

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ESTADO ACTUAL DE LOS PRINCIPALES MATERIALES PARA LA  
CONSTRUCCION EN GUATEMALA

TESIS

Presentada a la junta Directiva de la  
Facultad de Ingeniería

por

BYRON DARIO ORTIZ PALMA

Al conferírle el título de

INGENIERO CIVIL

Guatemala, octubre de 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

08  
T(3614)  
C.4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck.
Vocal 1o.	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra.
Vocal 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano.
Vocal 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez.
Vocal 4o.	Br. Fernando Waldemar de León Contreras.
Vocal 5o.	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor.
Secretario.	Ing. Francisco Javier González López.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González.
Examinador	Ing. Mercedes Ofelia García de Obregón.
Examinador	Ing. Herbert René Miranda Barrios.
Examinador	Ing. René Rolando Vargas Oliva.
Secretario	Ing. Edgar Aurelio Bravatti Castro.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

\* Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 2 de octubre de 1,995

Ingeniero Jack Douglas Ibarra,  
Director de la Escuela  
de Ingeniería Civil,  
Facultad de Ingeniería.

Señor Director,

Informo a usted que he revisado el trabajo de tesis titulado  
**ESTADO ACTUAL DE LOS PRINCIPALES MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION  
EN GUATEMALA**, realizado por el estudiante universitario Byron  
Darío Ortiz Palma, quien contó con la asesoría de su servidor.

El trabajo fue desarrollado de manera minuciosa,  
destacándose las visitas realizadas a diferentes industrias del  
sector privado de Guatemala y la información recopilada en la  
Cámara de la Construcción. Considero que aporta valiosa  
información para la ingeniería nacional, por lo que recomiendo su  
aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Francisco Javier Quiñónez  
Asesor y Coordinador Area de Materiales

FJQ/jma



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador del Area de Materiales Ing. Francisco Javier Quiñónez, sobre el trabajo de tesis del estudiante Byron Darío Ortiz Palma, titulado ESTADO ACTUAL DE LOS PRINCIPALES MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION EN GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. Jack Douglas Iba



Guatemala, octubre de 1,995.

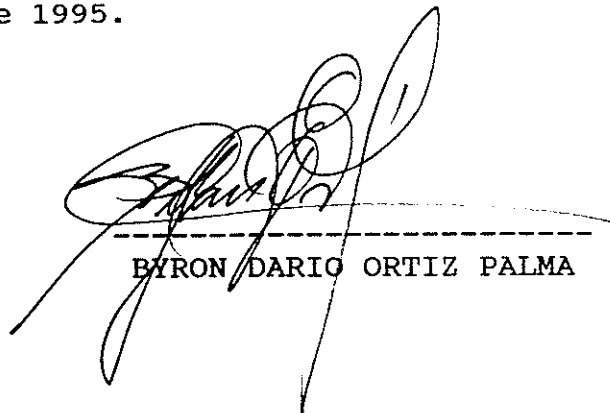
JDIS/bbdeb.

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración, mi trabajo de tesis titulado:

**ESTADO ACTUAL DE LOS PRINCIPALES MATERIALES  
PARA LA CONSTRUCCION EN GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 6 de marzo de 1995.



BYRON DARIO ORTIZ PALMA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis ESTADO ACTUAL DE LOS PRINCIPALES MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION EN GUATEMALA, del estudiante Byron Dario Ortiz Palma, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck  
DECANO



Guatemala, octubre de 1,995

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

RUBEN DARIO ORTIZ MARROQUIN  
DORA ALICIA PALMA DE ORTIZ  
Sea un reconocimiento a su  
esfuerzo, apoyo y sacrificios.

MIS HERMANOS

IRAZEMA, TELMA, EDWIN, RUBEN,  
Por su apoyo.

MIS FAMILIARES

ESPECIALMENTE, A MI TIO  
GUSTAVO ORTIZ, SU ESPOSA Y SU  
FAMILIA, con agradecimiento.

NELLY

con amor y agradecimiento a su  
apoyo.

MIS AMIGOS, A LA FACULTAD DE INGENIERIA, Y A LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

**AGRADECIMIENTOS A:**

DIOS TODOPODEROSO

POR ILUMINARME Y PERMITIRME FINALIZAR MI CARRERA

INGENIERO FRANCISCO JAVIER QUIÑONES

POR SU APOYO, ASESORIA Y EL TIEMPO DEDICADO  
A ESTE TRABAJO.

JOSE RODOLFO ROJAS

POR SU AMISTAD Y LA COLABORACION PRESTADA PARA  
LA CULMINACION DE ESTE TRABAJO.

LAS PERSONAS, EMPRESAS E INSTUTUCIONES QUE DE UNA U OTRA  
FORMA COLABORARON PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO DE  
TESIS.



# INDICE GENERAL

PAG.

LISTA DE ILUSTRACIONES .....	I
GLOSARIO .....	II
INTRODUCCION .....	1
OBJETIVOS.....	3

## CAPITULO I CEMENTOS

1.1- GENERALIDADES, DESCRIPCION	4
1.2- ANTECEDENTES HISTORICOS	4
1.3- TIPOS, CARACTERISTICAS, CLASIFICACION	5
1.4- COMPOSICION	9
1.5- PROCESOS DE FABRICACION	9
1.6- CONTROL DE CALIDAD	10
1.7- ESPECIFICACIONES Y ASPECTOS TECNICOS	12
1.8- DISPONIBILIDAD ACTUAL Y USOS	13
1.9- MERCADEO - ESTADISTICAS	13
TABLA 1.1 PRECIOS PROMEDIO ANUALES	13
TABLA 1.2 VARIACION DE PRECIOS MENSUAL	14
TABLA 1.3 PRODUCCION Y VENTAS LOCALES	14
GRAFICA 1 COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS	15
GRAFICA 2 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS	16
GRAFICA 3 PRODUCCION VRS VENTAS	17

## CAPITULO 2 2. CALES

2.1- GENERALIDADES, DESCRIPCION, CARACTERISTICAS	18
2.2- CLASIFICACION, COMPOSICION	18
2.3- PROCESOS DE EXTRACCION	20
2.4- CONTROL DE CALIDAD	21
2.5- DISPONIBILIDAD - USOS	23
2.6- MERCADEO - ESTADISTICAS	23
TABLA 2.1 PRECIOS ANUALES DE CAL HIDRATADA	23
TABLA 2.2 VARIACION MENSUAL DE PRECIOS	23
GRAFICA 4 COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS	24
GRAFICA 5 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS	25

## CAPITULO III 3. AGREGADOS

3.1- DEFINICION	26
3.2- CLASIFICACION	26
3.3- COMPOSICION, PROPIEDADES	28
3.4- PROCESOS DE EXTRACCION	29
3.5- CONTROL DE CALIDAD	30
3.6- ESPECIFICACIONES	33
3.7- DISPONIBILIDAD	35

3.8-	MERCADEO - ESTADISTICAS	35
	TABLA 3.1 PRECIOS PROMEDIO ANUALES	35
	TABLA 3.2 VARIACION MENSUAL DE PRECIOS	35
	GRAFICA 6 COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS	36
	GRAFICA 7 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS	37

#### CAPITULO IV

##### 4. METALES

4.1-	GENERALIDADES, CARACTERISTICAS, ANTECEDENTES	38
4.2-	COMPOSICION, FABRICACION DE LINGOTES	38
4.3-	PROCESOS DE FABRICACION DE VARILLAS	40
4.4-	CONTROL DE CALIDAD	41
4.5-	ESPECIFICACIONES Y EQUIVALENCIAS	44
4.6-	DISPONIBILIDAD Y USOS	49
4.7-	MERCADEO - ESTADISTICAS	53
	TABLA 4.1 PRECIOS PROMEDIO ANUALES	53
	TABLA 4.2 VARIACION MENSUAL DE PRECIOS	53
	GRAFICA 8 MOVIMIENTO ANUAL DE PRECIOS	54

#### CAPITULO V

##### 5. BLOCKS

5.1-	CARACTERISTICAS, ANTECEDENTES	55
5.2-	CLASIFICACION, TIPOS, PROPIEDADES	55
	ILUSTRACION 1, BLOCKS STANDAR	57
	ILUSTRACION 2, BLOCKS DE ESCORIA VOLCANICA	60
	ILUSTRACION 3, BLOCKS DECORATIVOS	62
	ILUSTRACION 4, BLOCKS DE 140 mm Y 190 mm	63
	ILUSTRACION 5, BLOCKS ESPECIALES	65
5.3-	PROCESOS DE FABRICACION	66
	ILUSTRACION 6, MAMPOSTERIA REFORZADA	67
	ILUSTRACION 7, BOLCKS PARA TABIQUES	68
	ILUSTRACION 8. OTROS TIPOS DE BLOCKS	69
5.4-	CONTROL DE CALIDAD	72
5.5-	ESPECIFICACIONES	73
5.6-	DISPONIBILIDAD Y USOS	74
5.7-	MERCADEO - ESTADISTICAS	74
	TABLA 5.1 PRECIOS PROMEDIO ANUALES	74
	TABLA 5.2 VARIACION MENSUAL DE PRECIOS	75
	GRAFICA 9 COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS	76
	GRAFICA 10 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS	77

#### CAPITULO VI

##### 6. LADRILLOS

6.1-	GENERALIDADES	78
6.2-	ANTECEDENTES HISTORICOS	78
6.3-	COMPOSICION Y PROPIEDADES	79
6.4-	PROCESOS DE FABRICACION	80
6.5-	CONTROL DE CALIDAD	82
	ILUSTRACION 9, PRODUCTOS DE BARRO COCIDO	83
6.6-	USOS Y DISPONIBILIDAD	84
6.7-	MERCADEO - ESTADISTICAS	86

TABLA 6.1 PRECIOS PROMEDIO ANUALES	86
TABLA 6.2 VARIACION MENSUAL DE PRECIOS	86
GRAFICA 11 COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS	87

**CAPITULO VII**  
**7. MATERIALES PREMEZCLADOS**

7.1- GENERALIDADES, TIPOS Y USOS	88
7.2- PRESENTACION Y RENDIMIENTO	83

**CAPITULO VIII**  
**8. ADITIVOS**

8.1- ADITIVOS PARA CONCRETO FRESCO	94
8.2- ADITIVOS PARA CONCRETO ENDURECIDO	95
8.3- TIPOS Y USOS	97

**CAPITULO IX**  
**9. PREFABRICADOS**

9.1- ANTECEDENTES	101
9.2- DISPONIBILIDAD	101
SISTEMAS DE LOSAS PREFABRICADAS	102
ILUSTRACION 10, LOSA PREFABRICADA	106

**CAPITULO X**  
**10. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON PREFABRICADOS**

SISTEMAS CON PREFABRICADOS Y PREMEZCLADOS	108
ILUSTRACION 11, MAMPOSTERIA REFORZADA	111
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	118
BIBLIOGRAFIA	119

## LISTADO DE GRAFICAS E ILUSTRACIONES

- GRAFICA 1, COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS DE CEMENTO.
- GRAFICA 2, COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS DE CEMENTO.
- GRAFICA 3, PRODUCCION Y VENTAS MENSUALES DE CEMENTO.
- GRAFICA 4, COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS CAL HIDRATADA.
- GRAFICA 5, COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS DE CAL HIDRATADA
- GRAFICA 6, COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS PARA AGREGADOS.
- GRAFICA 7, COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS DE AGREGADOS.
- GRAFICA 8, COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS PARA HIERRO .
- ILUSTRACION 1, DIFERENTES TIPOS DE BLOCKS.
- ILUSTRACION 2, TIPOS DE BLOCKS DE ESCORIA VOLCANICA.
- ILUSTRACION 3, TIPOS DE BLOCKS DECORATIVOS.
- ILUSTRACION 4, BLOCKS DECORATIVOS DE 140 Y 190 mm .
- ILUSTRACION 5, BLOCKS PARA APLICACIONES ESPECIALES.
- ILUSTRACION 6, BLOCKS PARA MAMPOSTERIA REFORZADA.
- ILUSTRACION 7, BLOCKS PARA TABIQUES.
- ILUSTRACION 8, OTROS ESTILOS DE BLOCKS.
- GRAFICA 9, COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS PARA BLOCKS.
- GRAFICA 10, PRECIOS PROMEDIO MENSUAL PARA BLOCKS.
- ILUSTRACION 9, LADRILLOS Y PRODUCTOS DE BARRO COCIDO.
- GRAFICA 11, COMPORTAMIENTO ANUAL DE PRECIOS PARA LADRILLOS.
- ILUSTRACION 10, LOSA PREFABRICADA CON VIGUETAS Y BOVEDILLAS.
- ILUSTRACION 11, MAMPOSTERIA REFORZADA.

## GLOSARIO Y SIGLAS UTILIZADAS

**AGLOMERANTES:** Materiales para unir o enlazar los materiales pétreos naturales o artificiales en mampostería

**ASTM:** Siglas en Inglés ("American Society For Testig Materials"): Sociedad Americana Para Ensayos de Materiales.

**CONSOLIDACION:** Eliminación de vacíos en un agloerante.

**COGUANOR:** "Comisión Guatemalteca de Normas Obligatorias"

**CRIBA:** Espacios que conforman una malla o cedazo.

**NORMA:** Regla que debe seguirse o a la cual debe ajustarse un proceso, para obtener el mismo resultado.

**NGO:** Norma guatemalteca obligatoria.

**MORTERO:** Mezcla conformada por cemento, cal, arena y agua usada para unir entre sí las unidades de levantado.

**PLASTICIDAD:** Habilidad de un material de deformarse permanente y continuamente sin romperse.

**PSI:** Siglas para la medida de fuerza o presión por unidad de área. en libras por pulgada cuadrada.

**SEGREGACION:** Separación de los materiales componentes del concreto.

**SLUMP:** Prueba para establecer la plasticidad o fluidéz de un aglomerante.

## INTRODUCCION

Desde sus orígenes, la humanidad, ha tenido la necesidad de albergue que le proporcione abrigo para las inclemencias que afectan su entorno. Derivado de esto, surgen los materiales para la construcción; los cuales a través del tiempo y con el desarrollo tecnológico, han evolucionado en diversas formas para adecuarse a las cambiantes necesidades y requerimientos.

Guatemala no ha sido la excepción, y ha sido inmersa dentro de esta evolución; disponiéndose actualmente, además de los materiales y productos tradicionales, de otros nuevos, creados para facilitar y optimizar el trabajo en el sector de la construcción.

Tomando en consideración que los materiales para la construcción son la base sobre la que se sustenta cualquier proyecto de infraestructura, y por consiguiente base al desarrollo de un país, deben conocerse sus características y cualidades más importantes, a efecto de optimizar su utilización.

