sup>16</sup> Obtenido de “Design and Construction Guide for AZAR Dry-Stack Block Construction” (Ref.1). Estos valores fueron entregados por The International Building Code, 2000.



Finalmente, cabe decir, que muros de albañilería de bloques sin mortero pueden soportar sistemas de pisos y de techumbre por mediante una viga de amarre o cadena en la parte superior del muro, lo cual hace más expedito el proceso de construcción.

### **3.4.3 Procedimiento constructivo.**

Para este punto, se debe tener claro, que la mayoría de los procedimientos constructivos para este tipo de albañilería son los mismos que para la albañilería tradicional, por lo tanto, se omitirán ciertas actividades como la recepción de los bloques y su almacenamiento, la preparación de mortero y material de relleno, etc., y se resumirán los procedimientos que se repiten de manera que solo se detallarán las características propias de la albañilería sin mortero.

- i. Preparación previa y disposición de la superficie de soporte de los bloques.

Para que la construcción se realice sobre una superficie llana y manteniendo una linealidad y verticalidad de los muros, es muy importante que la primera hilera (fila) de bloques comience en una superficie nivelada y lisa. Para ello se deben tener las siguientes consideraciones:

1. Pequeñas irregularidades deben ser removidas con martillo o con un cincel de albañilería.
2. Donde existan mayores irregularidades o ocurran inclinaciones de la superficie, es mejor proveer una nueva capa de concreto para producir un piso o nivel adecuado para comenzar la instalación de los bloques.
3. Rugosidades menores o variaciones pequeñas de nivel pueden ser corregidas colocando la primera hilera sobre una capa de mortero en la forma como se hace con el procedimiento tradicional de albañilería de bloque.

En relación a lo anterior, todo debe ser realizado con un razonable cuidado, enfatizando en la nivelación y terminación del cimient, sobrecimiento o losa soportante.

Ahora, es muy importante asegurar que los pallets de bloques estén estratégicamente localizados cerca de los trabajadores para reducir el tiempo que se ocupa en acarrear los bloques al lugar de realización del muro.

El trazado de los muros (líneas y esquinas) deberán establecerse con anterioridad y quedar marcados en la superficie de la losa o sobrecimiento y se deben colocar también lienzas de

referencia para asegurar la linealidad del muro y su correcta ubicación sobre el trazado, también se deben hacer pruebas de calce de los bloques con anterioridad al posicionamiento definitivo de la primera hilada para verificar que las condiciones y tamaño de la superficie sean satisfactorias y que la cubicación de los bloques sea la apropiada considerando las dimensiones de las unidades (ver Figura N° 34). Aunque esto último se debe haber resuelto en la etapa de diseño, a veces es posible hacer modificaciones para que las esquinas y aberturas (ventanas y puertas) coincidan en ubicaciones de término de bloques, en el caso de que esto no sea posible, se requerirá el corte de las unidades (si es que no existe un bloque con esas dimensiones).

Para construcciones rellenas, las barras de refuerzo vertical, instaladas en la losa o en el sobrecimiento de la misma forma como se hace para la albañilería tradicional, deben estar en una posición que coincida con las celdas o espaciamentos destinados a ello de las unidades (ver Figura N° 35).



Figura N° 34: Prueba de calce de bloques.

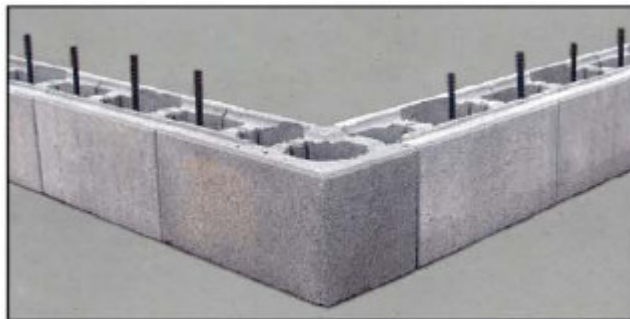


Figura N° 35: Refuerzo vertical coincidiendo con los espaciamentos destinado a ello en los bloques.

ii. Colocación de la primera hilada.

La primera hilera (fila) o emplantillado de los bloques para este tipo de albañilería sin mortero, como se dijo en el punto anterior, debe ser realizada sobre una superficie resistente, lisa, con el nivel y tamaño apropiado, para asegurar un muro estable y vertical. Si es que existen rugosidades menores y variaciones en el nivel pueden ser corregidas por la puesta en sitio de la primera hilada sobre mortero (ver Figura N° 36). Los bloques pueden ser puestos siguiendo los requerimientos correspondientes a su tipo de sistema de bloque para su unión y trabazón, siempre procurando que las celdas o núcleos estén alineadas verticalmente.

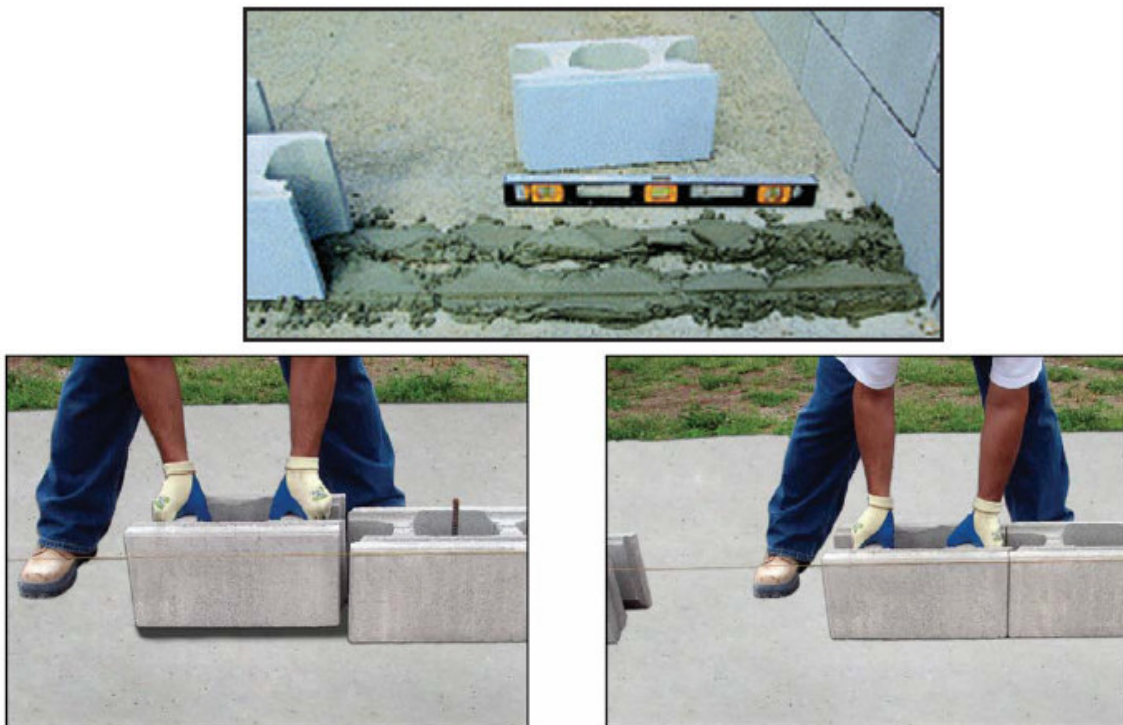


Figura N° 36: Colocación primera hilada, sobre mortero y sin usar mortero.

iii. Colocación de las unidades.

Como en la albañilería tradicional, los bloques deben empezar a ser colocados en las esquinas (ver Figura N° 37). Las unidades son colocadas con la lengüeta o aleta de las caras horizontales del bloque hacia abajo (si es que las tiene). Durante la construcción es importante mantener el plano entre las juntas, de otra manera, el muro podría desarrollar una curvatura vertical. Puede ocurrir que al colocar un bloque, algunas partículas de concreto se pueden

desprender de las unidades quedando en las superficies de unión de los bloques, usualmente la fuerza de colocado de los bloques puede agolpar estas partículas y/o también el frotamiento del bloque a lo largo del empalme puede soltar material, esto se debe limpiar y no permitir que se acumule ya que provocaría problemas en la alineación de los bloques. Aunque normalmente no es necesario, la desigualdad de empalmes y la oscilación de algunas unidades, se deben corregir usando una delgada capa de pasta de cemento para que las hiladas siguientes no deban necesitar ajustes.



Figura N° 37: Colocación de las primeras unidades comenzando por las esquinas.

Para mantener el muro alineado vertical y horizontalmente, se requiere que la construcción comience sobre una superficie a nivel, y que los trabajadores usen debidamente lienzas y niveles de carpintero. En instancias donde un muro o un bloque accidentalmente queden fuera de línea, se puede corregir golpeándolo con un martillo hasta volver el muro a su plomo usando siempre una pieza de madera para no dañar los bloques. En el caso que se esté

construyendo muros de grandes alturas de una sola vez sin rellenar, para mantener la verticalidad o corregir desalineaciones, es recomendable arriostrar (ver Figura N° 38).



Figura N° 38: Arriostramiento de muros para mantener verticalidad.

El traslapo exacto entre medios bloques debe asegurarse de manera que los tabiques internos y los espaciamientos o núcleos queden alineados verticalmente. Medios bloques o mitades de bloques, si es que no existen piezas con estas características en el sistema utilizado, se deben obtener cortando bloques de esquina con una sierra adecuada para hormigón, estos medios bloques son generalmente requeridos para aberturas en el muro y para finalizarlos.

Para anclajes, uniones, salidas de aire o algún otro material o detalle que se desee unir o pasar a través del muro, es generalmente más eficiente perforar, cortar o encajonar en la etapa del levantamiento del muro. Después de completar la albañilería y de rellenarla, se pueden hacer, pero usualmente es más costoso que si se hacen con anticipación.

#### iv. Colocación de refuerzos.

Tal como en la construcción de albañilería reforzada tradicional de bloque, una buena práctica de la construcción debe incluir la colocación de barras de refuerzos alrededor de rasgos de ventanas y puertas, en el final del muro, en la intersección de muros y cada cierto

espaciamiento dependiendo de los requerimientos de diseño.

Para que el refuerzo actúe de manera eficaz, el acero se debe encapsular completamente en el material de relleno, y tener un recubrimiento de mínimo 2 in (5 cm.) cuando se encuentra en muros en contacto directo con tierra o a la intemperie sin protección. Esto asegura una protección contra la corrosión y un buen enlace para que el acero y la albañilería actúen juntos. Los refuerzos verticales pueden ser puestos después de construir el muro empalmando las barras cada cierta altura. Generalmente las barras de refuerzo se colocan en el centro del espesor del muro (ver Figura N° 39).



Figura N° 39: Refuerzo vertical en construcción de muros utilizando albañilería de bloque sin mortero

El refuerzo vertical que se coloca antes de poner los bloques, debe estar bien posicionado en los lugares destinados para ello en los bloques y debe atarse a las barras de refuerzo horizontales que se vayan colocando. Este método de construcción requiere que los bloques de la siguiente hilada sean levantados sobre el refuerzo para ser colocados, pero como no es necesario el mortero como en la albañilería tradicional, este procedimiento se hace rápidamente y sin complicaciones. Longitudes más cortas de empalmes es una opción para evitar dificultades en la

construcción debido al levantamiento de bloques, pero suele requerir mayor peso en acero de refuerzos, por lo tanto más caro. El cálculo de la longitud de desarrollos de empalmes se debe basar en la resistencia del material de relleno y cumplir con los requerimientos de diseño correspondientes.

El refuerzo horizontal se coloca en las ranuras o espaciadores horizontales destinados para ello que se encuentran en los tabiques de los bloques, y se debe instalar en hileras sucesivas o como lo requiera el diseño (ver Figura N° 40).



Figura N° 40: Refuerzo horizontal en construcción de muros utilizando albañilería de bloque sin mortero

Los muros de bloques sin mortero también pueden ser pretensados o post tensados colocando tendones (tensores) a través de los núcleos. Los tendones pueden ser anclados en la fundación en la base del muro y ser tensionados desde la parte superior del muro.

v. Procedimiento de relleno.

El hormigón de relleno y los procedimientos de relleno deben ser los mismos usado en la construcción de albañilería tradicional de bloques. El hormigón de relleno debe tener una resistencia a la compresión que cumpla con los requerimientos de diseño y normas del lugar donde se edificarán los muros y dependiendo del tipo de construcción y su utilización final, en el caso de Estados Unidos, debe ser de al menos 2600 psi (190 MPa) a los 28 días probados de acuerdo con ASTM C1019.

El material de relleno debe ser mezclado conforme a las proporciones especificadas que correspondan., y debe contener un aditivo o agente reductor de agua para mejorar la impermeabilidad (al agua) de la construcción. Se debe agregar suficiente agua (más aditivo u otro) a la mezcla para producir un relleno fluido con un asentamiento de 10 in. (25,4 cm) pero no menos de 8in. (20.32 cm.). Es correcto intentar utilizar un material de relleno de bajo asentamiento o menos fluido que el mencionado, pero durante el proceso de colocación podría llegar a ser demasiado denso y no lograr el relleno completo de los huecos de la albañilería. Se debe poner énfasis en asegurar un relleno completo de las celdas de los bloques.

Hasta alturas de muros de 8 ft 8 in (2.67 m) se puede rellenar en una sola etapa. Esto se recomienda mientras sea hecho en tiradas de altura máxima de 2ft (60 cm.) y con el uso de un vibrador de inmersión de tamaño menor que 1 in. (25 mm) para cada tirada, esto se hace para asegurar el relleno completo de los espacios y una buena compactación del material de relleno (ver Figura N° 41). Debido a que algo de relleno puede adherirse a las paredes de los bloques durante el llenado, es recomendable completar la etapa una vez comenzado el proceso de relleno del muro, debido a que el material que se quede adherido a los bloques por dentro, se endurecerá y restringirá el paso de un posterior relleno en esa región. Los bordes de las caras horizontales de los bloques en la parte superior del muro que será rellenado y donde se colocarán y unirán con bloques de las hileras siguientes, deberán ser protegidos de la acumulación de material de relleno en el proceso de llenado (ver Figura N° 42).





Figura N° 41: Trabajadores utilizando vibradores de inmersión.

Para alturas de muros sobre los 8 ft 8 in. (2.67 m) o donde la última tirada de material de relleno es hecha, se recomienda que el relleno sea interrumpido 4 in (10.16 cm.) antes del tope de la última hilera de bloques de la etapa de relleno (ver Figura N° 42). Esto evita que la discontinuidad entre los rellenos (junta fría) se cree a la misma altura que la junta horizontal de los bloques de la hilera correspondiente. Para las construcciones rellenas pero no reforzadas, se confía en la resistencia del relleno para la capacidad de flexión del muro, y se evita que las juntas frías queden ubicadas en regiones de alta flexión. Cualquier resto de relleno suelto se debe quitar antes de proceder a rellenar nuevas elevaciones. Inmediatamente después de rellenar, la superficie expuesta en la parte superior de los bloques debe ser cepillada de todo material sobrante.

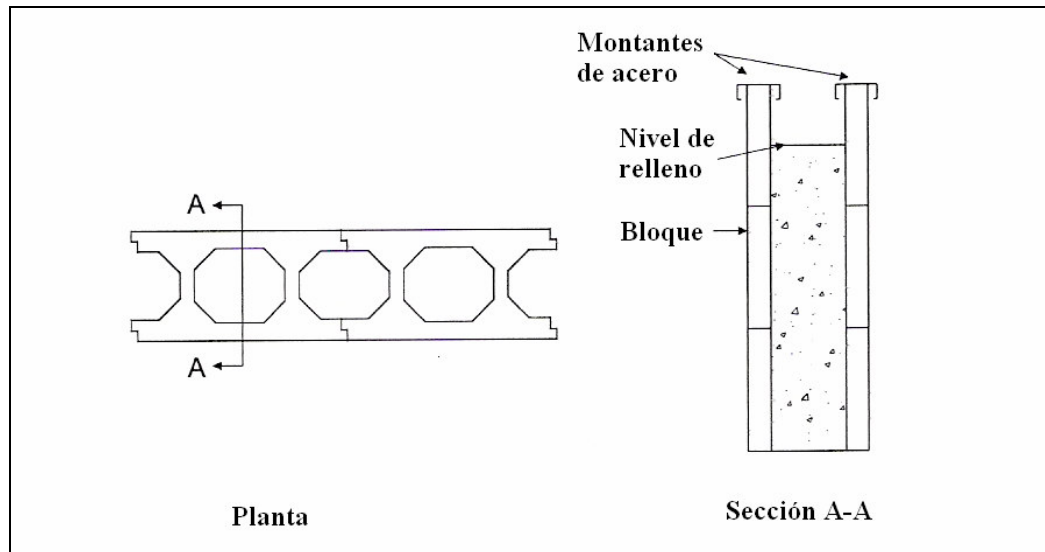


Figura N° 42: Remate de la etapa intermedia de vertido del relleno.

Para el procedimiento de relleno de los muros, se deben utilizar embudos o mangas para reducir la cantidad de derramamiento accidental de material y se debe realizar mediante bombeo (ver Figura N° 43).



Figura N° 43: Relleno de muros mediante bombeo.

vi. Revestimiento con superficie de adherencia.

Este proceso no es siempre obligatorio, su aplicación depende de las especificaciones de construcción y/o requerimientos de diseño. En países como Estados Unidos y Canadá, para ciertos tipos de construcción que no necesiten de grandes resistencias, es posible incluso realizar muros sin relleno ni refuerzos pero con sólo superficie de adherencia, este no sería el caso para muros estructurales en este país. Entonces, se entiende que esta superficie, sirve para agregar resistencia al muro y en ciertos casos para darle terminaciones arquitectónicas deseadas.

En la superficie o recubrimiento de adherencia tiene una malla de refuerzo de las fibras de vidrio que asegura que la resistencia desarrollada sea indiferente a pequeñas variaciones de espesor producidas durante la aplicación de la superficie. El objetivo principal de esta superficie es que asegure completamente la unión de los bloques, el recubrimiento de la malla de fibra de vidrio y llene completamente los bordes de las juntas de los bloques. Normalmente el espesor mínimo necesario es de 0.08 in (2 mm.) y generalmente se debe incrementar levemente cuando la malla de refuerzo está traslapada, por lo tanto, frecuentemente se requiere un espesor de 1/8 in.

El proceso constructivo usual es esparcir o rociar una delgada capa de enlucido de cemento Pórtland sobre el muro y luego presionar la malla de fibra de vidrio (o plástica) sobre esa capa. Las uniones entre las hojas de malla deben estar traslapadas en 6 in (15 cm). Se aplica luego una segunda capa del mismo enlucido para tapar la malla. Después de que esto haya endurecido, se puede colocar una capa de estuco para la superficie con coloración o textura para

crear una determinada terminación arquitectónica por ejemplo (ver Figura N° 44).

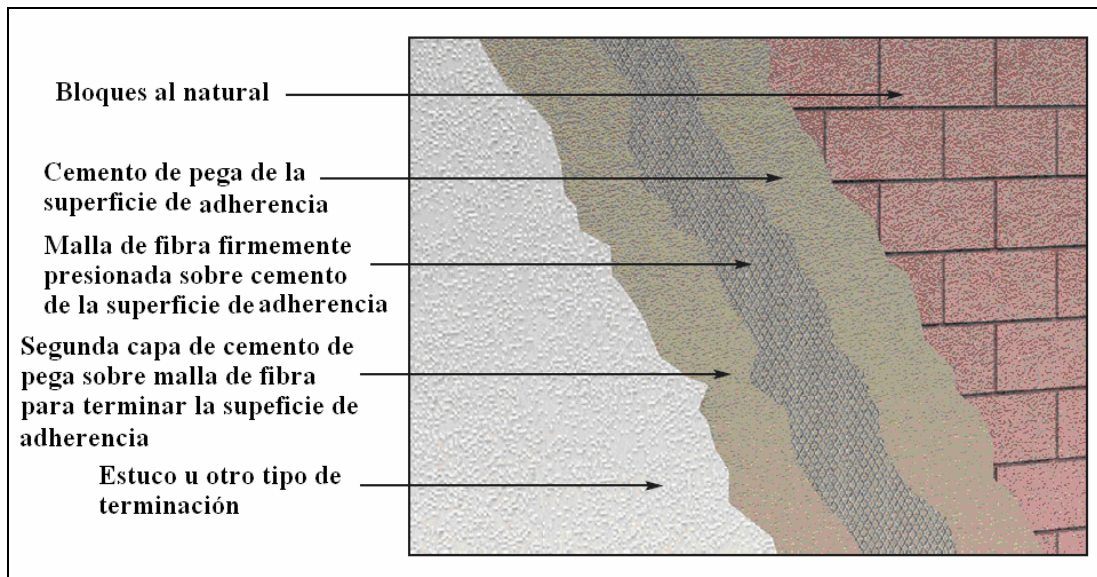


Figura N° 44: Esquema del procedimiento de colocación de superficie de adherencia.

Se deben seguir todas las instrucciones de fabricación de los materiales utilizados para la superficie de adherencia ya que la preparación de la superficie (limpieza y secado de la superficie) y la temperatura debe ser la apropiada para que la unión con el cemento Pórtland sea la adecuada.

### 3.5 Experiencia en Chile.

En Chile, este sistema de albañilería sin mortero, ha sido utilizado en muros de contención de suelos, en una variante de los sistemas anteriormente presentados, llamado sistemas de muros de retención segmentado<sup>17</sup>.

La empresa EMIN Ingeniería y Construcción S.A., utiliza el sistema de muros de contención MESA (MESA System), que corresponde a un sistema de muros de retención segmentado que cuentan con el respaldo de TENSAR Earth Technologies de TENSAR Internacional Corporation y que ha sido utilizado ampliamente en todo Norteamérica y América del Sur.

El sistema MESA, esta compuesto por tres elementos principales: geogrietas de HDPE<sup>18</sup>, conectores de HDPE y bloques prefabricados de hormigón de alta resistencia; cada uno de ellos diseñados específicamente para funcionar juntos formando una estructura de suelos mecánicamente estabilizados. El muro de contención queda conformado entonces, en la medida que las geogrietas queden embebidas en el relleno compactado detrás de los bloques, que a su vez quedan conectados a las geogrietas (ver Figura N° 45).



Figura N° 45: Colocación del estabilizado sobre la geogrilla, por detrás del bloque, para luego ser compactado y avanzar a la siguiente capa.

Las características más importantes de este sistema son:

---

<sup>17</sup> Segmental Retaining Wall (SRW).

<sup>18</sup> HDPE: Polietileno de Alta Densidad, en Inglés High Density Polyethylene.

- Los tiempos de instalación son más reducidos, con lo que se logra altos rendimientos, reduciendo el tiempo de construcción en un 50%<sup>19</sup>.
- Los muros son montados con materiales prefabricados, sin necesidad de moldajes, sin utilización de mortero para su unión y sin armaduras de acero, simplificando notoriamente el montaje en zonas aisladas o de difícil acceso.
- Posibilita alineaciones horizontales, de curvas cerradas y de ángulos rectos, además de inclinaciones variando de la vertical, ofreciendo amplias posibilidades de diseño a arquitectos y paisajistas y aprovechando al máximo el terreno.
- Las unidades ofrecen una amplia variedad de estilos, colores y texturas, lo que proporciona al muro terminaciones especiales y que pueden suplir especificaciones específicas de un proyecto.
- El diseño estructural del muro se realiza para resistir todas las cargas de diseño, propias del empuje del suelo, cargas sísmicas y todas las que el calculista estime conveniente.

Este sistema ha sido utilizado en zonas sísmicas en proyectos públicos de carreteras a nivel nacional e internacional y proyectos inmobiliarios, industriales y mineros dando una solución económica, estética y estructuralmente estable.

Específicamente en Chile, algunas de las obras que se han realizado con este sistema MESA, se muestran a continuación a través de las siguientes imágenes:



Túnel Lo Prado, año 2001.

---

<sup>19</sup> Fuente: EMIN.



Muros hotel observatorio Páranla, año 2000.



Proyecto nudo vial Independencia – Vespucio, año 2001.

## **4 Comparación del sistema tradicional de albañilería de bloque versus el sistema sin mortero.**

### **4.1 Introducción**

El objetivo principal de este capítulo es obtener los datos necesarios para realizar una evaluación técnica y económica del sistema constructivo de albañilería sin mortero, enfocada principalmente en la comparación de los sistemas constructivos en aspectos como procedimientos, rendimientos, tiempos de construcción y costos involucrados.

Para obtener los datos del sistema tradicional de albañilería de bloques de hormigón, se trabajará utilizando una obra base que emplea este método constructivo, situada en el sector norponiente de la ciudad de Santiago, y que consta de la construcción de casas cuyo primer piso está construido a partir de albañilería de bloque utilizando mortero de pega.

El sistema que se usará para representar el método constructivo de albañilería sin mortero será el sistema de bloques AZAR presentado en el punto 3.3.3 de este trabajo. Esta decisión se basa en que los bloques de éste sistema, son similares geoméricamente a los bloques de hormigón producidos en Chile y por ende las normativas existentes que nos rigen podrían ser aplicables.

### **4.2 Obra Base.**

La obra consta de 86 casas, de las cuales 45 corresponden a pareos, constituyendo finalmente un complejo destinado a 131 viviendas. Hay 6 tipos de casas, 3 de ellas del tipo pareadas, el primer piso esta construido con muros de albañilería armada de bloques de hormigón y el segundo piso con Metalcom revestido con Vinyl Sydin. A continuación se presentan imágenes de lo que serían las casas ya terminadas:



Casas ya terminadas que constituyen la obra base.

El metraje de muros de albañilería de bloque de los distintos tipos de casas se detalla a continuación en la siguiente tabla:

Tabla N° 5: Metraje de muros Primer Piso

Tipo Casa (cantidad)	Muros Albañilería de bloques [m2].
<b>Casa Maitén (21)</b>	54.88
<b>Casa Abedul (10)</b>	60.78
<b>Casa Ciprés (10)</b>	66.85
<b>Pareo Cedro (5)</b>	93.34
<b>Pareo Fresno (28)</b>	95.02
<b>Pareo Sauce (12)</b>	116.62

### 4.3 Comparación de aspectos técnicos.

#### 4.3.1 Bloques.

En la obra base, para construir los muros de albañilería se utilizaron distintos tipos de bloques, pero la mayoría eran de un tipo de bloque llamado Rústico de dimensiones 400x140x200 mm. (395x140x190 mm.), perteneciente a una determinada fábrica de bloques. Por este motivo, se considerará para los cálculos, que la albañilería se realizó en su totalidad con este tipo de bloque y será llamado de aquí en adelante bloque tradicional.

Ahora, en el mercado norteamericano el bloque AZAR se comercializa en dimensiones de



16x8x8 in. y de 16x12x8 in., pero debido a que la producción del bloque sería en Chile, estas se adaptarían sin ningún problema a las acostumbras y comúnmente usadas aquí. Por lo tanto para los cálculos siguientes y para todos los realizados en este capítulo, se supondrá que los bloques AZAR a utilizar serán de dimensiones 400x140x200 mm. (para ser directamente comparados con el bloque tradicional). También seguirán ésta regla los materiales usados para su fabricación y la dosificación de ellos, para éste caso en específico, el material y la dosificación utilizada para fabricar los bloques AZAR serán los mismos utilizados para la fabricación del bloque tradicional.

A continuación se detallan la geometría y las dimensiones de los bloques que servirán como base a los cálculos a realizar, las dimensiones están en mm.:

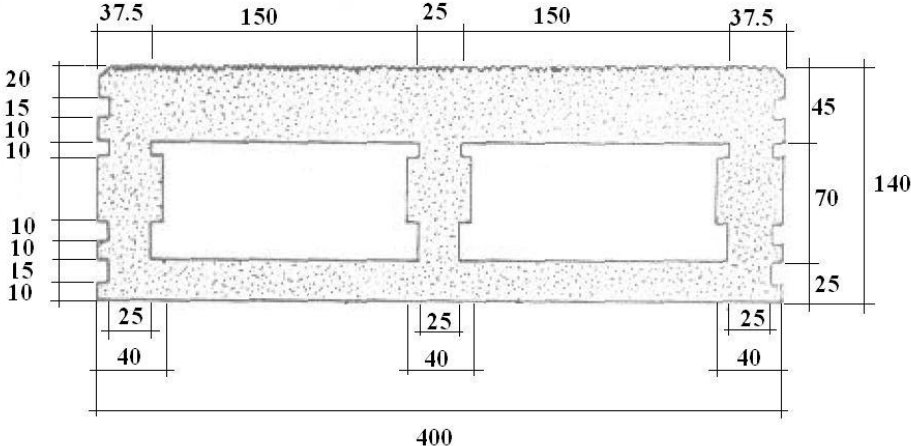


Figura N° 46: Bloque tradicional (Rústico).

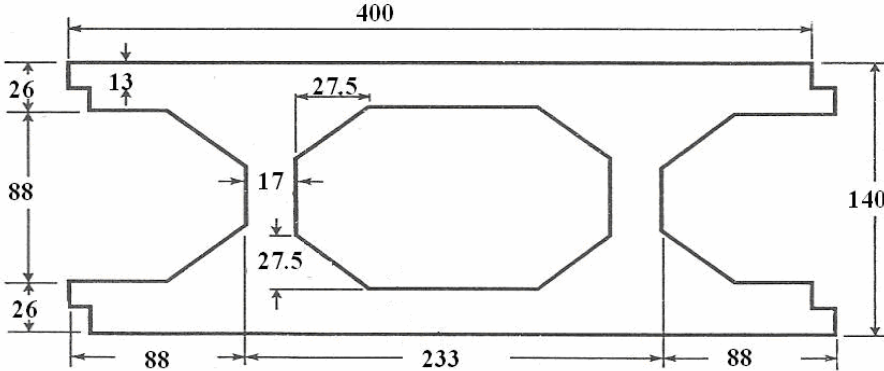


Figura N° 47: Bloque AZAR a comparar con el bloque tradicional.

Ya definida la geometría y dimensiones de los bloques, se puede obtener la siguiente Tabla N° 6 con las características geométricas de ellos que permitirán ver si cumplen con los requisitos presentes en las Normas Nch.181 of.65 y Nch.1928 of.93 para poder usarse en albañilería armada:

Tabla N° 6: Características geométricas de los bloques.

	<b>Bloque tradicional</b>	<b>Bloque Azar</b>
Área Bruta [cm <sup>2</sup> ]:	547.5	560
Total Área huecos [cm <sup>2</sup> ]:	206	312.8
Área huecos para armadura [cm <sup>2</sup> ]:	103	156.4
Área neta [cm <sup>2</sup> ]:	341.5	247.2
Área neta sobre Área bruta [%]:	62.37	44.14
Espesor cáscara [mm.]	25	26
Espesor Tabiques [mm.]	25	17
Peso [Kg.]:	14.6	10.57
Dimensión Mínima de huecos [mm.]:	70	72

Con lo anterior se puede inferir que el Bloque AZAR tiene un porcentaje de área neta menor que 50% y bastante menor que el que presenta el bloque tradicional, además no cumple con el espesor mínimo de tabiques de 25 mm., debido a esto y a que la unión de los bloques sólo depende de la trabazón que se produzca entre ellos y no a una “adherencia” como ocurre con el uso de mortero, es que la utilización de este bloque se realizará con relleno completo de los muros, así todos los bloques se adherirán completamente consolidando la estructura y aumentando la resistencia del muro, sin tener que preocuparse por la unión de los bloques, el mayor área de huecos ni por el menor espesor de los tabiques. Los requerimientos de absorción, humedad y resistencia que se piden cumplir, están relacionados con el material de fabricación de los bloques, y como se impuso que los bloques AZAR fabricados en Chile estarán constituidos con el mismo material de los bloques tradicionales, se tiene por consiguiente que cumplen esos requerimientos ya que el bloque tradicional sí los cumple.