Este trabajo de tesis, presenta los principales materiales y productos para la construcción con mayor uso en Guatemala. Se efectuó un estudio actualizado sobre los mismos, ya que debido a la tecnología y modernismo actual, el sector de la construcción se ha beneficiado grandemente al disponer de distintos elementos nuevos y una diversidad de productos innovadores creados con objetivos específicos, pero

en general, con el objetivo de mejorar la calidad, facilitar y agilizar la construcción, así como ampliar el campo de selección, al crear alternativas de elección.

El estudio está subdividido en capítulos, que tratan individualmente los principales materiales y productos. Para efectuarse, fué necesario primeramente recopilar la información ya existente de los productos tradicionales, para después abocarse directamente con diversos productores, fabricantes, distribuidores, y entidades o instituciones relacionadas, a efecto de ampliar y actualizar los datos existentes y adecuarlos a la realidad presente. De esta misma forma se investigó en campo sobre materiales y productos nuevos, de los que existe poca información; presentando en general, las características, cualidades, especificaciones, datos técnicos, disponibilidad, mercadeo, etc., complementado con gráficas, ilustraciones y estadísticas.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Presentar un panorama general actualizado sobre las más importantes características, aspectos técnicos, mercadeo, y estadísticas para los principales materiales y productos utilizados para la construcción en el país; para que el sector interesado en ellos, cuente con un material de referencia actualizado, que le proporcione la mayor información posible para cada material en particular.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS:

a) Actualizar la información existente sobre los principales materiales y productos tradicionales para la construcción; agregando a ésta, información sobre materiales y productos nuevos, de los que se cuenta con poca información, así como avances y tecnología actual.

b) Presentar material gráfico ilustrativo, para que se visualicen los productos usuales, así como datos técnicos útiles, especificaciones, disponibilidad y usos para los principales materiales y productos en el mercado nacional.

c) Mostrar la importancia que reviste el conocimiento de las cualidades y características de los materiales para la construcción; tomando en consideración que son la base y el sustento de cualquier proyecto estructural.

d) Destacar las facilidades y alternativas arquitectónicas que se han abierto, con el surgimiento de elementos, productos y sistemas modernos con los que se cuenta actualmente.



# MATERIALES Y PRODUCTOS PRINCIPALES PARA LA CONSTRUCCION EN EL PAIS

## CAPITULO I

### CEMENTOS

#### 1.1) GENERALIDADES, DESCRIPCION:

Los cementos son aglomerantes hidráulicos, compuestos esencialmente de cal, alúmina y sílice finamente pulverizados, que fraguan algún tiempo después de amasarlos con agua y se edurecen gradualmente hasta tomar una resistencia pétrea, tanto conservados bajo el agua, como al aire.

#### 1.2) ANTECEDENTES HISTORICOS:

Según datos históricos, el cemento con características como las actuales, es descubierto en 1824, por el inglés Aspdín, en Leeds, Inglaterra; patentando una fabrica de cemento hidráulico, por cocimiento de cal y arcilla. Y es en 1845, cuando se inicia su producción industrial, y se hacen los primeros estudios para trabajarlo junto al hierro, para dotarlo de resistencia a la tensión.

En Guatemala se inicia la fabricación del cemento en el año 1897, cuando el ingeniero Carlos Novella Klee, fundó la primera fábrica, que empieza a producir en el año 1901 una cantidad de 100 sacos de cemento diarios, utilizando para su inicio capital norteamericano; y llegando a producir 500 sacos diarios. Posteriormente se compran las acciones norteamericanas por parte de la "Novella y Cia Ltda.", en el año de 1928, y se amplía la fábrica, produciendo hasta 1,600 sacos diarios. De esta forma la única empresa productora de

cemento en el país, ha evolucionado en tecnología y producción; elaborando la cantidad de cemento que se requiera, promediando actualmente los 75000 sacos diarios. (\*)

### 1.3) TIPOS, CARACTERISTICAS, CLASIFICACION

#### 1.3.1 TIPOS DE CEMENTO FABRICADOS EN GUATEMALA: (\*\*)

En Guatemala se fabrican en la actualidad; unicamente tres tipos de cemento; siendo los siguientes:

##### a) CEMENTO PORTLAND TIPO I PM.

Este tipo de cemento, contiene hasta un 15% de puzolana natural, y de acuerdo a sus cualidades, es considerado de uso general en la construccion.

##### b) CEMENTO TIPO V, (NGO 41001 y ASTM C-150):

Cemento para usos especiales. Obras expuestas al agua de mar o a suelos y aguas con alto contenido de sulfatos (canales, tuberías, túneles, cimentaciones, etc.).

##### c) CEMENTO TIPO API CLASE H, (API-10 A):

Cemento especial que posee alta resistencia a temperaturas y presiones elevadas; es utilizado en la cementación de paredes, en agujeros de perforación; en el interior de tubos metálicos para extracción de petróleo o en pozos petroleros a profundidades hasta de 2400 m.

Dentro del mercado intenacional se fabrican y distribuyen otros tipos de cemento, dependiendo de las características, condiciones y requerimientos que se necesiten; de acuerdo a esto, se presenta la siguiente (\*) estadísticas de la Cámara Guatemalteca de la construcción.

(\*\*) Cementos Progreso S. A.

clasificación en la fabricación del cemento; ya que en algún momento se han utilizado en el país o pueda ser necesario utilizarlos para aprovechar las distintas propiedades que presentan.

#### 1.3.2 TIPOS DE CEMENTO PORTLAND EN GENERAL:

##### a) TIPO I, CEMENTO PORTLAND COMUN O NORMAL:

Este cemento de uso común en Guatemala es para usos generales en donde no se requieren las propiedades especiales de los otros tipos. Se caracteriza por tener altas resistencias mecánicas y alta generación de calor durante su hidratación. Se emplea en construcciones de pavimentos y banquetas, edificios de concreto reforzado, puentes, tanques, productos prefabricados, trabajos de mampostería, y para todos los usos del cemento o concreto no sujetos al ataque de suelos o aguas sulfatadas; o donde el calor generado por hidratación, no cause una elevación de temperatura objetable.

##### b) TIPO II, CEMENTO PORTLAND MODIFICADO:

Este cemento, no fabricado en Guatemala, presenta características intermedias, entre el común por una parte y el de bajo calor y resistente a los sulfatos por la otra; tiene resistencia similar al cemento común, pero presenta menor calor de hidratación, y mayor resistencia a aguas y suelos sulfatados; y es adecuado para obras hidráulicas.

##### c) TIPO III, CEMENTO PORTLAND DE RESISTENCIA RAPIDA:

Desarrolla su mayor resistencia a primeras edades, así,

su resistencia a siete días, es comparable con la del cemento del tipo I a veintiocho días. Es recomendable para inyecciones de cemento, por su elevada finura, que es mayor que la de otros cementos.

d) TIPO IV, CEMENTO PORTLAND DE BAJO CALOR:

Deriva su nombre por generar menor calor y menor velocidad al hidratarse, por ello reduce el agrietamiento que resulta de las grandes elevaciones de temperatura, y la contracción consiguiente a la caída de la misma. Es especial para usarse en grandes masas de concreto, como presas.

e) TIPO V, CEMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTENCIA

A LOS SULFATOS (\*)

Este es otro de los tipos de cemento fabricados en el país; es especial para usarse en construcciones expuestas a la acción severa de los sulfatos. El grado de desarrollo de resistencia puede ser algo más lento en las primeras edades, que el cemento portland común, pero igual o mayor resistencia a edades avanzadas ( 6 a 12 meses ). Es beneficioso en revestimiento de canales, alcantarillas, túneles, sifones, y en general en todo tipo de estructuras que están en contacto con suelos y aguas subterráneas que contengan sulfatos dañinos o aguas de mar.

Este tipo de cemento ( V ), y el tipo IV, fueron los utilizados en los proyectos CHIXOY y AGUACAPA.

Pueden mencionarse otros tipos de cemento con  
(\*) Cementos Progreso S.A.

características especiales, proporcionadas por sus componentes, siendo éstos los siguientes:

f) CEMENTO PORTLAND BLANCO:

Este cemento, es bastante usado e importado en Guatemala, la diferencia respecto a los otros cementos portland radica en su bajo o nulo contenido de óxido férrico, de ahí su color blanco. Su empleo generalmente es para usos decorativos o arquitectónicos, terrazas, mosaicos, estucos, esculturas, etc., o para algún tipo especial de estructuras.

g) CEMENTO PORTLAND PUZOLANA:

Consiste en una mezcla íntima y uniforme de cemento portland y puzolana en un 15 a 30% . Las puzolanas se emplean en los cementos, para mejorar su resistencia química, pudiendo producir también algunos efectos benéficos en el concreto, como son, el mejorar la trabajabilidad; reducir la generación de calor y contracción térmica; mejorar la resistencia a sulfatos; reacción alcali-agregado y reducir la segregación.

Se emplea principalmente en concretos para obras hidráulicas y marítimas.

h) CEMENTO PORTLAND ESCORIA DE ALTO HORNO:

Es el producto que se obtiene por la molienda simultanea de clinker portland, escoria granulada de alto horno y yeso. En la elaboración de este cemento se emplea de 60 a 70% de escoria. La escoria básica granulada, es el producto no metálico, compuesto esencialmente de silicatos y aluminatos cálcicos, procedente de alto horno empleado en la metalurgia

del hierro. Se adiciona al cemento para mejorar sus propiedades, y es útil para obras hidráulicas o marítimas, pudiéndose emplear además en cualquier tipo de estructura.

#### 1.4) COMPOSICION:

El cemento portland normalmente utilizado en el país; es un aglomerante hidráulico, fabricado con cantidades adecuadas de cal (CaO), Sílice (SiO<sub>2</sub>), Alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y oxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), obtenidos por trituración enérgica y mezcla íntima de los materiales, que deben calentarse hasta vitrificarse, y molerse hasta reducirse a polvo.

Las substancias adicionales "aditivos", no deben agregarse en más de un 50%; la magnesia no debe ser mayor de 5%; y el yeso (sulfato de calcio), no mayor de 2.5%, ya que retarda el fraguado y puede ser reactivo perjudicial.

#### 1.5) PROCESOS DE FABRICACION

Las materias primas principales, son el material calcáreo y un material arcilloso, tal como el barro o la escoria de los altos hornos; la mezcla de estos materiales debe ser en la proporción adecuada.

En Guatemala se utiliza el llamado "proceso seco", que tritura en seco, todo el material en cilindros giratorios, que contienen unas bolas de acero de diversos tamaños para tal fin.

Para la fabricación del cemento portland común, se utiliza la piedra caliza y la piedra sílice, complementados con cuarzo, prosa, polvillo, y alúmina.

En la fábrica existente en Guatemala, se cuenta con dos juegos de trituradoras, llamadas en su orden, de recepción primarias y secundarias. La primera es una trituradora de banda que deja el material de hasta unas seis pulgadas de diámetro, por lo que debe triturarse nuevamente; y un material fino de alrededor de 1 1/2 pulgadas, que cae en una banda transportadora. Al estar todo el material pequeño y de tamaño uniforme, pasa a una secadora de cilindro que consta de unos tubos grandes de acero, calentados por quemadores. Por aparte, se trabajan el cuarzo, la prosa, y el polvillo, que se añaden en dosificaciones adecuadas. Todo esto es la primera mezcla que pasa a silos de almacenamiento, y de estos a hornos rotativos que funcionan con combustibles, en este caso petróleo. Debido a las altas temperaturas, todo el material se funde, llamándosele "clinker". El proceso de calentamiento, normalmente inicia con 300 grados centígrados y llega a los 1400 a 1500 grados centígrados. El clinker obtenido, es enfriado por aire y mezclado con yeso, en proporciones controladas. Con esta adición final, se muele hasta obtener la finura necesaria en el cemento, y se transporta hacia el lugar de embolsado y posterior embodegado y distribución.

#### 1.6) CONTROL DE CALIDAD

En lo relativo a control de calidad, se tiene de dos tipos; el primero es interno, y llevado dentro del proceso de producción en sus distintas etapas, y el segundo en

laboratorio, efectuado en la planta productora de cemento, o en el laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería ( CII), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la sección de aglomerantes y morteros; en donde se efectúan ensayos, para garantía tanto del comprador, así como del constructor o distribuidor que lo solicite. Estos ensayos normalizados, son los siguientes:

a) PESO ESPECIFICO ( ASTM C-188 ):

Este ensayo sirve para detectar condiciones anormales del cemento, debido a posibles adulteraciones. Se refiere directamente a la relación existente entre el peso específico de un material y su volumen específico.

El objetivo del ensayo, es que la determinación del peso específico del cemento, proporciona un dato sumamente útil en el cálculo de las proporciones de los ingredientes para concretos.

b) FINURA:

Este ensayo evalúa la finura del cemento, la que debe ser bastante alta, (en forma de talco); y verifica la homogenidad del mismo.

Existen varios métodos para finura, siendo uno de los más comunes: el METODO DEL TAMIZADO (ASTM C-184).

Además de este ensayo, en el laboratorio de CII, (facultad de Ingeniería, USAC), se efectúan para finura, los ensayos: BLAINE (ASTM -204); de FINURA WAGNER (ASTM C-115), Y EL TAMIZADO ( ASTM C-430); el objetivo de éstos es el



mismo, variando únicamente en el equipo utilizado y su procedimiento.

c) CONSISTENCIA NORMAL ( ASTM C-187 )

Determina la cantidad de agua necesaria para obtener la consistencia normal de la pasta de cemento puro.

d) FRAGUADO DEL CEMENTO ( GILMORE ASTM C-266 )

Verifica el fraguado del cemento, para este ensayo se utiliza, un aparato llamado de Gilmore.

e) RESISTENCIA A LA COMPRESION ( ASTM C-109 ):

Sirve para determinar la compresión de morteros de cemento, usando cubos de cemento de 2" de lado.

f) ENSAYO DE FLEXION ( ASTM C-348 ):

Sirve para determinar la resistencia a flexión de morteros de cemento.

Además se pueden efectuar los ensayos siguientes:

g) EXPANSION AL AUTOCLAVE ( ASTM C-151 ): para determinar el % de expansión del cemento.

h) DETECCION DE IMPUREZAS: para determinar impurezas.

i) RETENCION DE AGUA: para verificar la capacidad de retención de agua.

### 1.7) ESPECIFICACIONES Y ASPECTOS TECNICOS

a) ESPECIFICACIONES PARA LOS PRINCIPALES CEMENTOS  
PRODUCIDOS Y DISTRIBUIDOS EN GUATEMALA

CEMENTO PORTLAND TIPO I (PM), Normas Guatemaltecas, COGUANOR  
NGO 41001 Y ASTM C-595.