Se puede observar también que el bloque AZAR debido a su geometría y a la utilización del mismo material de fabricación que los bloques tradicionales, tiene un peso menor en 4 kg. que el del bloque tradicional, lo que se traducirá en facilidades para en su colocación por los trabajadores y en un menor costo por unidad.

### 4.3.2 Procedimiento constructivo.

Considerando la información presentada en capítulos anteriores donde se detallan los procedimientos constructivos de los métodos de albañilería en comparación, y tomando en cuenta la decisión de utilizar los bloques AZAR para erigir muros que luego serán completamente rellenos con el correspondiente hormigón de relleno, es posible detallar y confrontar ambos sistemas constructivos utilizando una tabla comparativa (Tabla N° 7) donde se mostrará en paralelo los pasos a seguir para la construcción de los muros perimetrales del primer piso de las casas que integran la obra base, los muros están constituidos por 10 hiladas de bloques llegando a una altura aproximada de 2,05 m.

A continuación se presenta la mencionada tabla comparativa:

Tabla N° 7: Tabla comparativa de los procedimientos constructivos.

<b>Sistema Tradicional de albañilería (bloque tradicional)</b>	<b>Albañilería sin Mortero (bloque AZAR)</b>
Recepción y almacenamiento de bloques.	Recepción y almacenamiento de bloques.
Recepción de sector de trabajo donde se confeccionará el muro en condiciones de limpieza y nivel adecuado.	Recepción de sector de trabajo donde se confeccionará el muro en condiciones de limpieza y nivel adecuado.
Preparación de mortero de juntas y hormigón de relleno (si se decide prepararlo en obra).	Preparación del hormigón de relleno (si se decide prepararlo en obra).
Preparación y colocación de armaduras verticales (en la obra tipo se colocaron en la etapa anterior a la albañilería, en la construcción de la losa y vigas de fundación).	Preparación y colocación de armaduras verticales (en la obra tipo se colocaron en la etapa anterior a la albañilería, en la construcción de la losa y vigas de fundación).
Trazado de muros, colocación de escantillones en esquinas y premarcos de puertas y ventanales que lo ameriten.	Trazado de muros, colocación de premarcos de puertas y ventanales que lo ameriten.
Colocación de lienza de nivel y prueba de calce de los bloques de primera hilada.	Colocación de lienza de nivel y prueba de calce de los bloques de primera hilada.

Tabla N° 7 (Continuación): Tabla comparativa de los procedimientos constructivos.

<b>Sistema Tradicional de albañilería (bloque tradicional)</b>	<b>Albañilería sin Mortero (bloque AZAR)</b>
Colocación de primera hilada o emplantillado utilizando mortero en sus extremos y respetando las lienzas de nivel.	Colocación de primera hilada sin utilizar mortero, sólo es necesario si el sector de trabajo donde se confeccionará el muro presenta irregularidades y desnivelaciones, corrigiéndose aquello colocando los bloques sobre una base de de mortero.
Colocación de escalerillas en todas las hiladas (armadura horizontal).	
Subir lienza de nivel y colocar próxima hilada de bloques, seguir hasta la sexta hilada. Verificar que todos bloques se encuentren alineados y se procede a rellenar las celdas de los tensores con hormigón de relleno cada 3 hiladas aproximadamente.	Colocación de armadura horizontal en hiladas según especificaciones estructurales.
Revisión de plomos y medidas en esta hilada.	Colocación de bloques de hiladas siguientes hasta la hilada 10 (última hilada para este caso de los muros de la obra base), verificando siempre para cada hilada la limpieza de los bloques (especialmente de las ranuras si es que las tiene) y que todos los bloques se encuentren alineados, plomados y nivelados, usando lienzas de nivel y niveles de carpintero. En el caso que algún bloque quede a distinto nivel de la hilada, esto puede corregirse con una delgada capa de cemento o utilizando pletinas (shims). Deben considerarse la colocación de premarcos necesarios para rasgos de ventanas.
Luego de colocar hasta la sexta hilada aprox. y de que en estas hiladas, el mortero haya endurecido lo suficiente para soportar el peso de las hiladas siguientes para terminar el muro (generalmente al día siguiente de trabajo), se repiten los pasos anteriores hasta la hilada 10 (última hilada para este caso de los muros de la obra base). Deben considerarse la colocación de premarcos necesarios para rasgos de ventanas.	
En los pasos anteriores, antes de que el mortero de junta endurezca, pero que sea capaz de resistir una leve presión, deben hacerse las canterías.	
Impermeabilización de canterías	Revisión de plomos del muro.
Limpieza del área de trabajo	Relleno completo de los muros con hormigón de relleno y vibrado correspondiente.
Recepción de la albañilería.	Limpieza del área de trabajo
	Recepción de la albañilería.

Como se puede apreciar, la diferencia más importante radica en la no utilización de mortero para levantar los muros de albañilería, lo que lleva a una reducción del tiempo de construcción utilizando la albañilería sin mortero, ya que en caso de la albañilería tradicional se debe esperar a que el mortero obtenga la resistencia adecuada para soportar las siguientes hiladas para terminar en muro, lo que normalmente lleva a continuar la colocación de las últimas hiladas al día siguiente de trabajo. También hay reducción de tiempo al considerar que no se deben realizar canterías con la utilización de los bloques AZAR.

Debido al uso de mortero para cada hilada, es común ver que las celdas a rellenar no

siempre se encuentren totalmente limpias lo que provocaría una inadecuada colocación del hormigón de relleno ya que podría no alcanzar todos los espacios requeridos quedando lugares sin ser debidamente rellenos, lo que no ocurriría con el uso de la albañilería sin mortero, dejando siempre expedito el paso al hormigón de relleno.

Ahora, el proceso de relleno con hormigón en la albañilería tradicional se realiza en dos etapas: con el levantamiento de las primeras 6 hiladas y luego con el levantamiento de las hiladas finales para completar el muro, en cambio, con la albañilería sin mortero, sólo se realizaría en una etapa cuando el muro ya está completamente levantado con todos los bloques, implicando una gran cantidad de ventajas relacionadas con realizar el proceso completo en una menor cantidad de tiempo y obtener un relleno continuo el cual se traducirá en un mejor comportamiento estructural. También se puede apreciar en el caso de la albañilería tradicional con mortero, que el uso de tanto material húmedo que generalmente escurre o es salpicado durante la colocación de los bloques, lleva a que el proceso de limpieza sea sumamente importante y demore bastante tiempo, lo que con la albañilería sin mortero se reduce casi en un 100%.

Con respecto al relleno de los muros construidos con los bloques AZAR y que necesiten relleno completo en todas sus celdas o huecos, lleven o no tensores, éste se realizará utilizando una bomba hormigonera (Figura N° 48) de flujo variable para poder controlar la entrada del hormigón de relleno. Este proceso, que es parte de la albañilería, para este sistema no será realizado por las cuadrillas de albañiles, ya que sólo es necesario un operador para la bomba (proporcionado por el proveedor de la bomba) y 2 jornales previamente capacitados (por el mismo proveedor) para movilizar la manguera que hormigonará los muros, los cuales finalmente serán vibrados utilizando un vibrador de inmersión de diámetro suficientemente pequeño para realizar el trabajo adecuadamente.

En la obra tipo, para la albañilería tradicional se utilizó un mortero de relleno de resistencia  $180 \text{ kg/cm}^2$ , predosificado e instalado en terreno en silos, donde se mezclaba con agua cada vez que se necesitaba para ir relleno cada tres hiladas a medida que se iban construyendo los muros de albañilería y utilizando baldes para verterlo en las celdas (Figura N° 21 mostrada con anterioridad). En el caso de utilizar el sistema de albañilería sin mortero, con los bloques AZAR, el hormigón a utilizar será un hormigón bombeable de resistencia  $180 \text{ kg/cm}^2$ , con un máximo de árido de 10 mm. y con un cono de asentamiento entre los 10 y 25 cm.

A continuación se muestra la Figura N° 48 con imágenes de bombas hormigoneras que se adecuan a los requerimientos de hormigonado mencionados:



Figura N° 48: Bombas hormigoneras de flujo variable.

#### 4.3.3 Rendimientos.

Los rendimientos de colocación de bloques que se obtienen de la albañilería tradicional que usa mortero se midieron utilizando la obra base y considerando los siguientes puntos:

- Los días elegidos para las tomas de datos no presentaron ninguna condición climática desfavorable que pudiera incidir en los materiales o en los métodos que se utilizan para la confección de los muros de albañilería de manera que el proceso de colocación de bloques fuera el que normalmente ocurre.
- Se contempló dos tipos de tomas de datos, una cronometrada con reloj observando la cantidad de bloques colocados en un período de tiempo determinado, y la otra considerando cuanto tiempo tomaba el construir todos los muros de albañilería de algún tipo de casa de la obra base.
- La obra constaba con 2 cuadrillas de albañiles, formadas cada una por 2 Maestros albañiles, y 2 ayudantes. A las cuadrillas utilizadas para la toma de datos cronometrada se les denominó cuadrilla 1 y cuadrilla 2.
- Se debe considerar que la colocación de bloques incluye relleno de las celdas donde van los tensores aproximadamente cada tres hiladas y la realización de canterías.

A continuación se presentan las tablas con los datos obtenidos de las mediciones realizadas para determinar el rendimiento de colocación de bloques:

Tabla N° 8: Características bloque tradicional

Dimensiones de bloques utilizados [cm.]:	14 x 19,5 x 39,5
Área bloque [m2]:	0.077025
Área mortero [m2]:	0.007224
Área total de una unidad ya colocada en muro[m2]:	0.084249
Total de bloques colocados en 1 m2 de muro [un]:	12

Tabla N° 9: Rendimientos observados para cantidad de bloques colocados en tiempo cronometrado.

<b>Cuadrilla 1. Cronometraje 1.</b>	
Trabajadores por cuadrilla	2
Tipo de bloque	Rústico
Cantidad de bloques colocados	40
Tiempo cronometrado [hr]	1
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	40
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>20</b>
<b>Cuadrilla 2. Cronometraje 1.</b>	
Trabajadores por cuadrilla	4
Tipo de bloque	Rústico
Cantidad de bloques colocados	140
Tiempo cronometrado [hr]	2
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	70
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>18</b>
<b>Cuadrilla 1. Cronometraje 2.</b>	
Trabajadores por cuadrilla	3
Tipo de bloque	Acústico
Cantidad de bloques colocados	302
Tiempo cronometrado [hr]	4
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	76
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>25</b>
<b>Cuadrilla 2. Cronometraje 2.</b>	
Trabajadores por cuadrilla	4
Tipo de bloque	Acústico
Cantidad de bloques colocados	190
Tiempo cronometrado [hr]	2
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	95
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>24</b>
<b>RENDIMIENTO PROMEDIO [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>22</b>

Tabla N° 10: Rendimientos observados para tiempo total de construcción de la totalidad de muros de albañilería por cada tipo de casa (Cada cuadrilla consta de 4 integrantes).

<b>Casa Maitén</b>	
m2 de muro	54.88
Total de bloques colocados en Casa Cedro	651
Tiempo de construcción albañilería [hr]	7
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	93
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>23</b>
<b>Casa Abedul</b>	
m2 de muro	60.78
Total de bloques colocados en Casa Cedro	721
Tiempo de construcción albañilería [hr]	7
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	103
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>26</b>
<b>Casa Ciprés</b>	
m2 de muro	66.85
Total de bloques colocados en Casa Cedro	793
Tiempo de construcción albañilería [hr]	8
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	99
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>25</b>
<b>Casa Cedro</b>	
m2 de muro	93.34
Total de bloques colocados en Casa Cedro	1108
Tiempo de construcción albañilería [hr]	12
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	92
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>23</b>
<b>Casa Fresno</b>	
m2 de muro	95.02
Total de bloques colocados en Casa Cedro	1128
Tiempo de construcción albañilería [hr]	12
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	94
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>23</b>
<b>Casa Sauce</b>	
m2 de muro	116.62
Total de bloques colocados en Casa Cedro	1384
Tiempo de construcción albañilería [hr]	16
Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]	87



<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>22</b>
<b>RENDIMIENTO PROMEDIO [bloques / hr / trabajador]</b>	<b>24</b>

Ahora, tomando los dos Rendimientos promedios obtenidos de cada tipo de toma de datos y volviendo a promediarlos entre ellos, se tiene que el rendimiento de colocación de bloques utilizando el sistema de albañilería tradicional corresponde al siguiente presentado a continuación en la Tabla N° 11:

Tabla N° 11: Rendimiento de colocación de bloques utilizando albañilería tradicional para una cuadrilla de 4 integrantes.

Rendimiento [bloques / hr / cuadrilla]:	92
<b>Rendimiento [bloques / hr / trabajador]:</b>	<b>23</b>
Rendimiento [m2 de muro / hr / cuadrilla]:	7.8
<b>Rendimiento [m2 de muro / hr / trabajador]:</b>	<b>1.9</b>
Rendimiento [m2 de muro / día / cuadrilla]:	62.0
<b>Rendimiento [m2 de muro / día / trabajador]:</b>	<b>15.5</b>

Con el sistema AZAR, así como con varios de los otros sistemas de bloques que no necesitan mortero para su unión, el rendimiento de colocación de bloques medido a través de la experiencia de su utilización en los países donde normalmente se utiliza, tiene valores entre 100 y 120 bloques por hora por trabajador (entre 8 y 10 m<sup>2</sup> de muros por hora por trabajador), lo que demuestra que el sistema de albañilería de bloques sin mortero es entre 4 a 5 veces más rápido que el sistema tradicional de albañilería.

#### **4.3.4 Tiempos de construcción y programación.**

A través del uso de los rendimientos obtenidos, de los pasos a seguir durante el procedimiento constructivo de las albañilerías tradicional y sin mortero, y en conocimiento del metraje de muros de albañilería a realizar para la construcción de las casas de la obra base, podemos comparar lo que sería la programación de las actividades que comprende la realización de los muros de albañilería de bloque del primer piso de dichas viviendas.

A continuación se muestra lo que sería la programación de la albañilería de bloques de los muros del primer piso para las casas de la obra base considerando viviendas con un total de muros de 100 m<sup>2</sup> (representando a los Pareos Cedro, Fresno y Sauce) y de 60 m<sup>2</sup> (representando a las Casas Maitén Abedul y Ciprés). La unidad de tiempo será en horas y se considerará que un

día de trabajo consta de 9 horas incluyendo la hora de almuerzo y que la cuadrilla de albañiles consta de 4 integrantes.

## Programación Albañilería Muros Primer Piso Sistema tradicional de albañilería.

		Muros de Casas: Cedro (93.34 m2), Fresno (95.02 m2), Sauce (116.62 m2)																										
		Día 1												Día 2														
	ACTIVIDAD	Unid	Cant. Aprox.	Dur. [hrs]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Muros de 1° Piso		m2	100	18																								
Colocación primera hilada		m2	10	3																								
Colocación bloques hasta 6° hilada		m2	40	6																								
Colocación bloques siguientes hasta la 10° hilada		m2	50	8																								
Limpieza		viv.	1	1																								

		Muros de Casas: Ciprés (66.85 m2), Abedul (60.78 m2), Maitén (54.88 m2)																										
		Día 1												Día 2														
	ACTIVIDAD	Unid	Cant. Aprox.	Dur. [hrs]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Muros de 1° Piso		m2	60	9																								
Colocación primera hilada		m2	6	2																								
Colocación bloques hasta 6° hilada		m2	24	2																								
Colocación bloques siguientes hasta la 10° hilada		m2	30	4																								
Limpieza		viv.	1	1																								

La colocación de bloques incluye la realización de las canterías antes de que endurezca el mortero de juntas, y el relleno de los huecos donde van los tensores cada tres hiladas.