CEMENTO TIPO V, Normas Guatemaltecas, COGUANOR NGO 41005 Y  
ASTM C-150.

CEMENTO TIPO H, Norma API 10 A.

CEMENTO 5000 PSI, (importado), cemento portland sin puzolanas con resistencia de 5000 psi, (350 kg/cm<sup>2</sup>).

### 1.8) DISPONIBILIDAD Y USOS

CEMENTOS DE USO COMUN:

PRODUCTO	PRESENTACION
CEMENTO PORTLAND TIPO I PM.-----	bolsa de 42.5 kg
CEMENTO TIPO V -----	bolsa de 42.5 kg
CEMENTO 5000 psi -----	bolsa de 42.5 kg
CEMENTO PORTLAND BLANCO -----	-----

USOS:

Cimientos. columnas, soleras, moquetas, vigas, losas, entresijos, mezclas, revestimientos, alisados, impermeabilizantes, otros.

### 1.9) MERCADEO:

MOVIMIENTOS EN EL MERCADO PARA LOS ULTIMOS AÑOS:  
PRECIOS PROMEDIO ANUALES PARA EL CEMENTO GRIS NACIONAL:  
(BOLSA DE 42.5 kg)  
años 1988 a 1995

AÑO	PRECIO/Q	
	en fábrica	distribuidor
1988	5.00	8.00
1989	6.08	9.00
1990	8.46	11.01
1991	12.10	14.76
1992	13.11	16.42
1993	14.82	20.00
1994	17.00	23.94
1995 *	17.85	23.86

\*1er trimestre.

TABLA 1.1

Elaboración: propia

Fuente: Depto. de Estadística, Cámara Guatemalteca de la Construcción.

**VARIACION DE PRECIOS POR MES**  
**AÑOS 1993 - 1994**  
**(bolsa de 42.5 kg)**

	1993		1994	
	fábrica (Q)	distribuidor (Q)	fábrica (Q)	distribuidor (Q)
ene	18.37	18.37	17.23	21.12
feb	16.27	18.37	17.23	22.06
mar	16.28	25.68	17.23	22.06
abr	14.33	18.73	17.23	26.45
may	15.18	19.26	17.23	28.89
jun	15.18	20.00	16.84	28.89
jul	15.18	20.00	16.84	22.89
ago	15.18	20.00	16.84	24.35
sep	15.18	20.00	16.84	23.54
oct	15.18	20.00	16.84	21.98
nov	15.18	20.00	16.84	21.98
dic	15.18	20.00	16.84	23.05

TABLA 1.2

Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción. (CGC)

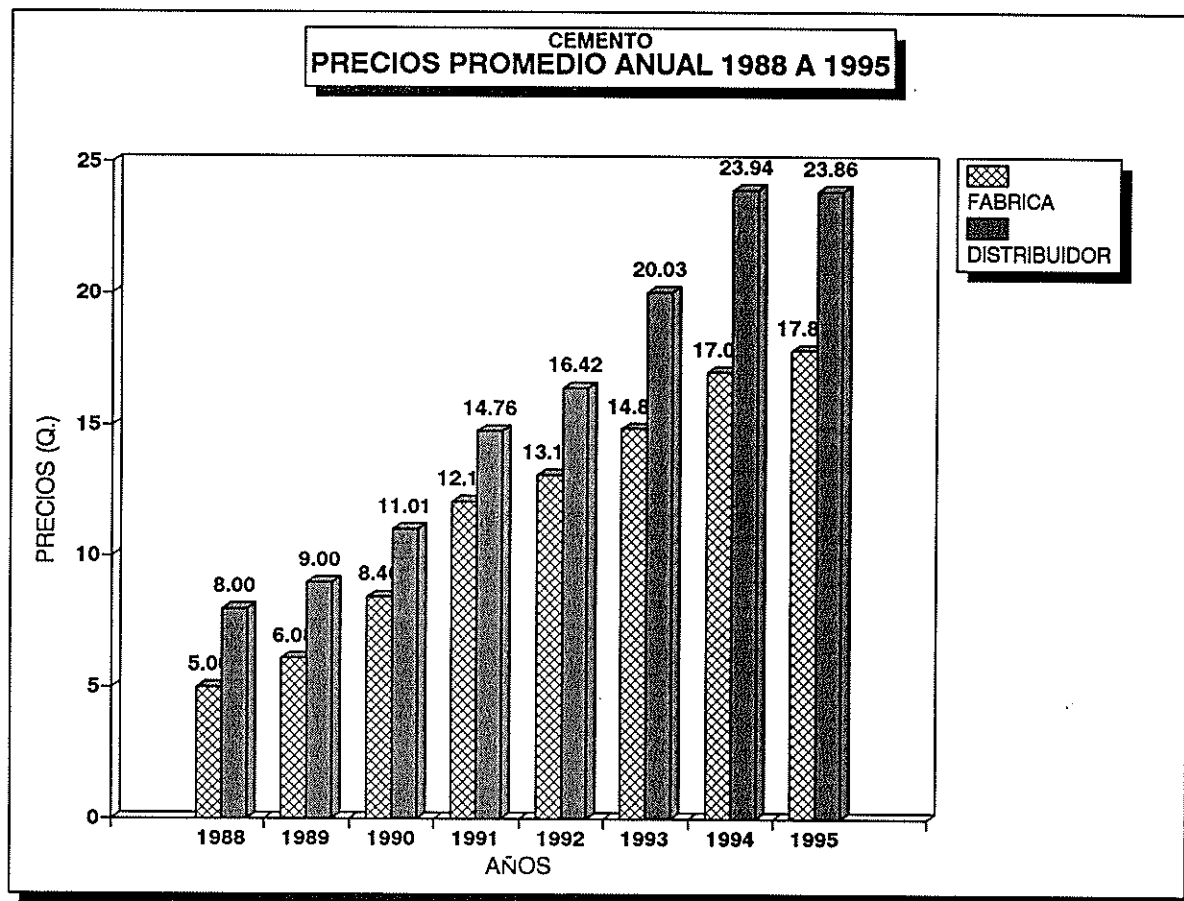
**PRODUCCION Y VENTAS DE CEMENTO**  
**AÑOS 1993 y 1994**  
**(en miles de sacos de 42.5 kg)**

MES	1993		1994	
	PRODUCCION	VENTAS	PRODUCCION	VENTAS
ene	2204.2	2026.3	1795.7	2059.1
feb	1909.3	2029.8	2163.8	2111.6
mar	2153.0	2365.8	2269.3	2327.9
abr	2388.9	2286.2	2166.3	2331.9
may	2507.1	2390.9	2593.1	2502.8
jun	2266.7	2056.0	2279.2	2308.5
jul	2019.5	2212.5	2542.7	2382.7
ago	2220.3	2238.6	2086.8	2265.6
sep	1991.6	2011.1	2188.3	2232.4
oct	2030.3	2052.5	2368.8	2258.0
nov	2263.9	2117.2	2186.1	2344.6
dic	2378.9	2189.8	2721.9	2380.3
<b>TOTAL</b>	<b>26333.7</b>	<b>25976.7</b>	<b>27356.0</b>	<b>27505.4</b>

TABLA 1.3

Fuente:

Boletines Estadísticos,  
Cámara Guatemalteca de la Construcción.



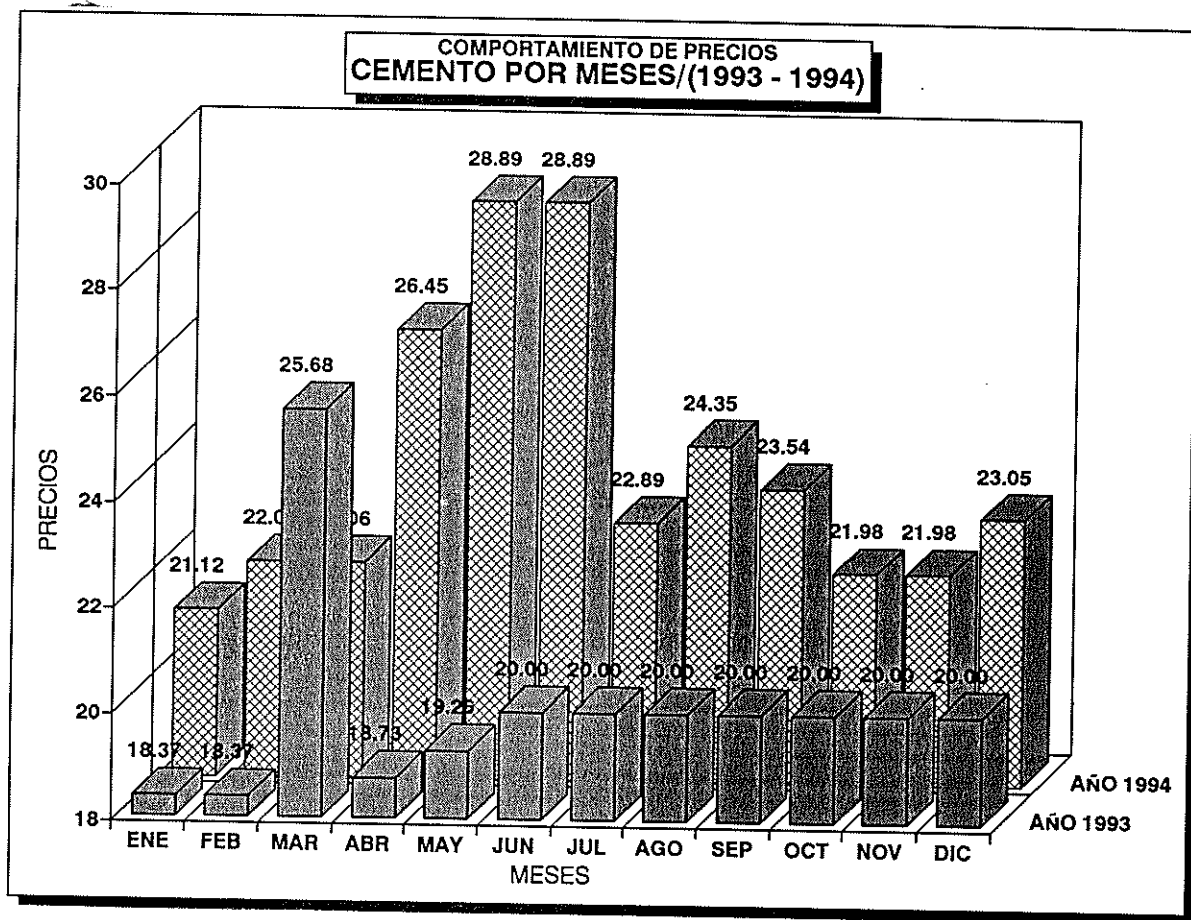
**GRAFICA 1**

Fuente:

Boletines Estadísticos,  
Cámara Guatemalteca de la Construcción.

**COMPORTAMIENTO PROMEDIO ANUAL DE PRECIOS DE CEMENTO  
saco de 42.5 kg**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

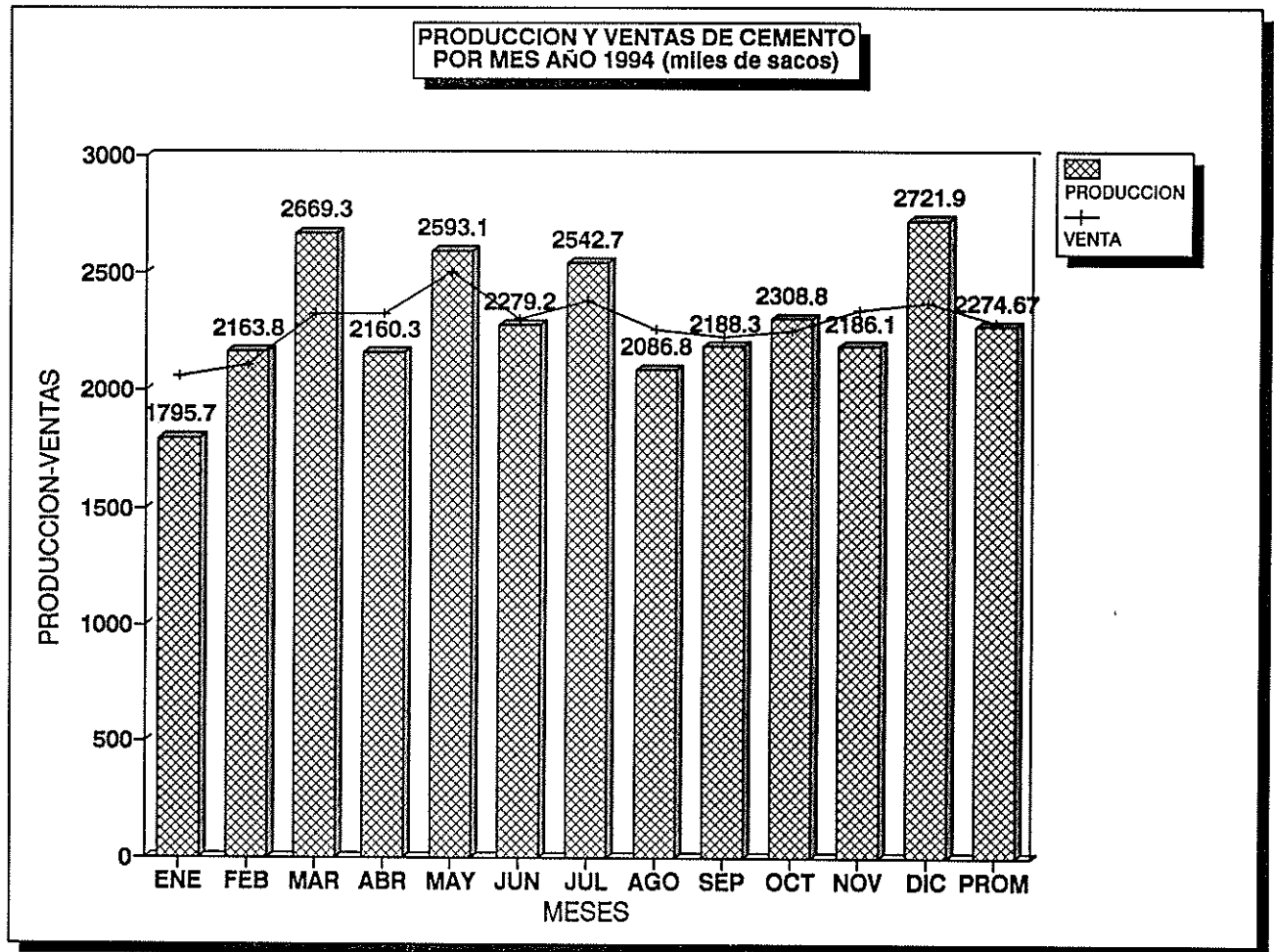


GRAFICA 2

COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS DE CEMENTO  
(saco de 42.5 kg)

Elaboración:  
Propia.

Fuente:  
Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción



GRAFICA 3

PRODUCCION Y VENTAS DE CEMENTO, AÑO 1994.  
(en miles de sacos de 42.5 kg)

Fuente:

Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## CAPITULO II

### CALES

#### 2.1) GENERALIDADES, DESCRIPCION, CARACTERISTICAS:

Las cales se encuentran comercialmente, en diversas formas: en trozos (cal viva en trozos); cal viva molida (cal molida sin apagar); pasta de cal; cal apagada (cal apagada en polvo); cal hidráulica, la que siempre se presenta en polvo; apagada, parcialmente apagada o viva.

La composición y propiedades de las cales, son extraordinariamente variadas; de acuerdo a la clasificación actual, la denominación de cales, comienza en la cal blanca pura, y alcanza hasta el cemento natural. De acuerdo a su composición y propiedades, pueden clasificarse de la manera siguiente:

#### 2.2) CLASIFICACION, COMPOSICION:

##### 2.2.1) CALES QUE ENDURECEN EN EL AIRE:

###### a) CAL BLANCA:

Contiene por lo menos un 90% de CaO; y el contenido de MgO que pueda tener, no debe exceder del 5%. Se apaga fácilmente; y en forma de papilla, después del apagado, tiene un color blanco o ligeramente amarillento.

###### b) CAL DOLOMITICA (cal gris):

Contiene 90% como mínimo de CaO + MgO; tiene un apagado más lento que la cal blanca, y después de éste, tiene un color grisáceo o más oscuro.

2.2.2) CALES QUE ENDURECEN BAJO EL AGUA:

a) CAL LIGERAMENTE HIDRAULICA:

Es una cal con más del 10% de partes ácida solubles. Tiene una resistencia mínima a la compresión de 15 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Cuando tiene más del 55% de MgO, se le adiciona la denominación "Dolomítica". Se apaga con dificultad, y se reduce por completo a polvo. (\*)

b) CAL HIDRAULICA:

Es una cal con por lo menos 15% de partes ácidas solubles; fragua bajo el agua, y tiene una resistencia mínima de 40 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

c) CALES EMINENTEMENTE HIDRAULICAS;

Se distinguen únicamente de las hidráulicas, por su mayor resistencia, que es como mínimo de 80 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

De acuerdo a su composición y propiedades, puede derivarse la siguiente clasificación:

1) CALES GRASAS:

Presenta un contenido de hasta 5% de arcilla y menos del 3% de carbonato de magnesio. Forma una pasta blanda y untosa, que aumenta bastante en volumen al hidratarse.

2) CALES MAGRAS:

Este tipo de cal aumenta poco su volumen y temperatura durante el proceso de hidratación.

3) CAL FUERTE:

Es debilmente hidráulica, por su contenido que es de



un 5% de arcilla y 25% de carbonato de calcio. Su rendimiento es bajo, y no es adecuada para trabajos hidráulicos de cimentación, ni en lugares húmedos

### 2.3) PROCESOS DE EXTRACCION:

#### EXPLOTACION:

la explotación de las cales, data de tiempos muy antiguos, obteniéndose por calcinación de piedras calcáreas y conchas de moluscos.

En la actualidad la obtención de la cal es de diversas formas y en varias etapas, siendo en general las siguientes:

#### a) EXTRACCION POR CIELO ABIERTO:

Consiste en la explotación de canteras poco profundas, de donde se extrae la piedra caliza; la que es triturada y tamizada, hasta lograr un tamaño específico en todo el material.

#### b) CALCINACION:

La cal fina y tamizada es sometida a altas temperaturas, efectuándose el proceso en hornos, que pueden ser: hornos de carga intermitente; hornos continuos o al aire libre.

#### c) HIDRATAACION O APAGADO:

Seguidamente a la calcinación, se procede a la hidratación o apagado. Proceso para darle las propiedades necesarias para la construcción. Para este proceso, existen distintas formas, siendo las siguientes:

#### c.1) APAGADO ESPONTANEO:

Se efectúan exponiendo la cal a absorción de humedad

atmosférica, por lo que es un metodo bastante lento.

c.2) APAGADO POR FUSION:

Se efectúa en obra, agregando el agua necesaria para obtener la pasta, hasta su hidratación. Es un método más rápido que el anterior.

Además de estos métodos, existen: APAGADO POR ASPERSION, Y EL DE APAGADO POR INMERSION; que son más rudimentarios.

d) MOLIENDA:

Para este procedimiento, se utilizan molinos especiales, que generalmente son de dos clases: DE BOLAS, O PULVERIZADOR DE MARTILLOS; utilizándose más el segundo de los mencionados, por la economía que representa.

Al final de todo el procedimiento, se procede al envasado, para su posterior distribución.

Es importante mencionar, que al sector de construcción, se distribuye la cal completamente hidratada, finamente molida y empacada. Producto de alta calidad en construcción, producido en fábricas modernas, que utilizan hidratadores especiales, ofreciendo la particularidad de evitar los inconvenientes, que se presentan durante la hidratación.(\*), (\*\*), (\*\*\*) .

2.4) CONTROL DE CALIDAD (ASTM C-110):

a) PESO ESPECIFICO:

Este ensayo evalúa la relación entre el peso de un material y su volumen específico; su desarrollo es similar al

(\*)"Los Materiales para la construcción Tecnologia y Ensayos"  
(\*\*)"Instructivo Para Materiales de Const. Fac.Ingenieria"  
(\*\*\*) CEPESA.

al ensayo correspondiente en cementos.

b) ENSAYO DE RESIDUO:

Este permite calcular el residuo de una muestra representativa de cal, y obtener su peso en porcentaje de peso original. El equipo que se utiliza es un juego de tamices de 1", 1/4", y No. 20, un cajón de madera, y una muestra de 5 lbs de cal.

c) ENSAYO DE CONSISTENCIA NORMAL:

Se utiliza para determinar la consistencia que debe tener la pasta de cal; utilizando para ello, un aparato de Vicat. Su procedimiento consiste en darle a la pasta la consistencia necesaria, para que la aguja del aparato de Vicat, penetre unos 20 mm, en un tiempo de 30 segs. Al suceder ésto, indica que la consistencia de la pasta es la adecuada.

Estos ensayos son los normales y principales para cales, pero en laboratorio se pueden efectuar, según sea necesario, las siguientes pruebas:

EXPANSION DE AUTOCLAVE.

TIEMPO DE SEDIMENTO. (\*), (\*\*), (\*\*\*) .

(\*) "Los Materiales en la Construcción, Tecnología y Ensayos"

(\*\*) "Ensayo e Inspección de los Materiales en Ingeniería"

(\*\*\*) Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), USAC.

2.5) DISPONIBILIDAD Y USOS:

PRODUCTO: CAL NATURAL O VIVA ----- quintal  
 CAL HIDRATADA ----- bolsa de 50 lb

USOS: Mezclas para levantado de muros, mezclones, alisados, blanqueados, repellos, y cernidos.

2.6) MERCADEO:

CAL HIDRATADA  
 PRECIOS PROMEDIO ANUALES  
 1990 A 1995

AÑO:	QUINTAL/Q
1990	17.97
1991	20.23
1992	21.95
1993	30.28
1994	30.04
1995 *	30.46

\* 1er trimestre.

TABLA 2.1

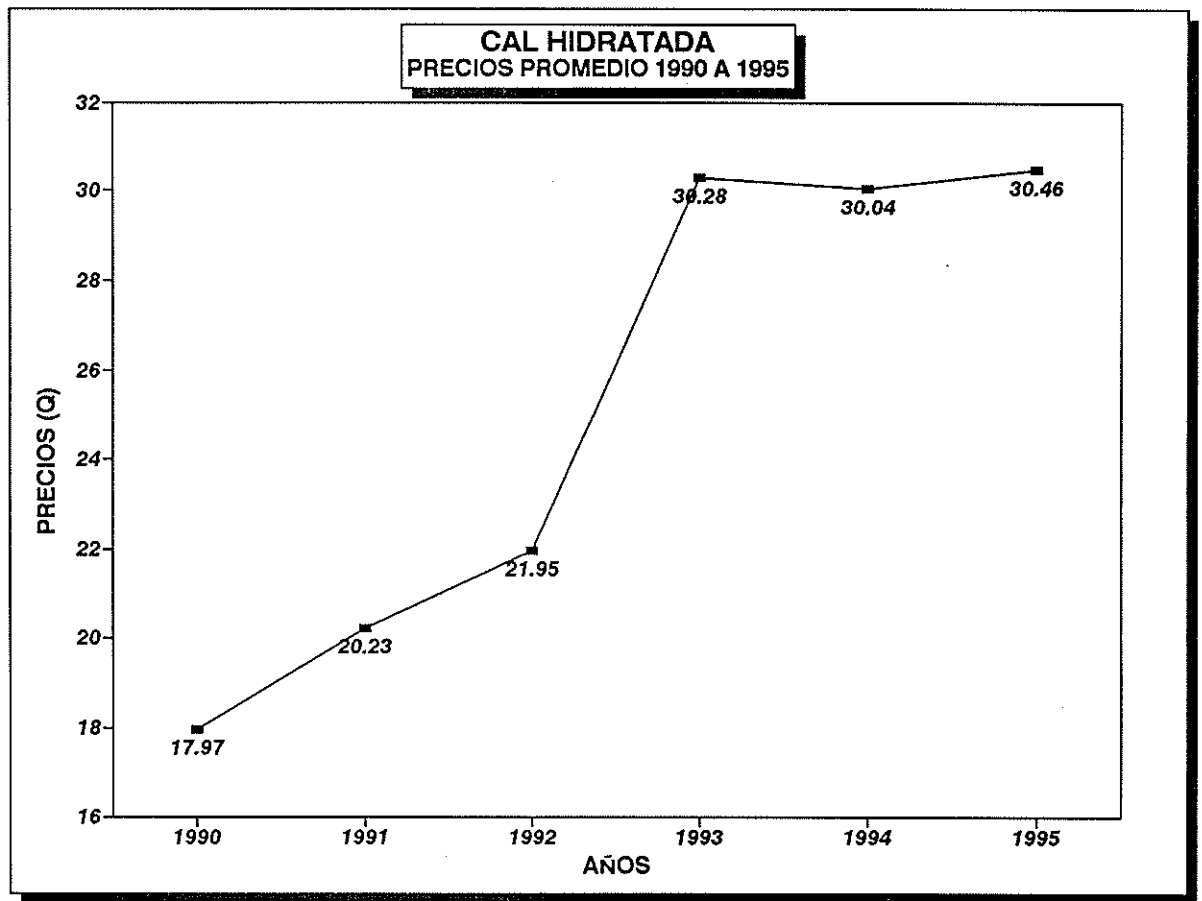
Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
 Promedios de distribuidoras.

CAL HIDRATADA  
 VARIACION MENSUAL DE PRECIOS  
 quintal

MESES	1993	1994	1995
ENERO	28.0	29.96	30.33
FEBRERO	29.26	29.96	31.40
MARZO	30.49	31.06	29.66
ABRIL	30.21	31.03	---
MAYO	30.31	30.68	---
JUNIO	29.42	30.32	---
JULIO	31.24	22.89	---
AGOSTO	31.03	30.67	---
SEPTIEMBRE	31.60	31.47	---
OCTUBRE	31.90	29.96	---
NOVIEMBRE	29.96	29.82	---
DICIEMBRE	29.98	30.66	---

TABLA 2.2

FUENTE: Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
 Promedios en distribuidoras.



GRAFICA 4

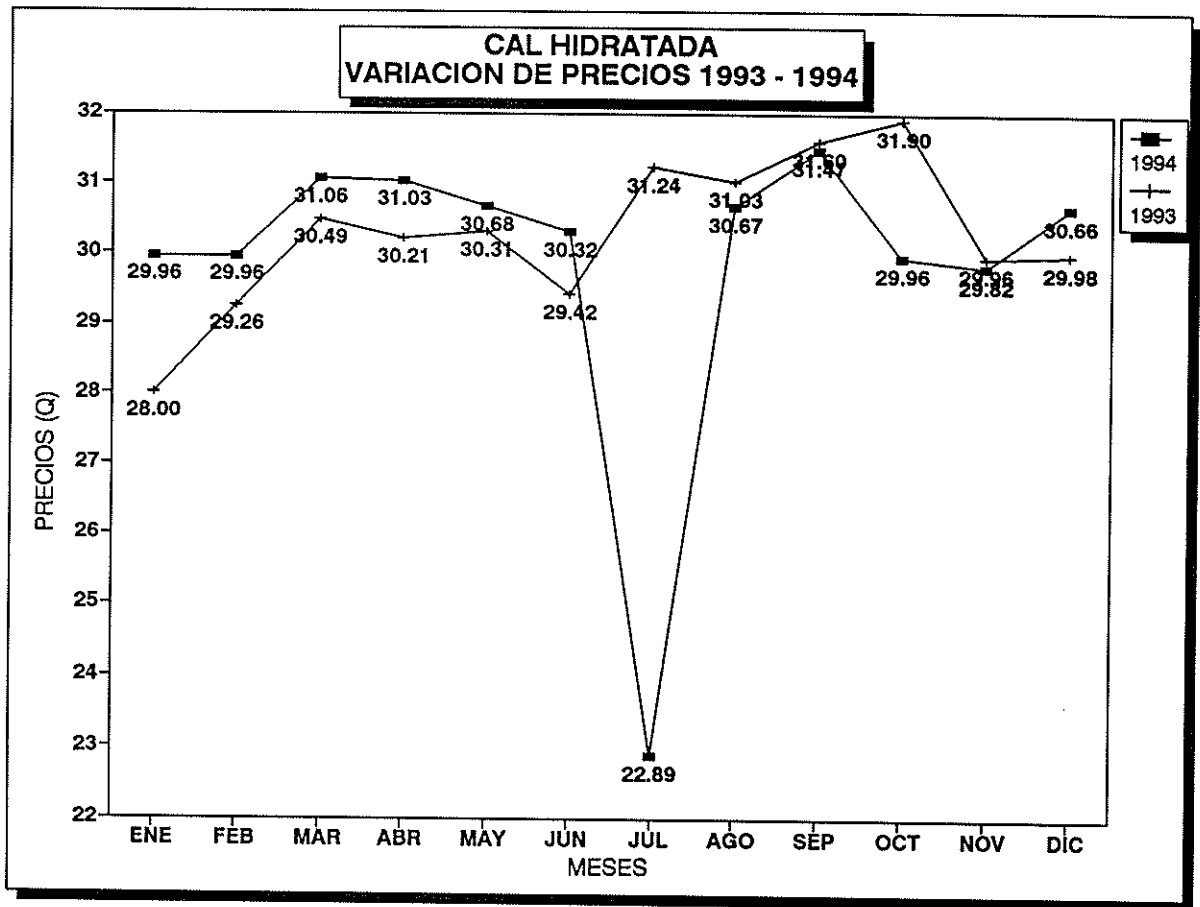
COMPORTAMIENTO PROMEDIO ANUAL DE PRECIOS DE CAL HIDRATADA  
(Q. x quintal)

Elaboración:

Propia

Fuente:

Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción  
Promedios en distribuidoras.