## Programación Albañilería Muros Primer Piso Sistema de albañilería sin mortero.

		Muros de Casas: Cedro (93.34 m2), Fresno (95.02 m2), Sauce (116.62 m2)																										
		Día 1												Día 2														
	ACTIVIDAD	Unid	Cant. Aprox.	Dur. [hrs]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Muros de 1° Piso		m2	100	5																								
Colocación bloques hasta la 10° hilada		m2	100	4																								
Hormigonado y vibrado del muro completo		m3	8	1																								

		Muros de Casas: Ciprés (66.85 m2), Abedul (60.78 m2), Maitén (54.88 m2)																										
		Día 1												Día 2														
	ACTIVIDAD	Unid	Cant. Aprox.	Dur. [hrs]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Muros de 1° Piso		m2	60	3																								
Colocación bloques hasta la 10° hilada		m2	60	2																								
Hormigonado y vibrado del muro completo		m3	5	1																								

Como se puede apreciar, para la albañilería tradicional, es necesario 2 días de trabajo para los pareos Cedro, Fresno y Sauce, y un día de nueve horas de trabajo pero separadas en una tarde y la mañana del día siguiente para las casas Ciprés, Abedul y maitén.

Para la albañilería sin mortero, utilizando el sistema de bloques AZAR, los tiempos de construcción se dividen en colocar los bloques y hormigonar finalmente el muro. Para calcular el tiempo de colocación de los bloques se consideró un rendimiento de 100 bloques por hora por trabajador y una cuadrilla de 4 integrantes.

Para calcular el tiempo de hormigonado se utilizó el volumen de hormigón de relleno necesario para cada tipo de casa (Tabla N° 12) considerando que se hormigonarán completamente los muros, y el rendimiento de la bomba hormigonera<sup>20</sup> que se usaría para hacerlo. Considerando que ésta bomba es capaz de variar el flujo de salida del hormigón dependiendo de la necesidad del usuario y éste flujo puede ir desde 0 a 15 m<sup>3</sup> de hormigón por hora, se utilizaron para el cálculo tres velocidades de salida mostradas en la Tabla N° 13.

Tabla N° 12: Volumen de hormigón de relleno necesarios para la albañilería sin mortero.

Tipo Casa	Hormigón de Relleno [m3].
<b>Casa Maitén</b>	4.23
<b>Casa Abedul</b>	4.89
<b>Casa Ciprés</b>	5.16
<b>Pareo Cedro</b>	7.37
<b>Pareo Fresno</b>	7.40
<b>Pareo Sauce</b>	9.08

Tabla N° 13: Rendimientos de bomba hormigonera.

<b>Rendimiento bomba</b>	
Bajo [m3/hr]:	4
Medio [m3/hr]:	8
Alto [m3/hr]:	15

Así, se obtienen los siguientes tiempos de hormigonado dependiendo del tipo de casa y de la velocidad de flujo que se utilice para el proceso:

<sup>20</sup> Modelo BETONMASTER, marca "TURBOSOL".

Tabla N° 14: Tiempos de hormigonado según velocidad de flujo de la bomba.

Relleno Completo	Tiempo de hormigonado [hr]		
	Bajo	Medio	Alto
<b>Maitén</b>	1.1	0.5	0.3
<b>Abedul</b>	1.2	0.6	0.3
<b>Ciprés</b>	1.3	0.6	0.3
<b>Cedro</b>	1.8	0.9	0.5
<b>Fresno</b>	1.8	0.9	0.5
<b>Sauce</b>	2.3	1.1	0.6

Se observa entonces, que resulta adecuado el utilizar una velocidad de flujo entre 8 y 15 m<sup>3</sup>/hr (medio a alto rendimiento de la bomba), aprovechando de esta manera la bomba utilizada y no demorando en ningún tipo de casa más de 1 hora en hormigonar la totalidad de los muros, por este motivo, en la programación para la albañilería sin mortero de los muros del primer piso, se consideró 1 hora de tiempo incluyendo el vibrado del material.

Con lo anterior, considerando los dos tiempos involucrados en los procesos de albañilería utilizando el sistema AZAR, el de colocación de los bloques y el de relleno de hormigón, se aprecia que el tiempo total de construcción se reduce a una mañana (entre 3 y 5 horas) para todos los tipos de casa de la obra base. Con esto se puede estimar que una cuadrilla de albañiles compuesta por 4 trabajadores, como son las utilizadas en la obra base, es capaz de realizar 2 casas diarias.

Ahora, para poder comparar las programaciones de ambas albañilerías en estudio, se considerará lo siguiente:

- La programación de la obra base con el sistema de albañilería tradicional que utiliza mortero corresponde a la proporcionada por la empresa constructora.
- La programación de la obra base con el sistema de albañilería sin mortero utilizando el sistema de bloques AZAR se obtuvo tomando en cuenta todos los cálculos de rendimiento y tiempo realizados en este capítulo y considerando 2 cuadrillas de albañiles como se utilizó originalmente en la obra base.

A continuación se muestran las programaciones obtenidas:

Programación Obra Base con Sistema tradicional de albañilería usando mortero.

Unid	Cant. Aprox.	Dur. [Días]	19-Mar-07	26-Mar-07	02-Abr-07	09-Abr-07	16-Abr-07	23-Abr-07	30-Abr-07	07-May-07	14-May-07	21-May-07	28-May-07
ACTIVIDAD													
Obra Jardines de Vespuccio Etapa 2	1	153											
Obra Gruesa	viv	131											
Fundaciones	viv	131											
Muros Primer Piso	viv	131											
Trazado de albañilería y escantillones	viv	131											
Albañilería de bloques	viv	131											
Losa Cadena Entrepiso	viv	131											
Muros Segundo Piso	viv	131											
Cubierta y Revestimiento	viv	131											
Terminaciones Gruesas	viv	131											
Terminaciones Medias	viv	131											
Terminaciones Finales	viv	131											
Obras Exteriores	viv	131											

Unid	Cant. Aprox.	Dur. [Días]	04-Jun-07	11-Jun-07	18-Jun-07	25-Jun-07	02-Jul-07	09-Jul-07	16-Jul-07	23-Jul-07	30-Jul-07	06-Ago-07	13-Ago-07
ACTIVIDAD													
Obra Jardines de Vespuccio Etapa 2	1	153											
Obra Gruesa	viv	131											
Fundaciones	viv	131											
Muros Primer Piso	viv	131											
Trazado de albañilería y escantillones	viv	131											
Albañilería de bloques	viv	131											
Losa Cadena Entrepiso	viv	131											
Muros Segundo Piso	viv	131											
Cubierta y Revestimiento	viv	131											
Terminaciones Gruesas	viv	131											
Terminaciones Medias	viv	131											
Terminaciones Finales	viv	131											
Obras Exteriores	viv	131											

Unid	Cant. Aprox.	Dur. [Días]	20-Ago-07	27-Ago-07	03-Sep-07	10-Sep-07	17-Sep-07	24-Sep-07	01-Oct-07	08-Oct-07	15-Oct-07	22-Oct-07	29-Oct-07
ACTIVIDAD													
Obra Jardines de Vespuccio Etapa 2	1	153											
Obra Gruesa	viv	131											
Fundaciones	viv	131											
Muros Primer Piso	viv	131											
Trazado de albañilería y escantillones	viv	131											
Albañilería de bloques	viv	131											
Losa Cadena Entrepiso	viv	131											
Muros Segundo Piso	viv	131											
Cubierta y Revestimiento	viv	131											
Terminaciones Gruesas	viv	131											
Terminaciones Medias	viv	131											
Terminaciones Finales	viv	131											
Obras Exteriores	viv	131											





De las programaciones anteriores se puede obtener las siguientes Tabla N° 15 y N° 16:

Tabla N° 15: Comparación programación obra base con los distintos sistemas de albañilería

DIAS TRABAJADOS		Albañilería tradicional	Albañilería sin mortero (AZAR)	Disminución	
ACTIVIDAD		Dur. [Días]	Dur. [Días]	%	Días
Obra base: Jardines de Vespucio Etapa 2		153	109	29	44
	Obra Gruesa	111	67	40	44
	Fundaciones	76	27	64	49
	Muros Primer Piso	73	23	68	50
	Losa Cadena Entrepiso	88	35	60	53
	Muros Segundo Piso	81	24	70	57
	Cubierta y Revestimiento	84	30	64	54
	Terminaciones Gruesas	99	55	44	44
	Terminaciones Medias	85	41	52	44
	Terminaciones Finales	72	28	61	44
	Obras Exteriores	85	41	52	44

Tabla N° 16: Comparación duración total obra base en días calendario con los distintos sistemas de albañilería

DIAS CALENDARIO	Albañilería tradicional		Albañilería sin mortero (AZAR)		Disminución	
ACTIVIDAD	Duración		Duración		[Días]	[Meses]
	[Días]	[Meses]	[Días]	[Meses]		
Obra base: Jardines de Vespucio Etapa 2	226	8.5	159	6.5	67	2

Como se puede observar, usando el sistema de albañilería de bloques sin mortero (con bloques AZAR), se logra realizar toda la albañilería de bloques del primer piso de todas las casas de la obra en 23 días (31 días calendario) en comparación con el sistema tradicional con el que se alcanzaba lo mismo a los 73 días (102 días calendario), con esto se observa que sobre esta partida se logró una disminución de 50 días de trabajo equivalentes a un 68% menos de tiempo.

Con lo anterior, influyendo en los tiempos las demás actividades y partidas de la obra, se logró realizar la programación de la obra completa utilizando el sistema de albañilería sin mortero, obteniéndose que a nivel de etapa de construcción (obra base), la obra en estudio presenta una disminución de 44 días de trabajo (29% menos), que en días calendario se traduce a

una disminución de 67 días o 2 meses aproximadamente.

#### 4.4 Comparación de aspectos económicos.

##### 4.4.1 Bloques.

Tomando en cuenta que el bloque AZAR se fabricaría con la misma dosificación que el bloque tradicional y utilizando las mismas maquinas y metodologías de trabajo, en la misma fabrica donde hoy en día se fabrica el bloque tradicional (rústico) usado en la obra base, la variación principal en el precio de un bloque en comparación al otro, se debe sólo a las características geométricas de los bloques (dimensiones, espesores involucrados y tamaños huecos, entre otros), en otras palabras, al volumen de material utilizado para fabricar la unidad. A continuación se presentan las Tablas N° 17 y N° 18 <sup>(21)</sup>, con los valores de los bloques respecto a su fabricación (se omitirá el valor de la dosificación por asuntos de confidencialidad) y a su precio en el mercado:

Tabla N° 17: Valor de fabricación de 1 bloque.

Materias primas para fabricar 1 bloque	<b>Bloque Tradicional</b>	<b>Bloque AZAR</b>
	Peso= 14.6 Kg.	Peso= 10.57 Kg.
	\$/Bloque	\$/Bloque
Cemento especial	73.8	53.4
Arena 0-5	26.0	18.8
Arena 0-10	22.3	16.1
SikaProof	23.8	17.2
Acelerante PS55	6.4	4.6
Plastificante 610P	2.0	1.5
Pigmento Rojo	18.8	13.6
Pigmento café	26.1	18.9
Pigmento Amarillo	12.1	8.7
Tronchado	7	7
<b>TOTAL [\$/bloque]</b>	<b>218.1</b>	<b>159.8</b>

Tabla N° 18: Valor comercial de 1 bloque en el mercado chileno.

	<b>Bloque tradicional</b>	<b>Bloque AZAR</b>
Volumen neto [cm3]:	6830	4944
Peso [Kg.]:	14.6	10.57
<b>Valor bloque [UF]:</b>	<b>0.0269</b>	<b>0.0195</b>

<sup>21</sup> El valor de la UF para obtener los valores en \$ correspondió a UF = \$ 18.942.

<b>Valor bloque [\$]:</b>	<b>510</b>	<b>369</b>
<b>Valor bloque (incluyendo flete) [\$]:</b>	<b>554</b>	<b>401</b>

Se observa que el valor del bloque AZAR sería bastante más barato que el del bloque tradicional con una variación en el precio de un 27% aproximadamente; lo que se debe sólo a las diferencias geométricas del bloque con respecto al tradicional ya que todos los valores se obtuvieron de manera proporcional al peso y volumen de los bloques.

#### **4.4.2 Materiales utilizados en obra, mano de obra, equipos y procedimientos.**

La comparación del elemento principal de la albañilería, el bloque de hormigón, se realizó en el punto anterior.

- Acero de refuerzos.

Para los dos tipos de albañilería, tradicional y sin mortero, se consideró la misma cantidad de acero de refuerzo estructural vertical (tensores) por lo que no hubo cambios en los costos involucrados, respecto al acero de refuerzo estructural horizontal, en la obra base con albañilería tradicional se utilizaron escalerillas Acma para este propósito (ver ficha técnica en Anexo B), lo cual no se puede hacer si se usa el sistema de albañilería sin mortero; en éste caso, debido que los bloques AZAR tienen espaciamientos específicos para colocar refuerzo horizontal en barra de acero, se consideró la misma cuantía de acero que proporciona la escalerilla Acma y se determinó la cantidad de Kg. de acero en barra a utilizar con su correspondiente precio en el mercado (el valor considerado de Kg. de acero para armadura horizontal se mostrará más adelante en la comparación general de costos de la albañilería del primer piso de la obra base con ambos sistemas de albañilería).

- Hormigón de Relleno y su procedimiento de colocación.

En la obra base con albañilería tradicional, el hormigón de relleno que se utilizó, correspondía a uno predosificado en seco (ver ficha técnica en Anexo C) y que llegaba a obra en silos de 20 a 25 ton cada uno. Este hormigón tiene un costo de 2,1 UF/ton<sup>(22)</sup> el cual debido a su rendimiento de 480 lt/ton, logra un costo final de 4,4 UF/m<sup>3</sup> de hormigón.

---

<sup>22</sup> Costo otorgado por DRYMIX, Cementos Bío Bío.

Para la utilización de la albañilería sin mortero con bloques AZAR, se decidió utilizar un hormigón de relleno bombeable de resistencia 180 kg/cm<sup>2</sup> con un máximo de árido de 10 mm. y con un cono de asentamiento entre los 10 y 25 cm, el cual tiene un costo de 2,9 UF/m<sup>3</sup> (21).

Respecto al procedimiento de colocación del hormigón de relleno, en la obra base con albañilería tradicional, este proceso era realizado por los albañiles a medida que iban levantando el muro, en el caso de utilizar el sistema de albañilería sin mortero, este proceso se realizará con la utilización de una bomba hormigonera modelo BETONMASTER marca TURBOSOL (ver ficha técnica en Anexo D). La bomba se arrienda y tiene un valor de 100 UF/mes bombeando una cantidad de hormigón de 400 m<sup>3</sup>/mes, sobre esa cantidad de material bombeado, cada m<sup>3</sup> de hormigón bombeado adicional tendrá un valor de 0,2 UF (23).

El arriendo de éste equipo, corresponde a un valor agregado que en el presupuesto de la obra base con albañilería tradicional no se encuentra presente, por lo tanto a través de las Tablas N° 19 y N° 20, se calculará el valor total del arriendo de esta maquinaria:

Tabla N° 19: Volumen de hormigón de relleno total a utilizar en albañilería de muros primer piso Obra base con sistema albañilería sin mortero y bloques AZAR.

Tipo Casa	Cantidad de casas	Hormigón de Relleno por casa [m3].	Hormigón de Relleno total por tipo casa [m3].	Hormigón de Relleno total Obra base [m3].
<b>Casa Maitén</b>	21	4.23	88.83	<b>542.27</b>
<b>Casa Abedul</b>	10	4.89	48.94	
<b>Casa Ciprés</b>	10	5.16	51.63	
<b>Pareo Cedro</b>	5	7.37	36.83	
<b>Pareo Fresno</b>	28	7.40	207.14	
<b>Pareo Sauce</b>	12	9.08	108.91	

Tabla N° 20: Costo hormigón de relleno y su colocación para la albañilería Obra base.

		<b>Albañilería tradicional</b>	<b>Albañilería sin mortero (bloques AZAR)</b>
Total Hormigón de relleno para muros [m3]:		142.38	542.27
Valor m3 Hormigón de relleno [UF/m3]		4.4	2.9
<b>Valor total Hormigón de relleno [UF]</b>		<b>626.5</b>	<b>1572.6</b>
Costo	Arriendo maquinaria [UF]	(incluido en costo	100

<sup>23</sup> Costos otorgados por Sanbi Chile S.A.

colocación	Costo por bombeo m3 adicional [UF]	cuadrilla albañiles)	28.5
<b>Valor total procedimiento de relleno de albañilería [UF]</b>		<b>0</b>	<b>128.5</b>

Ver detalles de la obtención del valor total de hormigón a utilizar en Anexo F.

Se observa que la cantidad de hormigón de relleno para la albañilería sin mortero es mucho mayor que la necesaria para la albañilería tradicional, porque en la albañilería sin mortero (AZAR) se rellenarán completamente los muros, en cambio en el otro sistema, solo se rellenará los huecos donde van los tensores. Ahora, tomando en cuenta la cantidad de hormigón a utilizar y que toda la albañilería sin mortero se alcanza a realizar en 1 mes solamente, el costo del arriendo de la maquinaria (bomba hormigonera) será de 128,5 UF, cuyo monto en comparación con el valor que se destinará a la compra de hormigón equivale a un 8% aprox., por lo tanto se justifica completamente la utilización de esta maquinaria para el proceso de relleno de los muros de albañilería.

- Mano de obra para la albañilería.

Para realizar la obra base con ambos sistemas de albañilería, se considerará que las cuadrillas de albañiles ganarán lo mismo, sea cual sea el sistema usado. Esto es debido a que en Chile a los albañiles se les paga por m<sup>2</sup> de muro realizado, y de acuerdo a los rendimientos obtenidos en el punto 4.3.3 de éste capítulo, un trabajador utilizando el sistema tradicional de albañilería realiza aproximadamente 1,9 m<sup>2</sup> de muro por hora y 15,5 m<sup>2</sup> de muro en un día de trabajo de 9 horas, en cambio si utiliza la albañilería sin mortero (con bloques AZAR), realizaría aproximadamente 8,3 m<sup>2</sup> de muro por hora (100 bloques por hora) y 66,7 m<sup>2</sup> de muro en un día de trabajo normal, en otras palabras, utilizando el sistema de albañilería sin mortero, ganaría en un día de trabajo normal 4,3 veces más de lo que ganaría utilizando el sistema de albañilería tradicional.

Con lo anterior, se obtiene que para cada casa, según su metraje de muros de albañilería, indiferente del sistema de albañilería utilizado, una cuadrilla de albañiles formada por cuatro trabajadores ganaría lo presentado en la Tabla N° 21.

Lo que sí se debe tener en cuenta, es que hoy en día en Chile, usando la albañilería tradicional, las cuadrillas de albañiles están formadas por 2 albañiles y 2 ayudantes, por este motivo, el valor del m<sup>2</sup> de muro que se les paga a la cuadrilla, se divide en 30% para los albañiles

y 20% para los ayudantes; en el caso del sistema de albañilería sin mortero, al no necesitar de mano de obra con experiencia o calificada, es posible realizar una cuadrilla con solo 1 albañil y 3 ayudantes o solo 4 personas del mismo grado (ayudantes) dándoles al inicio de la obra una rápida capacitación de cómo realizar el trabajo, ya que con este sistema sin mortero es más fácil trabajar y literalmente los errores de colocación de los bloques se minimizan al máximo.

Tabla N° 21: Valor a pagar a una cuadrilla de albañiles según tipo casa realizada.

<b>Valor a pagar por m2 de muro [\$]</b>	<b>2280 (decidido por empresa constructora)</b>	
Tipo Casa	Muros Albañilería de bloques [m2].	Valor total muros albañilería por tipo de casa.
<b>Casa Maitén</b>	54.88	<b>\$125,126</b>
<b>Casa Abedul</b>	60.78	<b>\$138,578</b>
<b>Casa Ciprés</b>	66.85	<b>\$152,418</b>
<b>Pareo Cedro</b>	93.34	<b>\$212,815</b>
<b>Pareo Fresno</b>	95.02	<b>\$216,646</b>
<b>Pareo Sauce</b>	116.62	<b>\$265,894</b>

- Equipos y maquinarias.

La comparación de costos en este punto, tiene directa relación con la disminución de tiempo total de la obra debido al cambio de sistema de albañilería, por lo tanto todas las herramientas, maquinarias, equipos, etc., que se arrienden por mes y se necesiten presente durante el transcurso de la obra, ya no se necesitaran 8.5 meses, si no que 6,5 meses, o simplemente, estarán menos tiempo en obra ya que todas las actividades y partidas de la obra tuvieron algún tipo de disminución de tiempo.

Todas las maquinarias que se arriendan por mes y que estén en directa relación con la albañilería, ya no se necesitarán 3 meses como sucede con el sistema de albañilería tradicional para la obra base, si no que solo 1 mes si se utiliza el sistema de albañilería sin mortero, además, por ejemplo, en la obra base se estaba utilizando un dumper que es el encargado de movilizar el hormigón de relleno y el mortero hacia los lugares donde se esté realizando la albañilería, el cual tiene un costo de \$470.250 por mes, con el sistema de albañilería sin mortero, se prescindiría de su servicio totalmente, lo que equivale a otro ahorro asociado al cambio de sistema de albañilería.

Como gasto adicional se tiene el uso de una bomba hormigonera para el relleno de los muros de albañilería, lo que no ocurre con el sistema tradicional, cuyo valor se calculó

anteriormente.

#### 4.4.3 Costo total albañilería primer piso casas obra base.

El costo total de la albañilería del primer piso de las casas de la obra base, está calculado por la empresa considerando los materiales a utilizar, la mano de obra y los equipos directamente involucrados en esta actividad.

Considerando lo anterior, además de los cálculos realizados en este capítulo, se obtiene la Tabla N° 21 mostrada a continuación, correspondientes al costo de la albañilería del primer piso de todos los tipos de casas para cada sistema de albañilería utilizado.

Tabla N° 21: Costo Albañilería primer piso según tipo de casa y sistema de albañilería utilizado.

Tipo Casa	Albañilería tradicional y sin mortero		Albañilería tradicional	Albañilería sin mortero (AZAR)	Albañilería tradicional	Albañilería sin mortero (AZAR)
	Total Mano de Obra [UF]	Total Subcontratos[UF]	Total Materiales [UF]		Costo total por tipo de casa [UF]	
<b>Sauce</b>	16.81	2.61	66.61	60.66	<b>86.03</b>	<b>80.08</b>
<b>Cedro</b>	13.46	2.09	51.77	48.89	<b>67.32</b>	<b>64.44</b>
<b>Fresno</b>	13.70	2.13	55.84	49.48	<b>71.67</b>	<b>65.31</b>
<b>Maitén</b>	7.91	1.23	32.63	28.42	<b>41.77</b>	<b>37.56</b>
<b>Ciprés</b>	9.64	1.50	37.76	34.66	<b>48.90</b>	<b>45.79</b>
<b>Abedul</b>	8.76	1.36	35.53	32.09	<b>45.65</b>	<b>42.22</b>

Para conocer el detalle de la Tabla N° 21 ver Anexo E.

En esta actividad no existen cambios entre los costos de la mano de obra y subcontratos debido a que se decidió que se conservarían dichos valores. El costo de las maquinarias involucradas, por ejemplo la bomba hormigonera para el sistema de albañilería sin mortero, está considerado en los gastos generales de la obra (por decisión de la empresa constructora), por este motivo no se aprecian en la comparación.

El cambio más importante que se pueden observar es la variación en el costo de los materiales a utilizar, que para cada tipo de casa depende del metraje de muros que tengo. Con el sistema de albañilería sin mortero se obtienen valores de costo total por tipo de casa menores que los obtenidos con el sistema de albañilería tradicional, presentando una disminución alrededor del 7,3%.

#### 4.4.4 Costo total construcción casas obra base.

Considerando lo obtenido el punto anterior, costo de albañilería primer piso de cada tipo de casa, el cual es el que se ve directamente afectado debido al cambio de sistema de albañilería, se puede obtener el costo total de construcción de cada tipo de casa agregando las demás partidas involucradas que completan la construcción de la obra base. En la Tabla N° 22 presentada a continuación, se muestran estos valores:

Tabla N° 22: Costo construcción para cada tipo de casa según sistema de albañilería utilizado<sup>24</sup>.

	Albañilería tradicional	Albañilería sin mortero (AZAR)
Tipo Casa	Costo total por tipo de casa [UF]	
<b>Sauce</b>	1105.87	1099.93
<b>Cedro</b>	946.17	943.29
<b>Fresno</b>	1032.02	1025.66
<b>Maitén</b>	546.29	542.08
<b>Ciprés</b>	602.12	599.02
<b>Abedul</b>	647.48	644.05

Nuevamente se puede apreciar que las casas construidas con albañilería sin mortero presentan un costo de construcción levemente menor (0,5%), debido a que el único cambio en su costo, es el provocado por el menor costo de la albañilería del primer piso.

#### 4.4.5 Valor total Propuesta Obra base.

Los costos directos presentes en la propuesta de la obra base corresponden los costos de las casas a construir, incluidos mano de obra de cada actividad, materiales, y algunos de los equipos involucrados en las actividades de su construcción.

En los gastos generales están incluidos la mano de obra directa e indirecta general, dirección de obra, seguridad, ensayos, instalaciones de faenas, arriendo de equipos y maquinarias generales, y gastos de consumos varios incluidos aseo, movilización, seguros, telefonía, etc. (todo esta distribución de los costos es decisión de la empresa constructora a cargo). Las diferencias

<sup>24</sup> El detalle de la obtención de la Tabla N° 22, no puede ser publicado debido a asuntos de confiabilidad. Solamente pudieron ser trabajados para obtener los valores aquí mostrados.



que existirán entre los valores de los gastos generales para cada sistema de albañilería estarán en directa relación con la reducción de plazos y a la utilización de maquinarias distintas.

A continuación se presenta la Tabla N° 23 <sup>(25)</sup> con la comparación de presupuestos para realizar la propuesta de la obra base con los 2 sistemas de albañilería en estudio:

Tabla N° 23: Total propuesta Obra base según sistema de albañilería utilizado.

		Albañilería tradicional	Albañilería sin mortero (AZAR)	Albañilería tradicional	Albañilería sin mortero (AZAR)	Disminución	
Tipo Casa	Cant.	Costo por casa [UF]		Total Costo [UF]		[UF]	[%]
Pareo Sauce	12	1,105.87	1,099.93	13,270.49	13,199.12	71.36	0.54
Casa Abedul	10	647.48	644.05	6,474.85	6,440.47	34.38	0.53
Casa Ciprés	10	602.12	599.02	6,021.23	5,990.17	31.07	0.52
Casa Maitén	21	546.29	542.08	11,472.09	11,383.75	88.34	0.77
Pareo Fresno	28	1,032.02	1,025.66	28,896.59	28,718.46	178.13	0.62
Pareo Cedro	5	946.17	943.29	4,730.84	4,716.43	14.41	0.30
<b>Total Costo Directo</b>				<b>70,866.10</b>	<b>70,448.40</b>	<b>417.69</b>	<b>0.59</b>
Gastos Generales				13,566.00	12,209.40	1356.60	10.00
Utilidades (6,5%)				5,488.09	5,372.76	115.33	2.10
<b>SUBTOTAL NETO</b>				<b>89,920.18</b>	<b>88,030.56</b>	<b>1889.62</b>	<b>2.10</b>
19 % VALOR I.V.A.				17,084.83	16,725.81	359.03	2.10
Crédito Especial I.V.A. 65%				-11,105.14	-10,871.77	-233.37	2.10
<b>TOTAL PROPUESTA</b>				<b>95,899.87</b>	<b>93,884.59</b>	<b>2015.28</b>	<b>2.10</b>

En la obtención de los gastos generales, se observó que finalmente para la construcción de la obra base con el sistema de albañilería sin mortero el valor resultó ser un 10% menor que el que obtiene usando el sistema de albañilería tradicional. Esta disminución se debe casi en su mayoría a la reducción de plazos ya que en este ítem se encuentran incluidos los arriendos mensuales de maquinarias, los gastos de consumo y los sueldos de dirección de obra entre otros.

Al revisar la Tabla N° 23, se observa que el total de la propuesta sólo varía en un 2,1% dependiendo del sistema de albañilería que se use, a favor se la albañilería sin mortero con bloques AZAR. Si se traduce ese valor a la moneda nacional, se obtiene que con la utilización del sistema de albañilería sin mortero usando bloques AZAR se obtiene un ahorro de 2015,28 [UF], alrededor de unos \$40.000.000 aproximadamente.

<sup>25</sup> El detalle de la obtención de la Tabla N° 23, no puede ser publicado debido a asuntos de confiabilidad. Solamente pudieron ser trabajados para obtener los valores aquí mostrados.

## 5 Conclusiones, comentarios y propuestas

### 5.1 Conclusiones y comentarios.

De todos los sistemas presentados en este trabajo se concluyó que el más adecuado para poder comparar todos los ámbitos en estudio con el sistema tradicional de albañilería, fue el sistema de bloques AZAR, debido a que es uno de los más usados a nivel mundial, existe mucho más material publicado y por su similitud geométrica y de procesos a seguir durante la realización de la albañilería de bloques.

En una primera instancia, al determinar si estos bloques pueden utilizarse en Chile de acuerdo a las normativas para ello existentes, se concluye que debido al menor grosor de tabiques, inclusive por debajo del mínimo especificado, el bloque puede ser utilizado pero considerando un relleno u hormigonado completo de las unidades con hormigón de relleno, para así contrarrestar este requerimiento no cumplido. Además que se consideró en esta decisión la baja área neta que presentan los bloques y el tipo de unión que tienen, el cual corresponde a una trabazón y no a un adherencia propiamente tal.

Lo más importante de destacar en relación al procedimiento de construcción del sistema de albañilería de bloques sin mortero, además de las ventajas como limpieza, menor cantidad de materiales a utilizar, etc., es la separación de las tareas de colocación de bloques y la de hormigonado de los huecos, ya que desliga de la responsabilidad del hormigonado a los albañiles o trabajadores encargados de la colocación de los bloques, con lo que se puede usar a personal más calificado para realizar el relleno de hormigón, y aumenta la rapidez de ambas tareas, ya que se hacen de una sola vez cada una, con el cual mejora el resultado del hormigonado debido a ello.

Se obtuvieron rendimientos para la albañilería tradicional de bloques de 23 bloques por trabajador por hora (1.9 m<sup>2</sup> de muro por trabajador por hora), los que comparados con los 100 o hasta 120 bloques por trabajador por hora que se pueden rendir con el sistema de albañilería de bloques sin mortero, dan cuenta de que la albañilería sin mortero puede ser entre 4 a 5 veces más rápida de realizar.

Tomando en cuenta los resultados de lo que sería su aplicación en reemplazo del sistema

de albañilería tradicional en la obra base utilizada en que se basó el análisis realizado en este trabajo, se obtuvo que en relación a los tiempos de construcción, con el sistema de albañilería sin mortero, se obtuvo una disminución del tiempo de construcción de los muros de albañilería de un 68%, pasando de 73 días trabajados a 22 días con el nuevo sistema. Llevando este ahorro de tiempo al plazo de la obra, se ahorró en la etapa completa de construcción 44 días de trabajo (29% menos), y 2 meses en días calendario (con albañilería tradicional la obra completa se realizaba en 8.5 meses y con la albañilería sin mortero se puede ahorrar 67 días equivalentes a 2 meses aproximadamente, en otras palabras, se realizaba la obra completa en alrededor de 6.5 meses).

Analizando las perspectivas económicas del sistema de albañilería sin mortero, y enfocándose en un primer lugar en el sistema de bloques AZAR, el costo involucrado en la fabricación de los bloques, considerando que se utilizará la misma dosificación y los mismos materiales que se utilizan hoy en día en Chile para la fabricación de los bloques tradicionales de hormigón, se observa una disminución en el costo por unidad a favor de los bloques AZAR de un 27%, debido principalmente a la diferencia de volumen que existe entre los bloques por diferencias geométricas de diseño.