GRAFICA 5

COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS DE CAL HIDRATADA  
AÑOS DE 1993 Y 1994, (Q. x quintal)

Elaboracion: Propia

Fuente: Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción

## CAPITULO III

### 3. AGREGADOS

#### 3.1) DEFINICION, CARACTERISTICAS:

##### AGREGADO:

En términos de materiales de construcción, se designa como agregados, a materiales inertes resultantes de la desintegración natural de las rocas, u obtenidos de la trituración de las mismas, que unidos con un aglomerante, forman concreto, mortero, mastic, argamasa, etc.

#### 3.2) CLASIFICACION:

##### a) POR SU REACTIVIDAD:

Por su capacidad de tomar parte en transformaciones químicas del cemento, se dividen en INERTES Y ACTIVOS. Los agregados empleados en la elaboración de concreto, deben de ser inertes y no contener substancias que reaccionen con el cemento. Sin embargo, entre los agregados activos hay un tipo especial que se emplea en la elaboración de cementos adicionados, con el objeto de mejorar las propiedades del concreto. Dichos materiales, no poseen propiedades hidráulicas, sino que éstas se ponen de manifiesto en ambientes húmedos, en presencia de la cal o del cemento.

##### b) POR SU TAMAÑO:

Se dividen, en gruesos y finos. Basándose esta clasificación en la nomenclatura usual adoptada en la práctica: ARENA, GRAVA, PIEDRIN; la arena como agregado fino, y los siguientes como gruesos.

Según sean los agregados gruesos o finos, se han hecho

diferentes especificaciones, siendo las siguientes:

1) En Guatemala, se considera agregado fino, la arena de partículas muy pequeñas que pasan por una malla de abertura de 5 mm (3/16"); y se considera como agregado grueso, grava o piedrín, al compuesto por partículas mayores a 5 mm. (\*)

2) Prescripciones alemanas, DIN 1179 (1940), consideran como agregado fino el que pasa por criba de 7 mm. de diámetro; y como agregado grueso, de este tamaño hasta 70 mm., de malla circular.

2) "El Bureau of Reclamation", en USA, en su manual de concreto, considera como agregado fino, el que pasa por el tamiz No.4 (4.76 mm.) de la serie Taylor, de malla cuadrada, y como grueso, de este tamaño, hasta 6" (152.4 mm.).

3) "El Joint Comitte on Standar Specifications", considera, como agregado fino, el que pasa por el tamiz 3/8" (9.52 mm); y grueso, de este tamaño al 4" (102 mm.); admitiéndose, hasta 6" (152.4 mm).

4) "La American Society for Testing Materiales", establece, como agregado fino, el que pasa a traves de tamiz de malla cuadrada con abertura de 3/8" (9.5 mm) de lado.

c) POR SU FORMA:

1) Canto rodado: Proviene de rios, lagos, etc.; su nombre proviene de su forma redondeada.

2) Triturado: Proviene de canteras, en donde es triturado por máquinas.

(\*) CEPESA.



3) Mixto: Comprende la combinación de los dos anteriores.

De acuerdo a su origen, puede darse otra clasificación, ya que se encuentran los agregados de origen natural, como el canto rodado, y los de origen artificial, como el triturado; según se encuentren en la naturaleza, o sean producidos por el hombre, respectivamente.

En general, el agregado fino es llamado comunmente arena la que puede ser, gruesa, media, o fina.

El agregado grueso, comprende las gravas, gravillas, piedrín, pedregullo o granza (triturado).

Existen otros tipos de agregados, como los de coral, escorias de altos hornos, livianos, naturales y artificiales.

### 3.3) COMPOSICION, PROPIEDADES:

La composición mineralógica es importante; existe la tendencia general de considerar toda arena, como compuesta de partículas de cuarzo, ya que es el principal componente, pero las arenas y gravas, se componen, además de otros minerales, según la naturaleza de las rocas de donde proceden, y de la acción erosiva que haya actuado; existiendo arenas silíceas, calcáreas, calizas, etc.. Las rocas sedimentarias producen una gran variedad de agregados. Las areniscas y calcáreas, proporcionan agregados aptos, únicamente si son duras y tensas.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

### 3.4) PROCESOS DE EXTRACCION:

#### PROCEDENCIA-ORIGEN:

##### a) AGREGADOS NATURALES (GRAVAS Y ARENAS):

Por lo general son partículas de forma redondeada, llamadas también canto rodado; proceden de depositos de ríos, lagos aluviales, eóuticos, marinos, y glaciálicos. Los depositos generalmente son variables en cuanto a graduación, y contienen algunas veces exceso de unos materiales y deficiencia de otros. Los depósitos de lechos de ríos son los mejor balanceados, pero están contaminados con limos, arcilla, tierra, partículas o capas calcáreas.

##### b) AGREGADOS ARTIFICIALES:

Son producidos por trituración en canteras; se produce piedrín y arena, partiendo de formaciones rocosas y grandes.

La calidad del agregado artificial depende de la composición de la roca, de su estructura, grado de fracturación, clivaje y dureza; pero es requisito fundamental que la roca a triturar debe ser dura, tenaz, y de resistencia igual o mayor que la pasta del cemento, con el objeto que sea apta para proporcionar un concreto de calidad.

Entre las rocas principales empleadas para trituracion, se tienen las siguientes:

##### 1) Volcánicas e igneas:

Intrusivas o extrusivas, riolitas, andesitas, basaltos, granitos, etc..

2) Sedimentarias:

Calizas, dolomitas, etc.

3) Metamórficas:

Gneis, esquistos, pizarra, mármol, etc.

### 3.5) CONTROL DE CALIDAD:

Debe verificarse el contenido de sustancias perjudiciales extrañas, ya que afectan la fabricación del concreto, haciéndolo más débil. Las impurezas más peligrosas son los ácidos libres y las sales, especialmente los carbonatos, fosfatos y cloruros; y de estos últimos en particular los de magnesio. Entre los compuestos perjudiciales, están las piritas contenidas en el agregado, pues se oxidan en contacto con él, produciendo manchas y originando pérdidas de resistencia y de cohesión, por la disgregación del mineral, o desarrollan compuestos ácidos en presencia de la humedad, que atacan el cemento, destruyéndolo poco a poco. Debe evitarse también la presencia de cualquier sustancia orgánica, como plantas, raíces, etc.

#### ENSAYOS EN AGREGADOS:

Con el objeto de controlar la calidad en agregados, se efectúan diferentes ensayos, con dos propósitos fundamentales; el primero para determinar que el material es el apropiado para usarse en concreto; y el segundo es el de asegurar la uniformidad de la mezcla. Estos ensayos se efectúan en obra o en laboratorio.

Para agregado fino, los ensayos se encuentran

normalizados ASTM C-330; ASTM C-331; ASTM 144; siendo los principales:

- 1) Peso específico.
- 2) % de absorción.
- 3) Contenido de materia orgánica.
- 4) Peso unitario volumétrico.
- 5) % de vacíos.
- 6) Granulometría.
- 7) % que pasa tamiz 200.

Agregados gruesos (grava o piedrín), se encuentran normados ASTM C-33; siendo los principales:

- 1) Peso específico.
- 2) % de absorción.
- 3) Peso volumétrico.
- 4) % de vacíos
- 5) Granulometría.

Otros ensayos no convencionales para agregados son:

DESGASTE ASTM C-131, para tamaños de hasta 1.5"; y ASTM C-535, para tamaños mayores.

ESTABILIDAD VOLUMETRICA, AGREGADO FINO Y GRUESO, ASTM C-88.

EFEECTO DE MATERIA ORGANICA SOBRE LA RESISTENCIA (SANIDAD).  
ASTM C-87.

PRESENCIA DE SUBSTANCIAS PERJUDICIALES.

DUREZA.

ANALISIS PETROGRAFICO.

ENSAYO DE BONDAD O SOUDNES.

Describiendo los ensayos más importantes, se tiene:

a) PESO UNITARIO:

El peso unitario aparente, o peso volumétrico es la relación entre el peso de un material, y el volumen ocupado por el mismo; expresado en kg./ m<sup>3</sup>. Existen dos valores para esta relación, el peso volumétrico y el peso volumétrico apisonado.

Para efectuar el ensayo, se utilizan, una balanza, una barilla de acero con punta redondeada, y una bandeja o recipiente de cuatro litros de capacidad.

Se efectúa para relacionar el volumen y peso de los materiales, con el objeto de conocer el consumo de agregados por m<sup>3</sup> de concreto; utilizando la fórmula siguiente:

$$PU \text{ o } PV = ( A - B / V ) * 100$$

Donde:

A= Peso de la tara + peso del material.

B= Peso de la tara.

V= Volumen de la medida (litro).

b) PESO ESPECIFICO:

Es la relación entre el peso de un volumen dado de material, y el peso de un volumen igual de agua destilada.

Para este ensayo las partículas de muestra deben estar en el periodo de humedad seco-saturado.

El equipo utilizado es una balanza y una probeta graduada.

Se utiliza la fórmula:

$$PE = B / ( A + B + C )$$

Donde:

A= Peso de la probeta con agua.

B= Peso del material.

C= Peso de la probeta + peso del agua + peso del material.

c) ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM C-33 Y NGO-41007

Se efectúa para conocer el % de partículas de los diferentes tamaños existentes en la muestra.

Su procedimiento consiste en pesar cierta cantidad del material, que luego se vierte sobre un juego de tamices que son vibrados, para que el material, según su tamaño, atraviese las aberturas de cada tamiz; y lo que se retiene en cada uno de ellos, se pesa por separado, proporcionando, un indicativo de la graduación granulométrica de la muestra.

### 3.6) ESPECIFICACIONES PARA AGREGADOS

De acuerdo a la norma ASTM para granulometría ( C-33), se deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

a) AGREGADO FINO:

Deberá de estar graduado dentro de los límites siguientes:

TAMIZ:	% QUE PASA:
3/8" -----	100
No. 4 (4760 micrones) -----	95 a 100
No. 8 (238 micrones) -----	80 a 100
No. 16 (1190 micrones) -----	50 a 89
No. 30 (590 micrones) -----	25 a 60
No. 50 (297 micrones) -----	10 a 30
No. 100 (149 micrones) -----	2 a 100

El agregado fino, deberá tener no más de 45% retenido entre 2 tamices consecutivos y un módulo de finura no menor de 3.1.

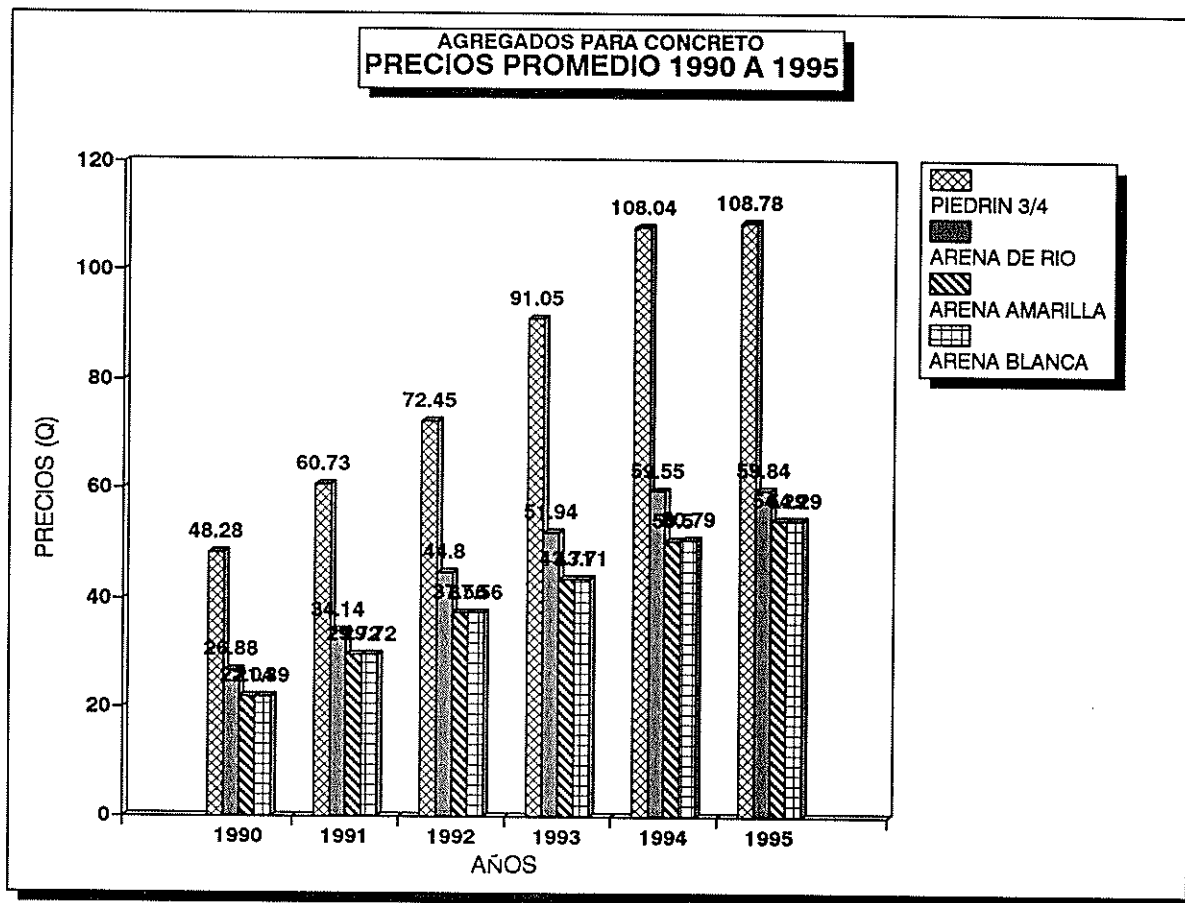
AGREGADO GRUESO

REQUISITOS PARA AGREGADOS GRUESOS:

# DE TAMANO	TAMANO NOMINAL	CANTIDAD QUE PASA POR CADA TAMIZ, DE MALLA CUADRADA; % EN PESO	# 4	# 8
TAMANO	AGREGADO TAMIZ	4" 3" 1 1/2" 2" 1 1/2" 1" 3/4" 1/2" 3/8"	# 4	# 8
1	3 1/2" A 1 1/2"	100		
2	2 1/2" A 1 1/2"	90 100		
357	2" A # 4	100	35 70	40 30
467	1 1/2" A # 4	100	95 100 100	35 70
57	1" A # 4	100	100	35 70
67	3/4" A # 4	100	95 100 100	25 60
7	1/2" A # 4	100	100 100	20 55
3	2" A 1"	100	95 100 100	90 100 70
4	1 1/2" A 3/4"	100	35 70 90 100	0 5 15





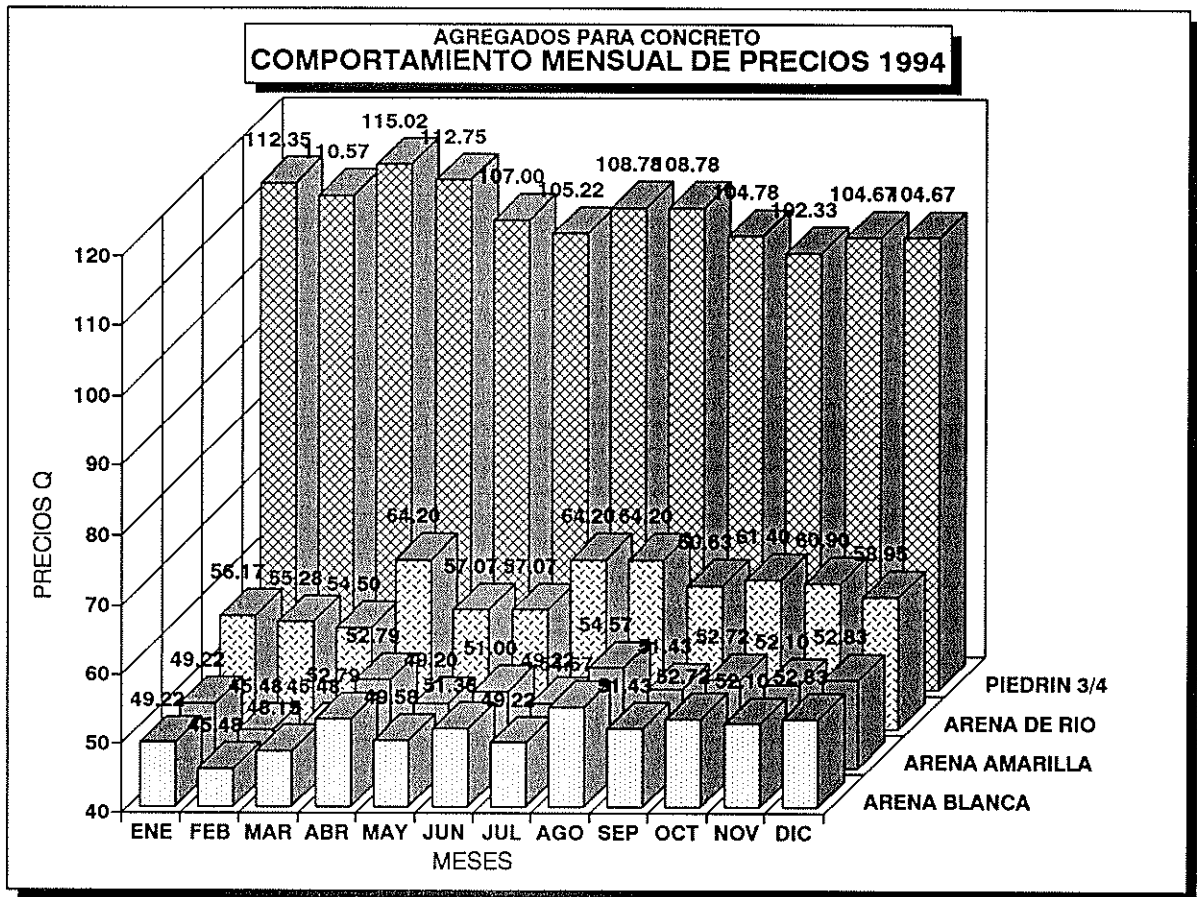


GRAFICA 6

COMPORTAMIENTO PROMEDIO ANUAL DE PRECIOS PARA AGREGADOS DE CONCRETO  
AÑOS DE 1990 A 1995, (Q. x m3)

Elaboracion: Propia.

Fuente: Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción.



GRAFICA 7

COMPORTAMIENTO MENSUAL DE PRECIOS DE AGREGADOS PARA CONCRETO  
AÑO DE 1994, (Q. x m3).

Elaboracion: Propia

Fuente: Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción.

## CAPITULO IV

### 4. METALES PARA CONSTRUCCION

#### 4.1) GENERALIDADES, CARACTERISTICAS, ANTECEDENTES HISTORICOS:

##### EL ACERO:

El uso del hierro en las construcciones, se remonta a siglos pasados, pero en funciones secundarias, como cadenas, tirantes, y eslabones, que servían de unión entre sillares y el resto de la estructura. En 1720, Abraham Derby logró obtener el hierro por fundición con coque; que es un carbón poroso residuo de la calcinación de la hulla, en la fabricación de gas en lugar de carbón vegetal.

Con el avance en tecnología, los primeros usos del acero, se observan en la fundición de puentes de diversos tipos no estructurales. Más adelante, en Inglaterra se le da la primera aplicación arquitectónica a la estructura de acero.

El acero ha ofrecido las ventajas de cubrir grandes luces, con secciones reducidas, transparencia en sus fachadas, solidéz en el comportamiento estructural, flexibilidad en los espacios para adaptarse a diferentes usos e integración estética y constructiva con el resto de materiales existentes.

#### 4.2) COMPOSICION Y PROCESOS DE FABRICACION PARA LINGOTES DE ACERO:

Con el propósito de establecer lo correspondiente a composición y procesos de fabricación del acero en Guatemala, fué necesario abocarse a las diferentes plantas de

producción, ubicadas en la ciudad capital, con el objeto de observar las características individuales; así como las diferencias que se presentan en ellas; como aprovisionamiento de materia prima, procesos, comercialización, etc.

De acuerdo a lo anterior se verificó, que la producción de acero para construcción local, inicia de dos formas; algunas plantas producen, a partir de lingotes de acero importado; y otras con lingotes producidos por una fundidora en el país.

Para detallar brevemente la fabricación de los lingotes localmente, se indica que inicia con la recolección de todo tipo de desechos metálicos, que no contengan ningún tipo de revestimiento, como cromo o níquel; para posteriormente ser trasladados a los hornos de fundición, en donde se le adicionará piedra caliza y arena sílica, con el objeto de atrapar los óxidos e impurezas, así como fósforo y azufre, que se desprenden del hierro al fundirse. El horno, debe de llegar a los 1530 grados C., que es el punto de fusión del acero; estabilizándose en 1500 a 1600 grados C.; en este momento se toma una muestra para el laboratorio de la fábrica, en donde se analiza el contenido de carbón, manganeso, azufre, fósforo y silicio; que deben de estar en proporciones preestablecidas, de acuerdo al tipo de acero a obtenerse. Después el horno se eleva de temperatura, y se cuele su contenido. Seguidamente se transporta a la máquina de colado continuo, en donde se vacía el contenido en moldes,

para llevarse posteriormente a secado y corte de la barra o lingote; que servirá para la fabricación de las varillas usadas en la construcción.

#### 4.3) PROCESOS DE FABRICACION DE VARILLAS PARA CONSTRUCCION:

Indistintamente de que los lingotes de acero sean importados o producidos localmente; la calidad y el proceso de fabricación de las varillas es muy similar; y se inicia llevándolos al horno de calentamiento, a una temperatura que oscila entre 975° a 1200°C. Esta temperatura no funde el hierro, pero lo vuelve manejable. Este horno generalmente es alimentado por petróleo o propano. Los lingotes son seleccionados previamente según su fabricación, para producir un grado estructural específico. Al salir del horno, se pasa a los sectores llamados castillos, que se encargarán de estirar o laminar el lingote.

El primer castillo o principal, está compuesto por un cilindro desgastador de metal, que reduce el lingote en un 30%; cada vez que es atravesado; ya que en su interior a la vez que se raspa, se estira. A continuación el lingote sigue atravesando varios juegos de cilindros en los diversos castillos de la fábrica, en donde se va estirando y tomando diversas formas; en este proceso cada lingote, que al inicio tenía 3 m de longitud, es estirado hasta alcanzar una extensión de 500 m, pasando al final a un sector en donde se le corta en tramos de 40 m a los que se les da el corrugado; para por último cortarse al tamaño normalmente estándar de

6 m de largo y trasladarse con todo el lote a almacenamiento.

La producción local en plantas semiautomáticas actualmente va de 700 a 1000 qq. diarios; dependiendo del diámetro; y en plantas totalmente automatizadas, en aproximadamente unos 4000 qq diarios. (\*), (\*\*)

#### 4.4) CONTROL DE CALIDAD:

Cada fábrica lleva internamente su propio control de calidad, que normalmente inicia, solicitando al proveedor de materia prima (lingotes), un certificado de calidad, que garantice que desde el inicio, el proceso de fabricación de las varillas no presentará defectos o fallas.

En lo que corresponde al control interno, directamente de la varillas fabricadas, se toman al azar de 1 a 4, o 4 varillas cada media hora; se pesan para establecer su masa, se mide su diámetro, y se chequea si cumplen con las especificaciones de fabricación. Posterior a esto, se procede a ensayos externos; para lo que se envían muestras al laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, (CII), de la Facultad de Ingeniería, de la USAC. Se envían muestras por cada lote de producción o a diario, para garantía del comprador; y además se indicó que al adquirirse una cantidad significativa, se adjunta a la factura una copia de los resultados de los ensayos de laboratorio, correspondiente al lote adquirido.

(\*) Aceros Suares

(\*\*) Aceros del Sur.

Los ensayos efectuados en barras de acero de refuerzo para concreto, a solicitud de los interesados en el CII, son los siguientes:

a) APARIENCIA:

Se efectúa en base a la apariencia visual de la muestra.

b) PESO Y MEDIDAS:

Se efectúa para verificar que la masa de la muestra sea la que le corresponde por el tamaño especificado (diámetro, perímetro y area)

c) CORRUGACIONES:

Mide los espacios y alturas de las corrugaciones, que deben de estar en los rangos de aceptación.

d) PRUEBAS DE DOBLADO:

Las barras de acero de refuerzo, para hormigón armado, deberán pasar la prueba de doblado a 180 grados, y no mostrar ninguna fractura en el lado exterior del doblado.

e) RESISTENCIA A TENSION:

Se efectúa para verificar que se cumple con los requisitos mínimos, de la máxima resistencia a la tensión, indicados de acuerdo al tipo y grado estructural.

Sometiendo las muestra a tensión se establece el límite de fluencia, el esfuerzo máximo y de ruptura.

Complementariamente se chequea el porcentaje de reducción de área transversal y el porcentaje de alargamiento.

Estos son los ensayos convencionales para barras de acero; pero a solicitud se pueden efectuar los siguientes:

f) ENSAYOS DE DUREZA:

Estos ensayos se emplean para medir algunas de las manifestaciones de la dureza; pero más frecuentemente como un control de calidad de la uniformidad de la producción; del efecto de tratamientos térmicos o como medida indirecta de otras propiedades.

La Dureza denota la propiedad del material de resistencia a deformación elástica e inelástica y a rotura.

g) ENSAYO DE BRINELL (ASTM E-10):

Consiste en oprimir una bola de acero endurecido, contra una probeta. Este ensayo no es recomendado para metales extremadamente duros, porque la misma bola se deformaría; ni para superficies en las que la profundidad a la que penetra la bola de acero afecte la probeta.

h) ENSAYO DE ROCKWELL:

Este ensayo es similar al de Brinell, en el que el número de dureza encontrado, es una función del grado de penetración de la pieza de ensayo por la acción de un penetrador, bajo la acción de una carga estática dada. Difiere del ensayo de Brinell, en que los penetradores y las cargas, son menores, y el indentador, puede ser una bola de acero o un cono de diamante, con una punta ligeramente redondeada. Se encuentra normalizado por ASTM E-18.



4.5) ESPECIFICACIONES PARA ACERO EN CONSTRUCCION:

ESPECIFICACIONES VIGENTES PARA VARILLAS DE REFUERZO:

"Una varilla fabricada con acero de refuerzo, es cualquier varilla de acero, corrugada o lisa, para refuerzo se concreto; que se ajusta a las especificaciones internacionales A-615, A-616, A-617, ó A-706 del ASTM Cortadas en nuestro país a 6, 9, ó 12 mts. de longitud.

Guatemala, se rige además de lo anterior, por la norma COGUANOR NGO 36 011, emitida, para establecer las especificaciones de las barras de acero, empleadas como refuerzo en el hormigón armado.

Para el caso de malla soldada de alambre, liso o corrugado, se ajusta a las disposiciones A-185 ó A-497 de ASTM, respectivamente; así como las espirales formadas con alambre estirado en frío, que se ajusten a la disposición A-82 de ASTM, también se consideran refuerzo de concreto, dentro de esta definición". (\*)

ESPECIFICACIONES NGO 36-011, COGUANOR, Y ASTM A-615,

PARA BARRAS DE ACERO PARA CONCRETO:

CLASIFICACION:

Las barras de acero para hormigón armado se clasificarán de acuerdo al límite de fluencia mínimo en los siguientes grados:

SEGUN SISTEMA:

SEGUN SISTEMA:

GRADO 228.....	GRADO 33
GRADO 276.....	GRADO 40
GRADO 345.....	GRADO 50
GRADO 414.....	GRADO 60

(\*) COGUANOR.

REQUISITOS DE TENSION Y ELONGACION PARA BARRAS DE ACERO Sistema inglés		
GRADO DEL ACERO	LIMITE DE FLUENCIA	MAXIMA RESISTENCIA A LA TENSION(MINIMO)
33	33,000 LBS/PULG2	55,000 LBS/PULG2
40	40,000 LBS/PULG2	70,000 LBS/PULG2
50	50,000 LBS/PULG2	80,000 LBS/PULG2
60	60,000 LBS/PULG2	90,000 LBS/PULG2

#### ACERO DE ALTA RESISTENCIA

Son varillas de hierro corrugado, con límite de fluencia de 5000 kg/cm<sup>2</sup>; (grado 70).