Luego, el cambio de procedimientos constructivos, mayor cantidad de material de relleno, ya que la albañilería sin mortero sería completamente rellena y no como la tradicional que solo tiene relleno (en el caso de la obra base) en los huecos donde se sitúan los tensores, y a la decisión de no cambiar el valor total de pago por tipo de casa a la cuadrilla de albañiles utilizada (costo de mano de obra será el mismo para ambos sistemas), se obtiene que la tarea de construcción de los muros de albañilería de las casas de la obra base presentan una disminución de costos totales a favor del sistema de albañilería de bloques sin mortero de un 7,3% . Llevando esta disminución de costos de esa tarea en particular al costo total involucrado en la construcción total de cada tipo de casa de la obra base, se obtiene una disminución de un 0,5% a favor de la albañilería sin mortero.

Considerando los ahorros de tiempo y disminución del plazo total de la etapa de construcción de la obra base, incluyendo todos los gastos involucrados a la obra en sí, se obtiene una disminución del 2,1% en el valor total de la propuesta, a favor del uso del sistema de albañilería sin mortero.

Si se opta por un procedimiento constructivo bien ejecutado, siguiendo todos los pasos detalladamente y con el mayor cuidado y rigurosidad posible, la albañilería de bloque tradicional en Chile ha demostrado tener un buen comportamiento siendo eficiente estructuralmente y ser bastante asequible y versátil al momento de elegirla como método de construcción para llevar a cabo grandes proyectos, pero aún así, lo más difícil de controlar y más problemático del sistema, sigue siendo el uso de mortero para la unión de los bloques. Por este motivo el estudio presentado en este trabajo de título se enfocó en determinar si la albañilería de bloques sin mortero y los sistemas de bloques que se usan para ello, corresponderían a una real y buena alternativa de reemplazo para la albañilería tradicional en Chile.

Con el uso de este nuevo sistema de albañilería, todos los problemas asociados al uso de mortero se eliminan, ya sea en el proceso de construcción, los provocados debido a las condiciones climáticas y en las desventajas estructurales debido al uso de mortero; al ser un sistema “más fácil” de trabajar, la mano de obra no necesariamente debe ser calificada o experimentada, y los errores o problemas de calidad que se podrían presentar, se disminuyen a un mínimo; con este sistema, el lugar de trabajo termina encontrándose en mejores condiciones, más limpio y más expedito; debido a la estabilidad que proveen los bloques durante la construcción, se hace más rápido el procedimiento de erigir muros y otros como columnas, y se pueden realizar de mayores alturas de una sola vez, además que al separar el hormigonado de la colocación de los bloques, provee un sistema menos complejo y más cómodo de realizar; se mostró también, que el rendimientos de colocación de bloques por trabajador por hora, aumenta casi en 5 veces. Todo lo anterior lleva a grandes ahorros de tiempo y también a ahorros de costos pero no muy significativos.

Las alternativas de aplicación de este sistema de albañilería de bloque sin mortero, que se presentan para Chile, son las mismas que hoy en día tiene la albañilería tradicional de bloques, edificación de viviendas (en altura o en extensión), divisiones, tabiques, etc., y cabe mencionar que la albañilería sin mortero con relleno completo podría asimilarse a la construcción con hormigón armado, pero lo que la sigue diferenciando de ella es la cuantía de acero.

Se observó también que el procedimiento constructivo de albañilería de bloques sin mortero, están directamente relacionados con el sistema de bloques utilizado, ya que dependiendo del diseño de ellos es el sistema de alineación, de ensamble y demás procedimientos como por

ejemplo de refuerzos y relleno de la albañilería.

Finalmente se puede inferir, que el sistema constructivo de albañilería de bloques sin mortero o sistema Mortarless, es una buena y eficiente alternativa de construcción en reemplazo del sistema de albañilería tradicional de bloques utilizado hoy en día en Chile.

## **5.2 Propuestas.**

Para la puesta en marcha del sistema de albañilería sin mortero en Chile, hay ciertas áreas que requieren de un desarrollo adicional y que deben ser estudiados y analizados con más profundidad.

Uno de estos puntos son los criterios de diseño, por lo que se propone realizar estudios basados en ensayos y pruebas realizados en Chile para asegurar el buen comportamiento de las estructuras realizadas con este sistema de albañilería y compararlas con los datos que se tienen del comportamiento de la albañilería tradicional con mortero.

# REFERENCIAS

1. “Design and Construction Guide for AZAR Dry-Stack Block Construction”, Azar Mortarless Building Systems Inc of Azar Group of Companies, 2006, U.S.A Edition.
2. “Properties of AZAR Dry-Stack Block”, Azar Group of Companies, Julio 1999.
3. “Design and Construction of Dry-Stack Masonry Walls” TEK 14-22, National Concrete Masonry Association, 2003.
4. “Evaluation Report, Azar Dry-Stack Block” CCMC 12873-R, Institute for Research in Construction, Canadá.
5. “Albañilerías Armadas de Bloques, Diseño y Construcción”, Hernán Zabaleta, Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, 1991.
6. Norma Chilena NCh 1928 of.93, “Albañilería Armada – Requisitos para el Diseño y Cálculo”, Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
7. Norma Chilena NCh 181 of.2006, “Bloques de Hormigón para uso E – Requisitos Generales”, Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
8. “Rankigg Tests of Azar Dry-Stack Block”, Azar Group of Companies, October 2000.
9. “Mortarless Block Systems, an analysis of the six systems on the market”, Pieter VanderWerf.
10. “Using Dry-Stacked Concrete Masonry for Affordable Construction”, Tom Hines.
11. “Bloques de Hormigón”, Revista BIT, Septiembre 1997, pag 37-38.
12. “Test Data Summary and Design Conclusions”, IMSI.
13. “Guide to Concrete Home Building”, IMSI.
14. “Construction Manual”, IMSI.
15. “Evaluation Report, IMSI Insulated Reinforced Masonry Wall System” ER-4997, ICBO Evaluation Service, Inc., 2001.
16. “Evaluation Report, Haener Mortarless Blocks” ER-2996, ICBO Evaluation Service, Inc., 2001.
17. “Haener Block General Building Tips”, Robert Shepersky.
18. “Masonry in the Americas, Ductile reinforced masonry walls with mortarless block”, Third International Workshop, Carlos Casabonne, Kansas City, 2005.
19. “MESA, Sistema de Muros de Retención”, Tensar Earth Technologies, Inc.
20. [www.sparlock.com](http://www.sparlock.com)

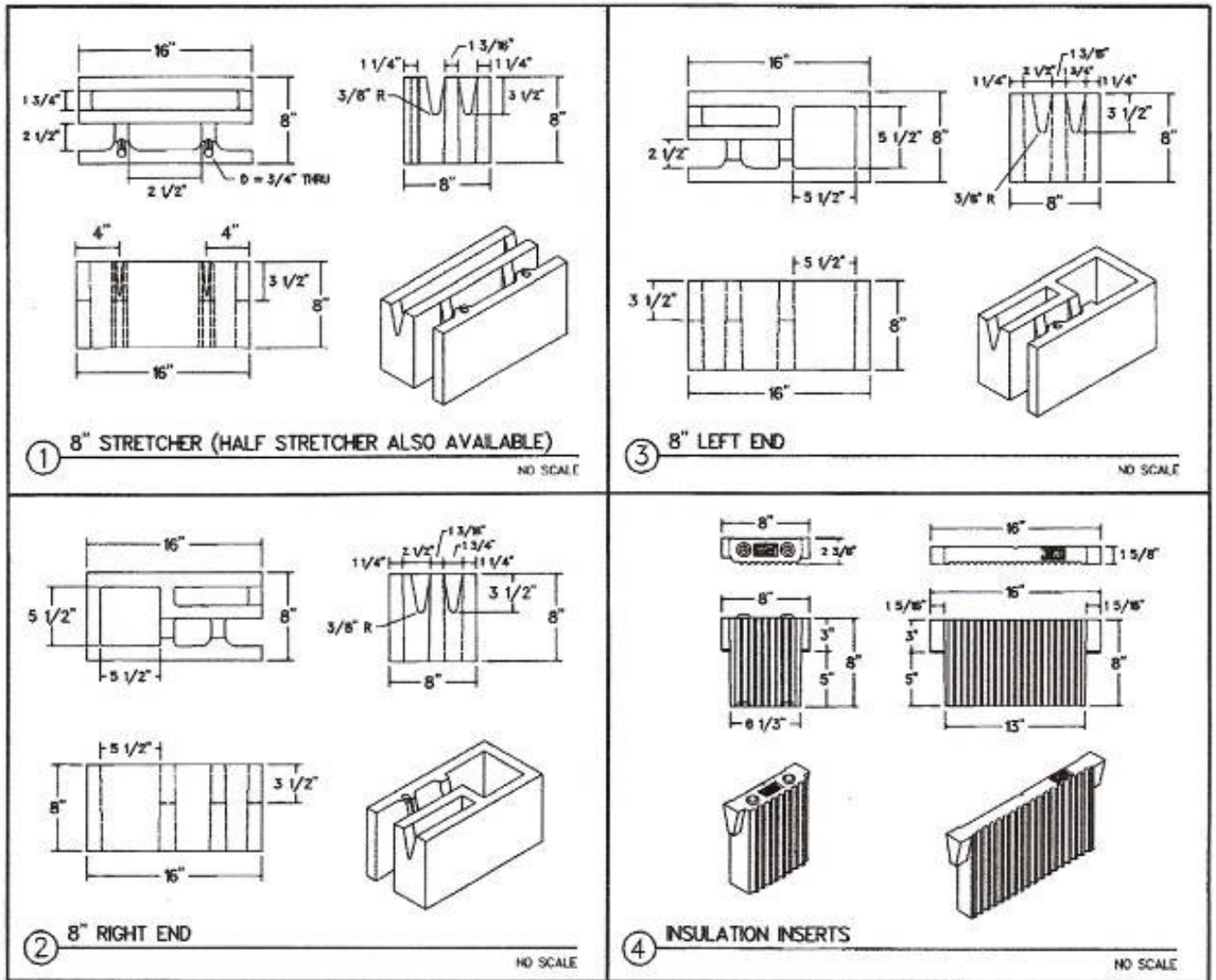
21. [www.haenerblock.com](http://www.haenerblock.com)
22. [www.azarblock.com](http://www.azarblock.com)
23. [www.masoncontractors.org](http://www.masoncontractors.org)
24. [www.masonrymagazine.com](http://www.masonrymagazine.com)
25. [www.sanbi.cl](http://www.sanbi.cl)
26. [www.cbb.cl](http://www.cbb.cl)
27. [www.emin.cl](http://www.emin.cl)

# **ANEXOS**

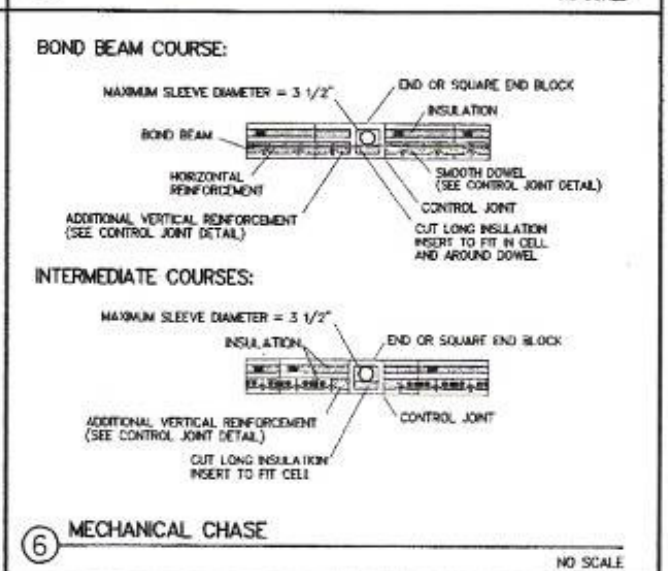
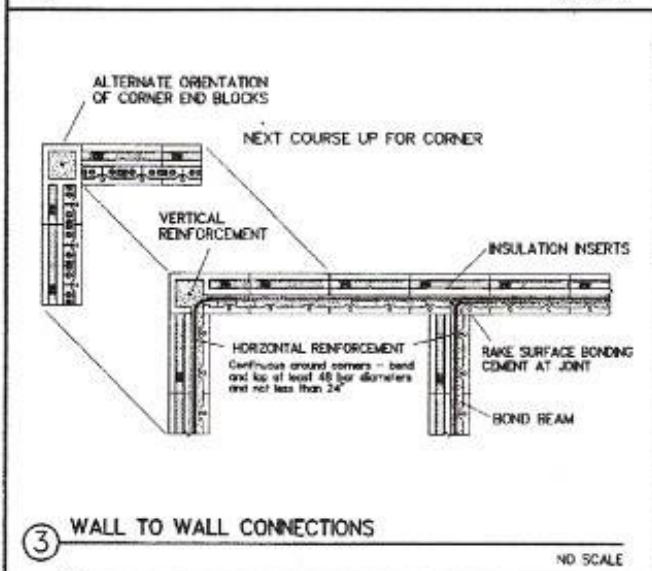
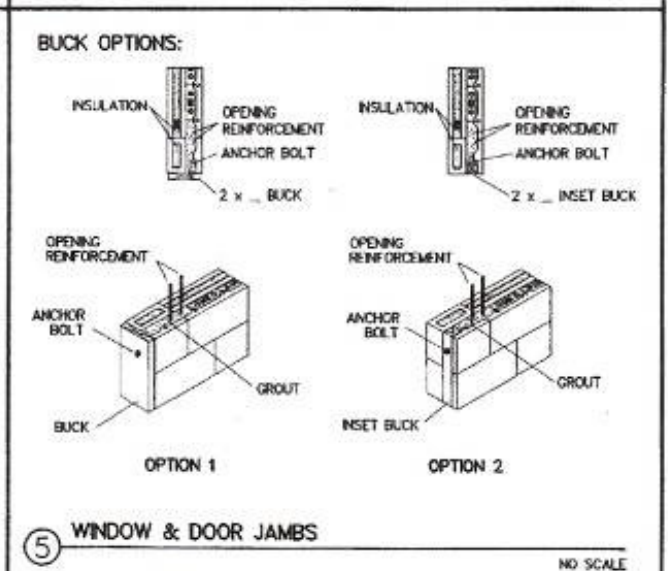
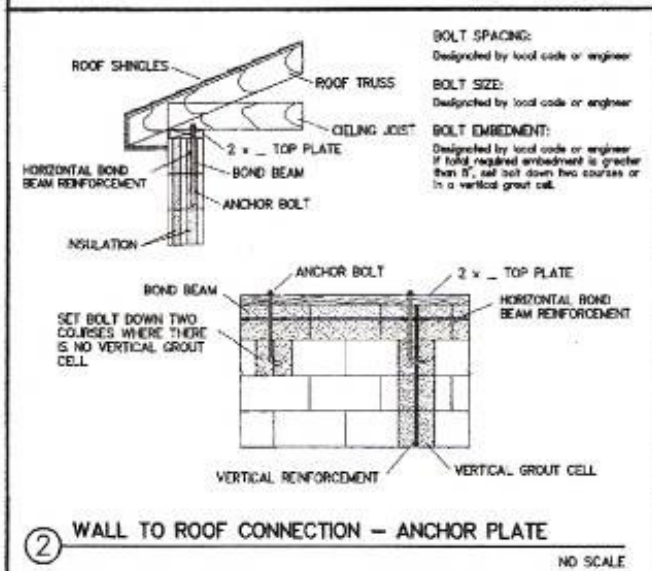
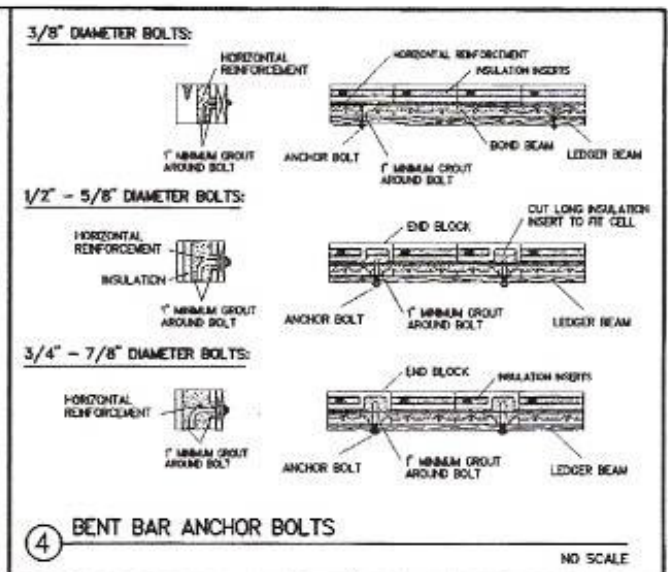
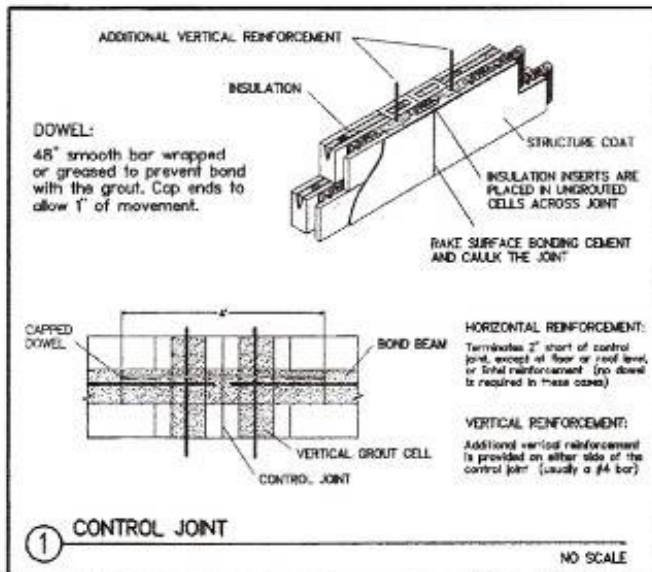