#### TABLA DE EQUIVALENCIAS

varillas tradicionales - varillas de alta resistencia

MEDIDA TRADICIONAL	EQUIVALENTES ALTA RESISTENCIA	AREA CM2	VARILLAS POR ATADO	PESO LB POR ATADO
3/16"	3.80 mm	0.113	84	98.92
7/32"	4.50 mm	0.159	60	99.09
1/4"	5.50 mm	0.238	40	98.68
3/8 COMERCIAL	6.20 mm	0.302	31	97.18
3/8 DE NORMA	7.20 mm	0.407	23	97.19
1/2"	9.50 mm	0.709	13	95.48

FUENTE: MONOLIT S.A.

**MALLA DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA:**

Es una malla estructural formada con varillas de alta resistencia.

**DATOS TECNICOS:**

CALIBRE MALLA	DIAMETRO		PESO KGS. PLANCHA	AREA DE REFUERZO cm <sup>2</sup> /cm	EQUIVALE A:
	mm	plg			
10/10	3.43	0.135	13.87	0.62	1/4 @ 29
9/9	3.80	0.150	16.91	0.76	1/4 @ 23
8/8	4.11	0.162	19.76	0.88	1/4 @ 20 3/8 @ 45
7/7	4.50	0.177	23.75	1.06	1/4 @ 17 3/8 @ 38
6/6	4.88	0.192	27.93	1.25	1/4 @ 14 3/8 @ 32
4.5/4.5	5.50	0.217	35.35	1.58	3/8 @ 25 1/2 @ 45
4/4	5.72	0.225	38.38	1.71	3/8 @ 23 1/2 @ 41
3/3	6.20	0.244	45.03	2.01	3/8 @ 20 1/2 @ 35
2/2	6.65	0.262	51.87	2.32	3/8 @ 17 1/2 @ 31

FUENTE: MONOLIT, Y PREFABRICADOS CIFA.

La equivalencia esta dada para hierro tradicional grado 40, según armado igual en ambos sentidos, expresado en cms.  
( @ 25 = a cada 25 cms.)

**ARMADURAS PREFABRICADAS**  
con acero de alta resistencia

Son fabricados con acero corrugado de alta resistencia electrosoldado entre sí.

ARMADURA TIPO	FORMADAS POR:
a) CC-1	3 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 5.5 mm @ 0.15 mt.
b) CC-2	4 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 5.5 mm @ 0.15 mt.
c) T-1	3 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.
d) C-1	4 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.
e) C-2	4 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.
f) C-260	4 $\phi$ 9.3 mm + 1 $\phi$ 7/32" @ 0.20 mt.
g) C-3	4 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.
h) C-23	4 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.
i) S-1	2 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.
j) S-2	2 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.
k) S-3	2 $\phi$ 6.2 mm + 1 $\phi$ 4.5 mm @ 0.20 mt.

**EQUIVALENCIAS PARA LAS ARMADURAS PREFABRICADAS:**

TIPO (armadura)	EQUIVALE EN REFUERZO TRADICIONAL GRADO 40 A:
a) CC-1	2 $\phi$ 3/8" + eslabones @ 1/4" $\phi$ 0.15 mt.
b) CC-2	3 $\phi$ 3/8" + eslabones @ 1/4" $\phi$ 0.15 mt.
c) T-1	3 $\phi$ 3/8" + estribos @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
d) C-1	4 $\phi$ 3/8" + estribos @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
e) C-2	4 $\phi$ 3/8" + estribos @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
f) C-260	4 $\phi$ 1/2" + estribos @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
g) C-3	4 $\phi$ 3/8" + estribos @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
h) C-23	4 $\phi$ 3/8" + estribos @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
i) S-1	2 $\phi$ 3/8" + eslabones @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
j) S-2	2 $\phi$ 3/8" + eslabones @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.
k) S-3	2 $\phi$ 3/8" + eslabones @ 1/4" $\phi$ 0.20 mt.

Fuente:  
Monolit S.A.

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS  
DE HIERRO Y ACERO PARA CONSTRUCCION

ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO:

- a) Barras deformadas de acero de lingote para refuerzo en concreto; (ASTM A-615)
- b) Barras deformadas de acero de riel para refuerzo en concreto; (ASTM A-616)
- c) Barras deformadas de acero de eje para refuerzo en concreto; (ASTM A-617).
- d) Mallas de barras o varillas de acero para refuerzo en concreto; (ASTM A-184).
- e) Malla de alambre soldada para refuerzo en concreto; (ASTM A-185).
- f) Alambre de acero estirado en frío para refuerzo en concreto; (ASTM A-82).

ACERO ESTRUCTURAL:

- a) Acero estructural, (ASTM A-36).
- b) Acero estructural de alta resistencia (ASTM A-440).
- c) Acero estructural de baja aleación y de alta resistencia, (ASTM A-242).
- d) Acero estructural de baja aleación manganeso-vanadio y de alta resistencia (ASTM A-441).
- e) Acero estructural de baja aleación columbio-vanadio y de alta resistencia (ASTM A-572).

FUENTE: Instructivo del Curso de Materiales de Construcción,  
Facultad de Ingenieria, USAC.

**4.6) DISPONIBILIDAD Y USOS PARA HIERRO Y ACERO  
PARA CONSTRUCCION**

**a) VARILLAS PARA CONSTRUCCION:**

USOS:

Se utiliza de refuerzo para cimentaciones, muros, columnas, soleras, losas, vigas, entrepisos, etc.

TIPOS Y CLASES DISPONIBLES:

TIPO corrugado	DIAMETRO (pulg) # de varilla	mm	VARILLAS (por atado)	PESO lb (atado)
MILIMETRICO	K-343	7.50	13.0	70
"	3/8 (K-340)	7.80	14.5	76
"	3/8 (P-340)	8.00	14 o 13	76
"	P-345	8.50	13.0	84
"	P-445	10.5	7.5	84
"	1/2" (K-440)	10.6	8.5	100
"	1/2" (P-440)	11.0	8.0	100
COMERCIAL	3/8" (P-345)	8.5	14.0	100
"	3/8" (K-345)	8.3	14.5	"
"	1/2" (P-445)	11.5	8.0	"
"	1/2" (K-445)	11.2	8.5	"
"	5/8" GRADO 40	14.0	5.0	"
"	3/4" GRADO 40	17.0	3.5	"
"	1	24.0	2.0	"
LEGITIMO GRADO 40	DIAMETRO (pulg) # de varilla	mm	VARILLAS (por atado)	LONGITUD
"	3/8"	9.0	14	20'
"	3/8"	9.0	14	30'
"	1/2"	12.0	8	20'
"	1/2"	12.0	8	30'
"	5/8"	14.8	5	--
"	3/4"	17.8	3.5	--
"	1	24.0	2	20'
"	1	24.0	2	30'
"	1 3/8"	33.0	-	20'
"	1 3/8"	33.0	-	30'
LEGITIMO GRADO 60				
"	3/8"	9.0	14	20'y 30'
"	1/2"	12.0	8	20'y 30'
"	5/8"	14.8	5	20'y 30'
"	3/4"	17.8	3.5	20'y 30'
"	1	24.0	2	20'y 30'
"	1 3/8"	33.0	-	20'y 30'

**HIERRO LISO:**

**USOS:**

Se utiliza, en estribos, mochetas, eslabones, instalaciones, etc.

TIPO:	No.	mm	# VARILLAS
MILIMETRICO "	7/32" 1/4"	5.50 6.00	30 30
COMERCIAL	1/4"	6.00	30
LEGITIMO "	7/32" 1/4"	5.50 6.00	38 30
GRADO 33 "	1/4" 1/4"	6.00 6.00	30 30

**b) VARILLAS DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA**

**USOS:**

Cimentaciones, muros, columnas, soleras, vigas, losas, entrepisos, instalaciones, etc.

DIAMETRO mm.	GRADO	EQUIVALENTE TRADICIONAL
3.80	70	3/16"
4.50	70	7/32"
6.20	70	3/8" comercial
7.20	70	3/8" normal.
9.50	70	1/2"

### c) MALLA ESTRUCTURAL O ESTRUCTOMALLA

Son mallas fabricadas de varillas de acero de alta resistencia electrosoldado. Se ofrecen fabricadas con medidas de 6.0 ó 6.10 de largo, y ancho de 2.35 m, con cuadros de 6 X 6 pulgadas; y varillas de alta resistencia con calibres de 2/2, ó 3/3, 4/4, 4.5 /4.5, 6/6, 7/7, 8/8, 9/9, 10/10; según los requerimientos de la obra.

#### USOS:

Su uso principal es en losas, para techos o entrepisos; pero los fabricantes las recomiendan también para las siguientes aplicaciones:

CALIBRE:	RECOMENDADA PARA:
10/10	BANQUETAS DELGADAS, CENEFAS, PLACAS PREFABRICADAS.
9/9	REFUERZO PARA LOSAS PREFABRICADAS DE 5 o 6 cm PREFABRICADOS EN GENERAL, PISOS DE TRAFICO LIVIANO DE HASTA 5 cm.
8/8	REFUERZO DE LOSAS PREFABRICADAS DE 5 o 6 cm, TABIQUES DE CONCRETO; PISOS DE 7 ú 8 cm.
7/7	REFUERZO DE LOSAS PREFABRICADAS DE 7 ú 8 cm PAREDES DE TABIQUE Y CARGA, PISOS DE TRAFICO LIVIANO 8 o 9 cm.
6/6	REFUERZO PARA FUNDICIONES DE 9 - 10 cm PAREDES DE CARGA, LOSAS DE TECHO, PISOS DE TRAFICO MEDIO 10 cm, PAREDES DE PISCINAS Y CISTERNAS.
4.5/4.5	REFUERZO ESTRUCTURAL PARA FUNDICIONES DE 10 a 12 cm LOSAS DE TECHOS, PISOS DE TRAFICO SEMIPESADO 12 - 15 cm BALCONES, REJAS DE SEGURIDAD.
3/3 y 2/2	PARA REFUERZOS ESTRUCTURALES PARA FUNDICIONES DE ESPESORES MAYORES A 12 cm. LOSAS DE TECHOS, PISOS DE TRAFICO PESADO.

Para este último caso, también pueden usarse camas dobles de mallas de diámetro menor.



4.7) MERCADEO

HIERRO PARA CONSTRUCCION

PRECIOS PROMEDIO ANUALES 1990 A 1995  
(Q.x quintal)

AÑO	CORRUGADO GRADO 40	CORRUGADO GRADO 60
1990	116.77	123.80
1991	116.23	122.90
1992	126.53	132.01
1993	129.31	133.34
1994	123.92	128.50
1995 *	126.83	129.00

TABLA 4.1

\* 1er Trimestre.

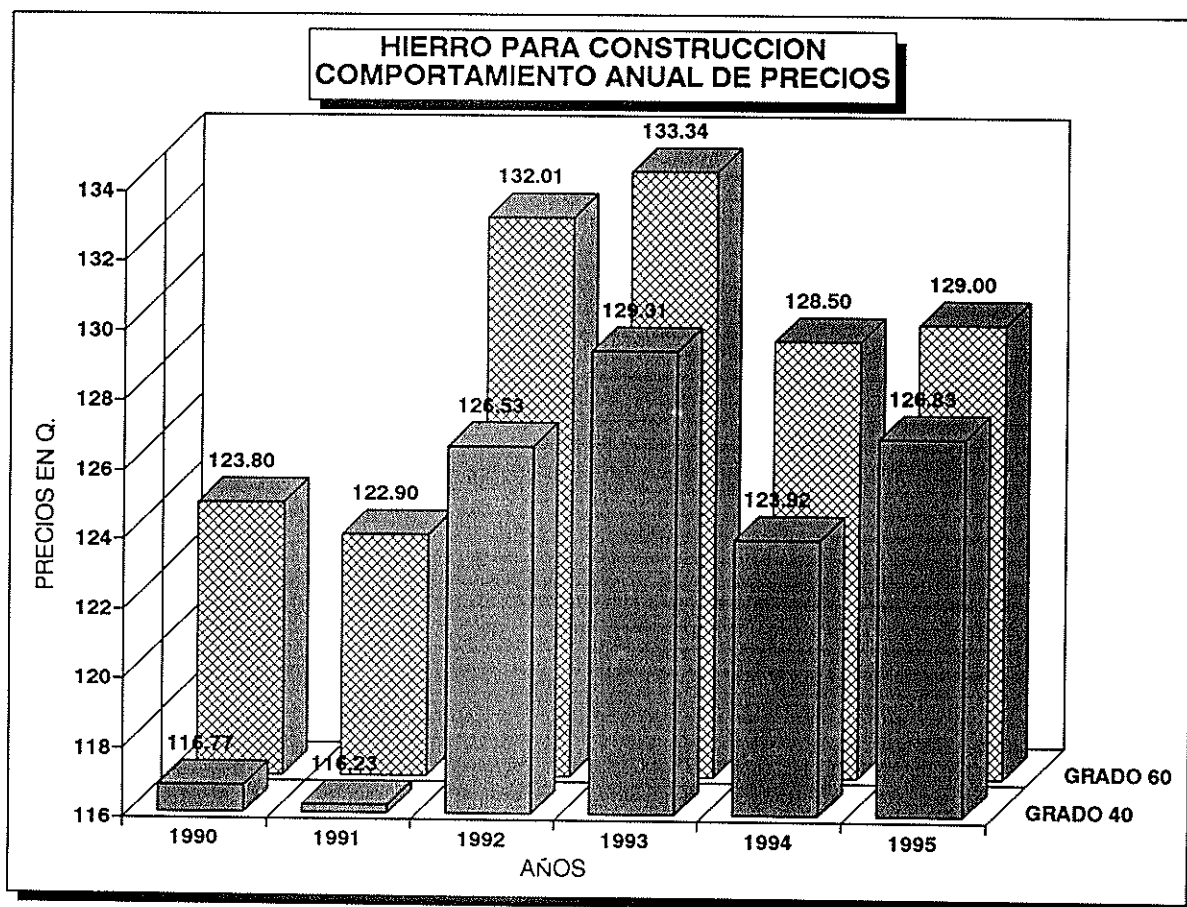
Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
Promedios en Fábricas.