**ANEXO A: Sistema IMSI.**

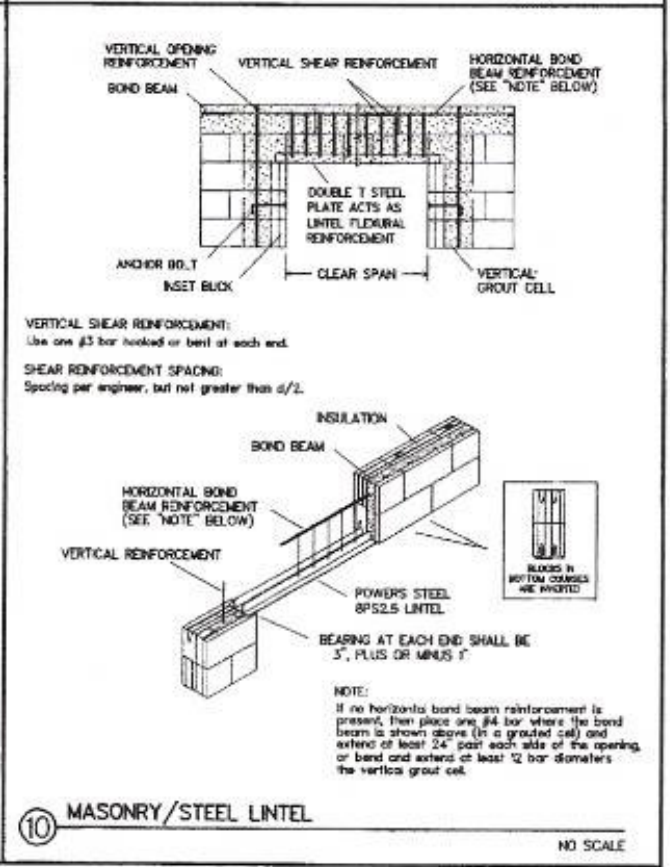
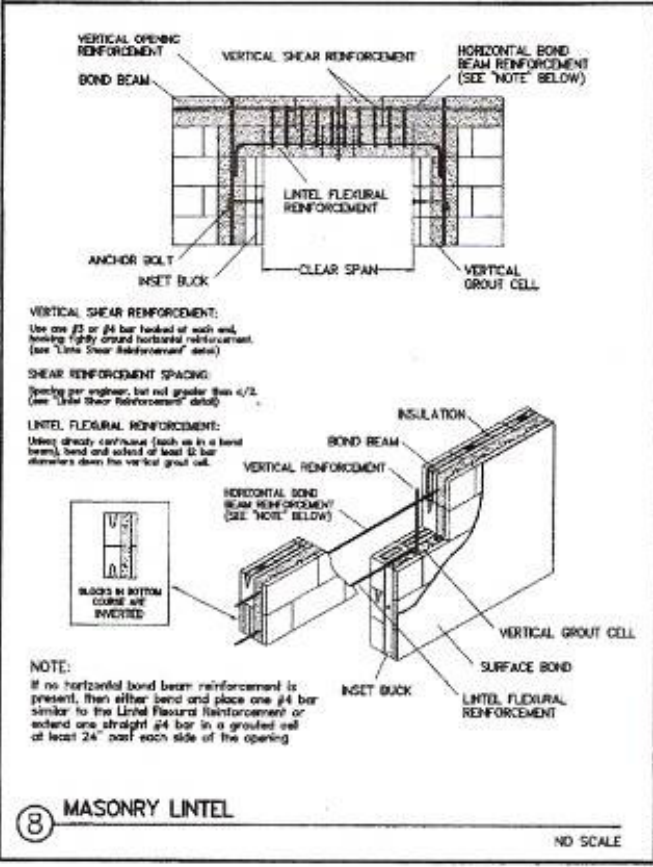
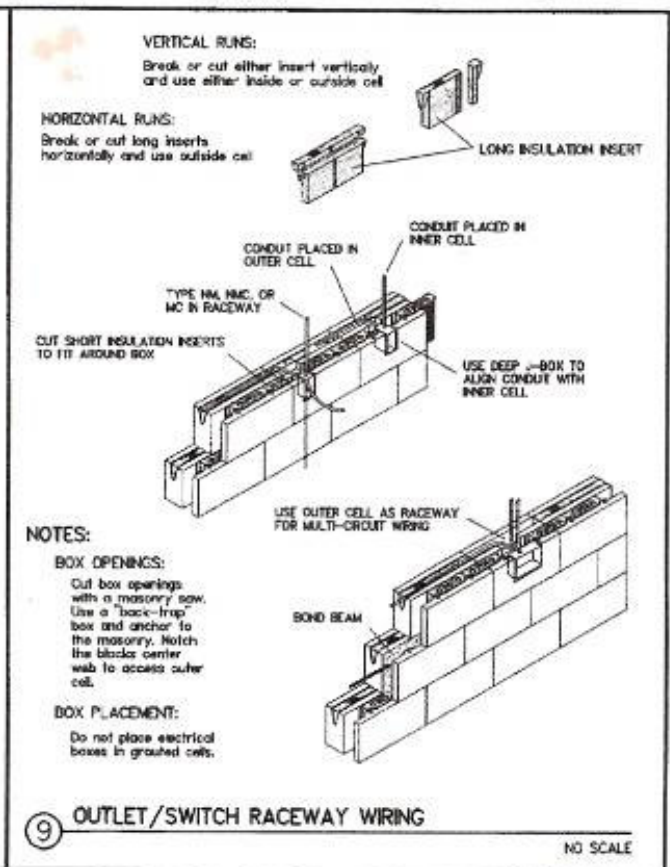
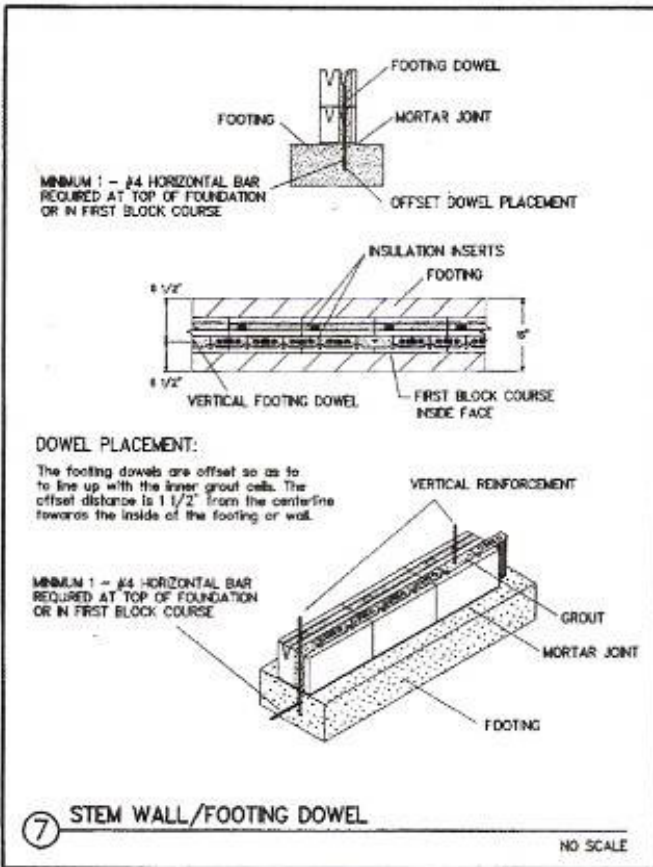
**A.1 Detalles de los componentes del sistema.**



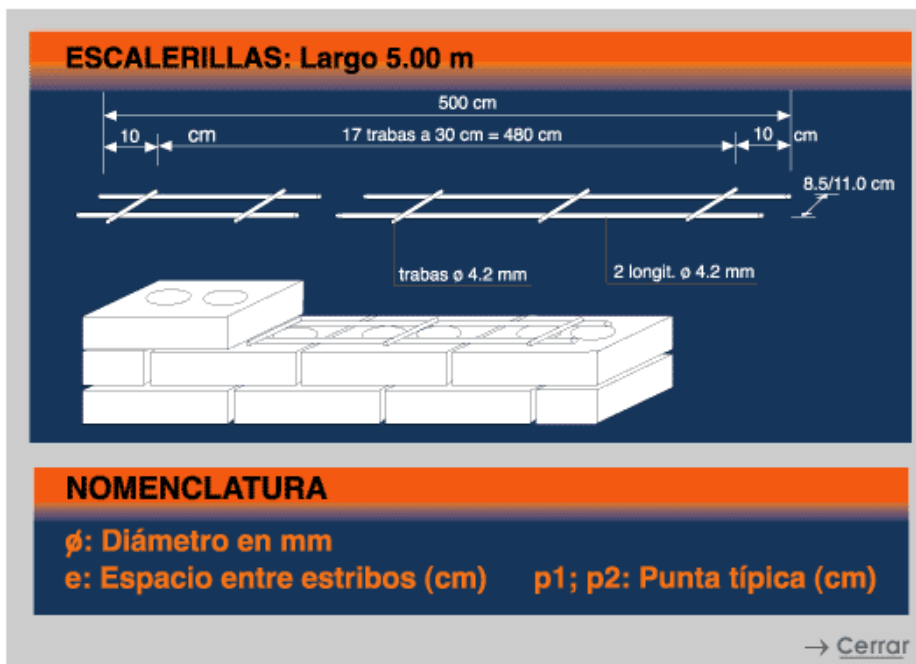
## A.2 Detalles de Diseño (Instalaciones).







**ANEXO B: Ficha técnica escalera ACMA<sup>26</sup> utilizada en Obra base.**



**Escaleras ACMA® de stock**

Unidad de venta: Paquete de 24 escaleras

Tipo de Escalera	Medida y Peso		Diámetro Barras		Estribos
	Largo m	Peso Kg	Longit. mm	Estribo. mm	Separación cm
ESCALE	5,00	1,35	4,20	4,20	8,50
ESCBLO	5,00	1,39	4,20	4,20	11,00

Nota: Cifras aproximadas.

<sup>26</sup> www.acma.cl.

## ANEXO C: Ficha técnica Hormigón de relleno de albañilería tradicional Obra base.

**DRY MIX® 7018 G10 :**

### HORMIGÓN DE RELLENO ESTRUCTURAL GROUTING ( RELLENO PARA TENSORES )

#### DESCRIPCIÓN

Es una mezcla cementicia, predosificada en seco, especialmente formulada para el relleno en cavidades en las albañilerías a base de Ladrillos Prensados o Bloques de Hormigón que alojan tensores ( Albañilería Armada ).  
Todos sus componentes son objeto de un control de calidad sistemático, basado en la norma NCh.2256/1.

#### COMPOSICIÓN

Como árido se emplea arena silicea triturada, producida a partir de grava lavada, de granulometría controlada y constante: 0 a 10 mm., Filler con alto porcentaje de sílice, Cemento del tipo Bio Bio Alta resistencia, Aditivos cuyas principales funciones son : mejorar su trabajabilidad, limitar su retracción para minimizar la formación de fisuras y alcanzar elevadas resistencias en corto tiempo

#### CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

<b>Granulometría ( NCh 163 )</b>	: 0 - 10	[ mm ]
<b>Dosis de agua ( NCh 1498 )</b>		
Saco 25 kg	: 2,5	[ lt ]
Saco 45 kg	: 4,5	[ lt ]
Granel	: Ver consistencia	
<b>Consistencia</b>		
Cono de Abrams ( NCh 2257/3 )	: 18 +/- 1	[ cm ]
Cono reducido ( NCh 2257/3 )	: > 90	[ mm ]
Densidad en estado Fresco	: ≈ 2,3	[ kg / lt o ton / m <sup>3</sup> ]
Contenido de aire ( NCh 2184 )	: ≈ 6	[ % ]
Retención de Agua ( NCh 2259 )	: 60	[ % ]
<b>Rendimiento aproximado ( NCh 1564 )</b>		
Saco 25 kg	: 12	[ lt ]
Saco 45 kg	: 21,6	
Granel	: 480	[ lt / ton ]
<b>Resistencia a compresión ( NCh 1928 )</b>	: 175	[ kg/cm <sup>2</sup> ] AQL 4%

**ANEXO D: Ficha técnica Bomba hormigonera modelo BETONMASTER, marca  
TURBOSOL.**

**EQUIPO PARA SHOTCRET VIA HUMEDA, MARCA "TURBOSOL"**

**DE FABRICACION ITALIANA, MODELO BETONMASTER COD. 128.105**

**A.- ESPECIFICACIONES**

- Motor Diesel Perkins 404C22 ,52 HP, 4 cilindros ; ó eléctrica 38 Kw.
- Sistema eléctrico de 12 Volts en diesel y estrella triángulo eléctrica.
- Diámetro de los cilindros 120 mm.
- Recorrido de los cilindros 700 mm.
- Salida de bomba 100 mm de diámetro.
- Tamaño máximo 12 MM.
- Sistema de seguridad eléctrico para la tolva.
- Enfriador de aceite.
- Rendimiento 2 a 15 M3/h, bomba hidráulica con flujo variable.
- Presión para shotcret 80 bar.
- Capacidad de la tolva 200 litros.
- Protección mecánica del agitador
- Sistema reversa con grupo hidráulico.
- Sistema electrónico de control.
- Control remoto con 30 metros de cable.
- Tamiz vibrante con malla de 15 mm.

**B.- ACCESORIOS**

- Pistola de aire para shotcret de 50 mm.
- Curva metálica de 100 mm.y 90 grados.
- 30 metros de manguera 50 mm. Alta presión.
- Cono de reducción de 100 a 50 mm.
- Kit de acoples y gomas.
- Estabilizadores laterales.
- Eje rígido y ruedas para remolque (opción: suministro para remolque fuera de carretera).
- Garantía un año (no incluye elementos de desgaste).
- Incluye entrenamiento de operación para dos personas en su obra.



**Sanbi Chile S.A.**



**ANEXO E: Detalle costo albañilería primer piso para cada tipo de casa Obra base.**

E.1 Sistema albañilería tradicional.

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>UD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO (UF )</b>	<b>TOTAL (UF )</b>
<b>CASA SAUCE</b>					
<b>A0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>116.62</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MDA0283	escalera acma	ml	5.327	0.0084	0.04475
MAB6213	mortero para relleno de tensores h-17,5	lt	20.460	0.0044	0.09002
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MAB6214	mortero pega albañilería - 2040	lt	38.500	0.0033	0.12705
MBC6343	bloque geocret brc14	un	4.296	0.026	0.11170
MBC6345	bloque geocret brc14 bl	un	0.343	0.0269	0.00923
MBC6346	bloque geocret 1/2brc14	un	0.148	0.0143	0.00212
MBC6347	bloque geocret 1/2brc14 bl	un	0.592	0.0143	0.00846
MBC6348	bloque geocret blc14	un	0.995	0.0236	0.02347
MBC6349	bloque geocret blc14 bl	un	0.412	0.0247	0.01017
MBC6350	bloque geocret 1/2blc14	un	0.087	0.013	0.00113
MBC6351	bloque geocret 1/2blc14 bl	un	0.472	0.013	0.00613
MBC6352	bloque geocret blce14	un	1.261	0.0243	0.03063
MBC6353	bloque geocret ba14	un	2.958	0.0198	0.05857
MBC6354	bloque geocret 1/2ba14	un	0.429	0.0131	0.00562
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.386	0.0059	0.00228
MBC7000	bloque geocret ba10	un	0.720	0.0158	0.01138
MBC7001	bloque geocret 1/2 ba10	un	0.292	0.0131	0.00382
MBC7002	bloque geocret brce14	un	0.154	0.0303	0.00468
<b>TOTAL MATERIALES (UF/m2 )</b>					<b>0.5711</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m2 )</b>					<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m2)</b>					<b>0.0224</b>
<b>P. UNITARIO (UF/m2 )</b>					<b>0.7377</b>
<b>CASA CEDRO</b>					
<b>H0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>93.34</b>		
<b>MATERIALES</b>					

MDA0283	escalerilla acma	ml	5.327	0.0084	0.04475	
MAB6213	mortero para relleno de tensores h-17,5	lt	21.040	0.0044	0.09258	
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960	
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032	
MAB6214	mortero pega albañilería - 2040	lt	38.500	0.0033	0.12705	
MBC6343	bloque geocret brc14	un	4.950	0.026	0.12869	
MBC6345	bloque geocret brc14 bl	un	0.257	0.0269	0.00692	
MBC6346	bloque geocret 1/2brc14	un	0.300	0.0143	0.00429	
MBC6347	bloque geocret 1/2brc14 bl	un	0.729	0.0143	0.01042	
MBC6348	bloque geocret blc14	un	1.178	0.0236	0.02781	
MBC6349	bloque geocret blc14 bl	un	0.523	0.0247	0.01291	
MBC6351	bloque geocret 1/2blc14 bl	un	0.557	0.013	0.00724	
MBC6352	bloque geocret blce14	un	1.511	0.0243	0.03671	
MBC6354	bloque geocret 1/2ba14	un	0.536	0.0131	0.00702	
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.461	0.0059	0.00272	
MBC7000	bloque geocret ba10	un	0.868	0.0158	0.01371	
MBC7001	bloque geocret 1/2 ba10	un	0.043	0.0131	0.00056	
MBC7002	bloque geocret brce14	un	0.375	0.0303	0.01136	
<b>TOTAL MATERIALES (UF/m<sup>2</sup>)</b>					<b>0.5547</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015	
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225	
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120	
<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m<sup>2</sup>)</b>					<b>0.1442</b>	
<b>SUBCONTRATOS</b>						
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224	
<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m<sup>2</sup>)</b>					<b>0.0224</b>	
<b>P. UNITARIO (UF/m<sup>2</sup>)</b>						<b>0.7212</b>
<b>CASA FRESNO</b>						
<b>G0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>95.02</b>			
<b>MATERIALES</b>						
MDA0283	escalerilla acma	ml	5.327	0.0084	0.04475	
MAB6213	mortero para relleno de tensores h-17,5	lt	20.22	0.0044	0.08898	
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960	
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032	
MAB6214	mortero pega albañilería - 2040	lt	38.500	0.0033	0.12705	
MBC6343	bloque geocret brc14	un	5.041	0.026	0.13107	
MBC6345	bloque geocret brc14 bl	un	0.463	0.0269	0.01246	
MBC6346	bloque geocret 1/2brc14	un	0.705	0.0143	0.01008	
MBC6347	bloque geocret 1/2brc14 bl	un	0.705	0.0143	0.01008	
MBC6348	bloque geocret blc14	un	0.905	0.0236	0.02136	
MBC6349	bloque geocret blc14 bl	un	0.463	0.0247	0.01144	
MBC6350	bloque geocret 1/2blc14	un	0.106	0.013	0.00138	
MBC6351	bloque geocret 1/2blc14 bl	un	0.568	0.013	0.00739	
MBC6352	bloque geocret blce14	un	1.558	0.0243	0.03785	
MBC6353	bloque geocret ba14	un	2.684	0.0198	0.05314	
MBC6354	bloque geocret 1/2ba14	un	0.526	0.0131	0.00689	
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.466	0.0059	0.00275	

MBC7001	bloque geocret 1/2 ba10	un	0.084	0.0131	0.00110
			<b>TOTAL MATERIALES (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.5877</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.7543</b>
<b>CASA MAITEN</b>					
<b>F0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>54.88</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MDA0283	escalerilla acma	ml	5.327	0.0084	0.04475
MAB6213	mortero para relleno de tensores h-17,5	lt	20.780	0.0044	0.09143
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MAB6214	mortero pega albañilería - 2040	lt	38.500	0.0033	0.12705
MBC6343	bloque geocret brc14	un	7.070	0.026	0.18382
MBC6345	bloque geocret brc14 bl	un	0.528	0.0269	0.01421
MBC6346	bloque geocret 1/2brc14	un	0.139	0.0143	0.00198
MBC6347	bloque geocret 1/2brc14 bl	un	0.711	0.0143	0.01016
MBC6348	bloque geocret blc14	un	0.984	0.0236	0.02322
MBC6349	bloque geocret blc14 bl	un	0.310	0.0247	0.00765
MBC6350	bloque geocret 1/2blc14	un	0.020	0.013	0.00026
MBC6351	bloque geocret 1/2blc14 bl	un	0.437	0.013	0.00569
MBC6352	bloque geocret blce14	un	1.804	0.0243	0.04384
MBC6353	bloque geocret ba14	un	0.638	0.0198	0.01263
MBC6354	bloque geocret 1/2ba14	un	0.364	0.0131	0.00477
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.364	0.0059	0.00215
MBC7001	bloque geocret 1/2 ba10	un	0.073	0.0131	0.00095
			<b>TOTAL MATERIALES (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.5945</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.7611</b>
<b>CASA CIPRES</b>					
<b>E0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>66.85</b>		

<b>MATERIALES</b>					
MDA0283	escalera acma	ml	5.327	0.0084	0.04475
MAB6213	mortero para relleno de tensores h-17,5	lt	19.900	0.0044	0.08756
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MAB6214	mortero pega albañilería - 2040	lt	38.500	0.0033	0.12705
MBC6343	bloque geocret brc14	un	6.268	0.026	0.16296
MBC6345	bloque geocret brc14 bl	un	0.389	0.0269	0.01046
MBC6346	bloque geocret 1/2brc14	un	0.135	0.0143	0.00193
MBC6347	bloque geocret 1/2brc14 bl	un	0.643	0.0143	0.00920
MBC6348	bloque geocret blc14	un	1.062	0.0236	0.02507
MBC6349	bloque geocret blc14 bl	un	0.359	0.0247	0.00887
MBC6350	bloque geocret 1/2blc14	un	0.018	0.013	0.00023
MBC6351	bloque geocret 1/2blc14 bl	un	0.359	0.013	0.00467
MBC6352	bloque geocret blce14	un	1.331	0.0243	0.03235
MBC6353	bloque geocret ba14	un	1.197	0.0198	0.02369
MBC6354	bloque geocret 1/2ba14	un	0.299	0.0131	0.00392
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.389	0.0059	0.00229
			<b>TOTAL MATERIALES (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.5649</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m <sup>2</sup>	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.7315</b>
<b>CASA ABEDUL</b>					
<b>D0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>60.78</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MDA0283	escalera acma	ml	5.327	0.0084	0.04475
MAB6213	mortero para relleno de tensores h-17,5	lt	21.190	0.0044	0.09324
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MAB6214	mortero pega albañilería - 2040	lt	38.500	0.0033	0.12705
MBC6343	bloque geocret brc14	un	5.824	0.026	0.15143
MBC6345	bloque geocret brc14 bl	un	0.559	0.0269	0.01505
MBC6346	bloque geocret 1/2brc14	un	0.157	0.0143	0.00225
MBC6347	bloque geocret 1/2brc14 bl	un	0.658	0.0143	0.00941
MBC6348	bloque geocret blc14	un	1.316	0.0236	0.03106
MBC6349	bloque geocret blc14 bl	un	1.152	0.0247	0.02845
MBC6351	bloque geocret 1/2blc14 bl	un	0.559	0.013	0.00727
MBC6352	bloque geocret blce14	un	1.185	0.0243	0.02879
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.395	0.0059	0.00233
MBC7000	bloque geocret ba10	un	0.592	0.0158	0.00936
MBC7001	bloque geocret 1/2 ba10	un	0.247	0.0131	0.00323
MBC7002	bloque geocret brce14	un	0.362	0.0303	0.01097

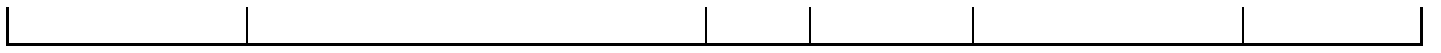
			<b>TOTAL MATERIALES (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.5845</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m <sup>2</sup>	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.7511</b>

## E.2 Sistema albañilería sin mortero (bloques AZAR).

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>UD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO (UF)</b>	<b>TOTAL (UF)</b>
<b>CASA SAUCE</b>					
<b>A0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>116.62</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MAB6213	mortero para relleno H18(90)10-25	lt	77.820	0.0029	0.22568
MAAcero	acero refuerzos horizontales	Kg	1.438	0.0286	0.04114
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MBC6343	bloques AZAR	un	11.870	0.0195	0.23112
MBC6355	barra geocret rem14-r	un	0.386	0.0059	0.00228
			<b>TOTAL MATERIALES (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.5201</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m <sup>2</sup>	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m<sup>2</sup>)</b>		<b>0.6867</b>
<b>CASA CEDRO</b>					
<b>H0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>93.34</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MAB6213	mortero para relleno H18(90)10-25	lt	78.920	0.0029	0.22887
MAAcero	acero refuerzos horizontales	Kg	1.438	0.0286	0.04114
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MBC6343	bloques AZAR	un	11.870	0.0195	0.23112

MBC6355	barra geocret rem14-r	un	0.461	0.0059	0.00272
<b>TOTAL MATERIALES (UF/m2)</b>					<b>0.5238</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m2)</b>					<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m2)</b>					<b>0.0224</b>
<b>P. UNITARIO (UF/m2)</b>					<b>0.6903</b>
<b>CASA FRESNO</b>					
<b>G0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>95.02</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MAB6213	mortero para relleno H18(90)10-25	lt	77.86	0.0029	0.22579
MAAcero	acero refuerzos horizontales	Kg	1.438	0.0286	0.04114
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MBC6343	bloques AZAR	un	11.870	0.0195	0.23112
MBC6355	barra geocret rem14-r	un	0.466	0.0059	0.00275
<b>TOTAL MATERIALES (UF/m2)</b>					<b>0.5207</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m2)</b>					<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	sc provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m2)</b>					<b>0.0224</b>
<b>P. UNITARIO (UF/m2)</b>					<b>0.6873</b>
<b>CASA MAITEN</b>					
<b>F0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>54.88</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MAB6213	mortero para relleno H18(90)10-25	lt	77.070	0.0029	0.22350
MAAcero	acero refuerzos horizontales	Kg	1.438	0.0286	0.04114
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MBC6343	bloques AZAR	un	11.870	0.0195	0.23112
MBC6355	barra geocret rem14-r	un	0.364	0.0059	0.00215
<b>TOTAL MATERIALES (UF/m2)</b>					<b>0.5178</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120

			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m2 )</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	se provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m2)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m2 )</b>		<b>0.6844</b>
<b>CASA CIPRES</b>					
<b>E0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>66.85</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MAB6213	mortero para relleno H18(90)10-25	lt	77.230	0.0029	0.22397
MAAcero	acero refuerzos horizontales	Kg	1.438	0.0286	0.04114
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MBC6343	bloques AZAR	un	11.870	0.0195	0.23112
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.389	0.0059	0.00229
			<b>TOTAL MATERIALES (UF/m2 )</b>		<b>0.5184</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m2 )</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	se provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m2)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m2 )</b>		<b>0.6850</b>
<b>CASA ABEDUL</b>					
<b>D0201</b>	<b>ALBAÑILERIA 1ER PISO</b>	<b>m2</b>	<b>60.78</b>		
<b>MATERIALES</b>					
MAB6213	mortero para relleno H18(90)10-25	lt	80.510	0.0029	0.23348
MAAcero	acero refuerzos horizontales	Kg	1.438	0.0286	0.04114
MCI0074	regla aluminio	un	0.020	0.98	0.01960
MRE6148	manguera 1 1/2"	ml	0.120	0.0027	0.00032
MBC6343	bloque geocret brc14	un	11.870	0.0195	0.23112
MBC6355	barda geocret rem14-r	un	0.395	0.0059	0.00233
			<b>TOTAL MATERIALES (UF/m2 )</b>		<b>0.5280</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
ZAA0001	equipo proporcional	hh	1.3408	0.0011	0.0015
ZBA7068	cuadrilla jornales	hh	0.1908	0.118	0.0225
ZAA0717	cuadrilla albañiles	hh	0.48	0.250	0.120
			<b>TOTAL MANO DE OBRA (UF/m2 )</b>		<b>0.1442</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
SRG0030	se provisión y aplicación ácido muriático	m2	1.27	0.0176	0.0224
			<b>TOTAL SUBCONTRATOS (UF/m2)</b>		<b>0.0224</b>
			<b>P. UNITARIO (UF/m2 )</b>		<b>0.6946</b>





**ANEXO F: Obtención cantidades de hormigón de relleno a utilizar.**

Casa Maitén		
	Relleno tensores	Relleno Completo
	Albañilería tradicional	Albañilería sin Mortero
Muros [m3]:	0.97	3.65
Logia [m3]:	0.17	0.58
Total por casa [m3]:	1.14	4.23
Total tipo casa en obra [m3]:	23.94	88.83

Casa Abedul		
	Relleno tensores	Relleno Completo
	Albañilería tradicional	Albañilería sin Mortero
Muros [m3]:	1.10	4.19
Logia [m3]:	0.19	0.71
Total por casa [m3]:	1.29	4.89
Total tipo casa en obra [m3]:	12.88	48.94

Casa Ciprés		
	Relleno tensores	Relleno Completo
	Albañilería tradicional	Albañilería sin Mortero
Muros [m3]:	1.14	4.39
Logia [m3]:	0.19	0.77
Total por casa [m3]:	1.33	5.16
Total tipo casa en obra [m3]:	13.30	51.63

Casa Cedro		
	Relleno tensores	Relleno Completo
	Albañilería tradicional	Albañilería sin Mortero
Muros [m3]:	1.65	6.02
Logia [m3]:	0.32	1.35
Total por casa [m3]:	1.96	7.37
Total tipo casa en obra [m3]:	9.82	36.83

Casa Fresno		
	Relleno tensores	Relleno Completo
	Albañilería tradicional	Albañilería sin Mortero
Muros [m3]:	1.63	6.08
Logia [m3]:	0.30	1.31
Total por casa [m3]:	1.92	7.40
Total tipo casa en obra [m3]:	53.80	207.14

Casa Sauce		
	Relleno tensores	Relleno Completo
	Albañilería tradicional	Albañilería sin Mortero
Muros [m3]:	2.05	7.70
Logia [m3]:	0.34	1.38
Total por casa [m3]:	2.39	9.08
Total tipo casa en obra [m3]:	28.63	108.91

<b>Total Hormigón Relleno Muros [m3]:</b>	<b>142.38</b>	<b>542.27</b>
---	---------------	---------------