HIERRO PARA CONSTRUCCION  
VARIACION DE PRECIOS MENSUAL

MESES	AÑO 1993 (en Quetzales)		AÑO 1994 (en Quetzales)	
	corrugado		corrugado	
	grado 40	grado 60	grado 40	grado 60
ENERO	125.19	130.01	125.73	130.54
FEBRERO	132.68	136.96	125.73	130.54
MARZO	130.19	134.47	123.14	127.77
ABRIL	119.84	126.98	124.89	131.43
MAYO	124.66	130.00	124.70	128.52
JUNIO	133.75	137.50	124.70	128.52
JULIO	133.75	137.50	120.79	128.00
AGOSTO	133.75	137.50	122.00	126.50
SEPTIEMBRE	132.15	134.29	124.53	128.21
OCTUBRERE	132.15	134.29	123.59	127.33
NOVIEMBRE	130.54	132.68	123.59	127.33
DICIEMBRE	123.05	127.87	123.59	127.33

TABLA 4.2

Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción.



GRAFICA 8

COMPORTAMIENTO PROMEDIO ANUAL DE PRECIOS DE HIERRO PARA CONSTRUCCION  
AÑOS DE 1990 A 1995, (Q. x quintal).

Elaboracion: Propia

Fuente: Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
Promedios en fábricas.

## CAPITULO V

### 5.BLOCKS:

#### 5.1) CARACTERISTICAS, ANTECEDENTES:

Estos materiales, en sus diferentes tipos y clases, son muy aceptados para la construcción de muros, tanto para carga como de relleno, ya que ofrecen algunas ventajas, comparativamente, con otras unidades de levantado.

Su uso los ha convertido en materiales de construcción importantes, por lo que deben conocerse sus beneficios y ventajas. Son los materiales de carga más livianos que existen en el mercado, y tienen varios atributos estructurales como: su resistencia, durabilidad, excelentes retardadores de fuego y aislantes térmicos y acústicos. Además actualmente en algunos casos, por su acabado exterior, se pueden utilizar como muro expuesto, sin acabados ni revestimientos. Su economía y facilidad de instalación presentan además una alternativa importante en construcción.

En la actualidad, los diseñadores han encontrado también una alternativa, en la cada vez mayor variedad de formas, tamaños, estilos, diseños de colocación, y superficies existentes; porque presentan grandes oportunidades de diseño.

#### 5.2) CLASIFICACION, TIPOS, PROPIEDADES:

Partiendo de su fabricación, que utiliza normalmente como aglomerante cemento portland y diversos tipos de agregados, se puede dar la clasificación convencional siguiente:

a) BLOCK DE FABRICACION LIVIANA:

Este block se utiliza normalmente en interiores. Son sumamente ligeros, por usar en su elaboración materiales livianos, como: piedra y arena pomez, arena volcánica, o aridos ligeros como arcilla expandida, cenizas o materiales similares. Tienen gran aislamiento acústico y térmico, y se consideran excelentes retardadores del fuego. El inconveniente que puede presentarse es que por la contracción del concreto, que en materiales livianos es más acentuada, algunas veces pueden presentar pequeñas fisuras en las juntas de mortero.

Su resistencia se ofrece con variaciones de 25 a 30 kg/cm<sup>2</sup>, ó 25 a 35 kg/cm<sup>2</sup>; y sus medidas normalmente, van de: BLOCKS STANDAR DE 9 X 19 X 39 cm Y LAS RESPECTIVAS MITADES DE ESTE BLOCK Y ESQUINAS DEL MISMO.

DE 12 X 19 X 39 cm MITADES; BLOCK "U" (SOLERA); DOBLE ESQUINA DEL MISMO.

DE 14 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR; DOBLE ESQUINA; MITAD "U" STANDAR.

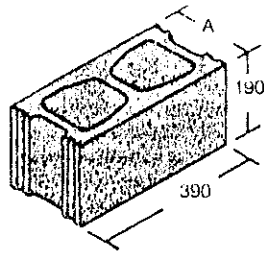
STANDAR DE 19 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR; BLOCK ESQUINA; BLOCK DOBLE ESQUINA; MITAD "U" STANDAR.

Existe tambien otro tipo de block con una resistencia un poco mayor que el anterior, llamado tipo mediano, con una resistencia a compresión de 35 a 50 kg/cm<sup>2</sup>; con las medidas siguientes:

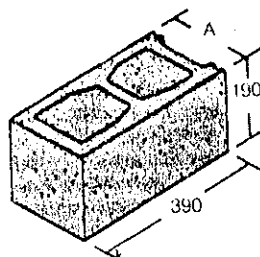
BLOCK STANDAR DE 9 X 19 X 39 cm y sus respectivas mitades.

# Bloques Estandard

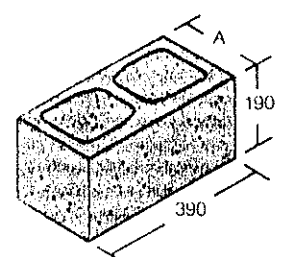
ESTAS ILUSTRACIONES MUESTRAN VARIOS TIPOS Y TAMAÑOS DE  
BLOCKS



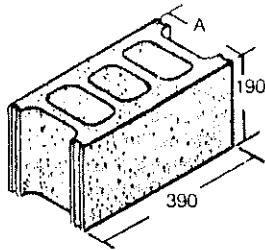
*Normal 2 Huecos*



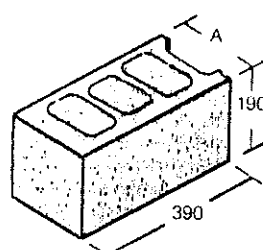
*Esquina 2 Huecos*



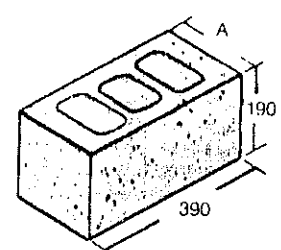
*Doble Esquina 2 Huecos*



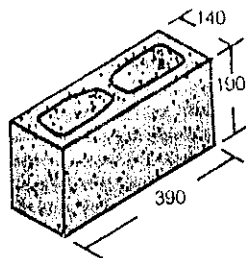
*Normal 3 Huecos*



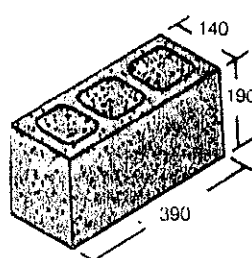
*Esquina 3 Huecos*



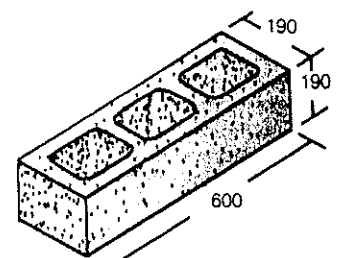
*Doble Esquina 3 Huecos*



*Dos Lados Lisos*



*Doble Esquina 3 Huecos*



*Largo 3 Huecos*

Nota:

Las dimensiones están en milímetros. La "A" en 190, 240, ó 290 mm

ILUSTRACION 1

BLOCK STANDAR DE 12 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR;  
DOBLE ESQUINA.

BLOCK STANDAR DE 14 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR;  
DOBLE ESQUINA; MITAD "U" STANDAR.

BLOCK STANDAR DE 19 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR;  
BLOCK STANDAR UNA ESQUINA; STANDAR DOBLE ESQUINA; MITAD "U"  
STANDAR.

b) BLOCK DE FABRICACION PESADA:

Su uso es en exteriores y construcciones grandes; son los de mayor peso en esta clase de materiales, pero tambien los de más alta resistencia. Los agregados que se emplean en su fabricacion son agregados densos, como la caliza y pomez expandida, o piedra triturada. Su absorción es sumamente baja y la contracción mínima, son pesados e impermeables, y excelentes retardadores del fuego.

Este tipo de block se ofrece con una resistencia a compresión, de 50 a 70 kg/cm<sup>2</sup> de 70 a 80 kg/cm<sup>2</sup> o fabricados especiales de hasta 200 kg/cm<sup>2</sup>, Sus medidas y tipos normales son los siguientes:

BLOCK STANDAR DE 9 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; BLOCK SOLIDO con la misma medida.

BLOCK STANDAR DE 12 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR;  
DOBLE ESQUINA.

BLOCK DE 14 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR; DOBLE ESQUINA; MITAD "U" STANDAR:

BLOCK DE 19 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; "U" STANDAR; STANDAR DE UNA ESQUINA; DOBLE ESQUINA; MITAD "U" STANDAR.

c) BLOCK DE ESCORIA VOLCANICA:

Este block se fabrica a base de materiales tectónicos, de origen volcánico, que se forma de la magma incandescente que sufrió un enfriamiento, y los gases quedaron atrapados formando un material celular abrasivo y de peso ligero.

Este material adecuadamente triturado, cumple con las características que son propias de los áridos gruesos y finos, los que son básicos para la obtención de una resistencia adecuada al combinarse con cemento portland y agua. Se fabrican con medidas de:

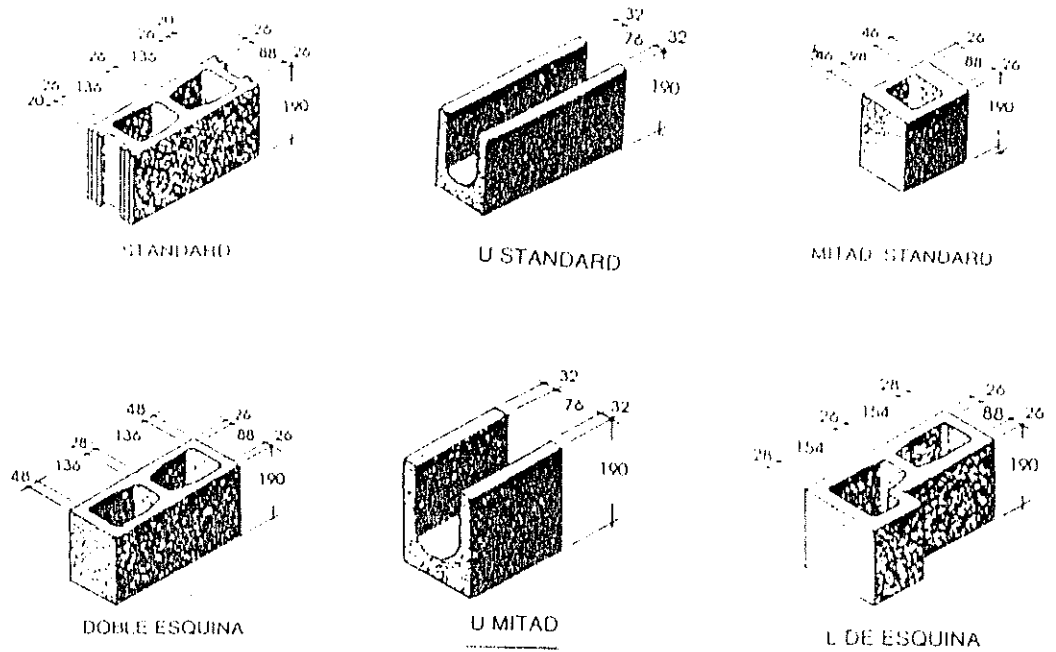
14 X 19 X 39 cm MITAD STANDAR; DOBLE ESQUINA; "L" DE ESQUINA; "U" STANDAR; MITAD "U" STANDAR.

19 X 19 X 39 cm STANDAR; MITAD STANDAR; DOBLE DE ESQUINA; "U" STANDAR; MITAD "U" STANDAR. Además se fabrican de este tipo, decorativos, de las mismas medidas.

Actualmente la fabricación de blocks en Guatemala, se ha diversificado grandemente, principalmente por empresas económicamente fuertes, que han importado tecnología moderna; lo que ha permitido poner a disposición del sector de construcción del país, además de los blocks comunes y los mencionados, una enorme variedad de los mismos, producidos a partir de diversos tipos de concretos y agregados, fabricándolos en varias clases y tamaños, para adecuarlos a las diferentes necesidades estructurales. Pueden mencionarse dentro de ellos los siguientes, conocidos por sus nombres comerciales o estilos de blocks, de acuerdo a su uso:

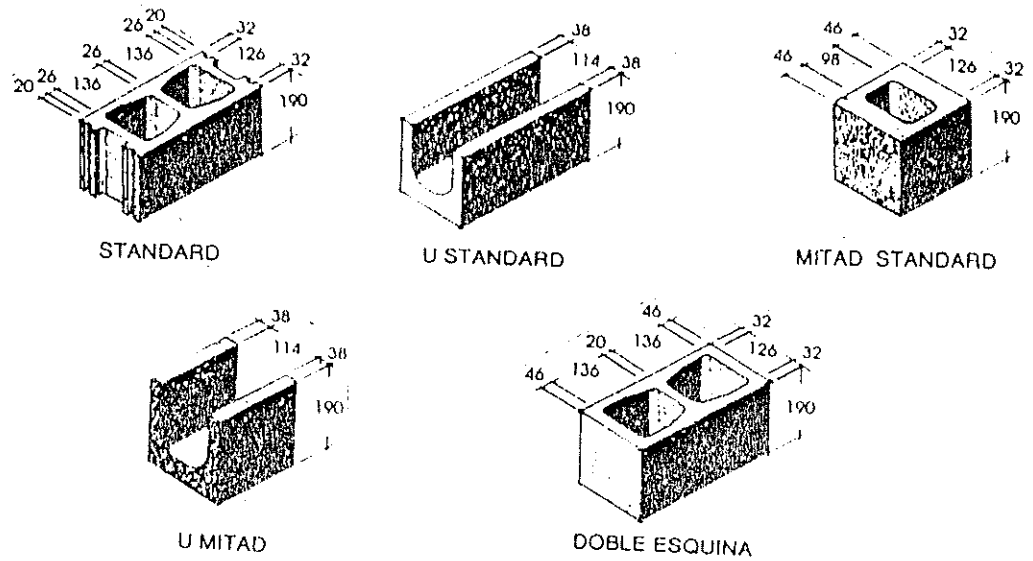
# Blocks de 140 mm

CONCRETO-SUPER CONCRETO-ESCORIA VOLCANICA



# Blocks de 190 mm

CONCRETO-SUPER CONCRETO-ESCORIA VOLCANICA



DIFERENTES TIPOS Y TAMAÑOS DE BLOCKS DE CONCRETO Y ESCORIA VOLCANICA.

ILUSTRACION 2



d) ROCABLOCK:

Es el nombre comercial, de este tipo de blocks, para uso pesado; construido a base de roca triturada como agregado, y cemento, por lo que su peso es alto, y así mismo su resistencia a la compresión. Puede utilizarse para muros de carga y relleno; y por sus materiales, tiene un índice de absorción bajo.

Se encuentra en diversos tamaños, siendo los siguientes: DE 9 X 19 X 39 cm , 14 X 19 X 39; 19 X 19 X 39 cm MITADES DE LONGITUD DE CADA UNO DE ELLOS; ESQUINAS DE 14 Y 19 cm DE ANCHO; SOLERAS DE 14 Y 19 cm DE ANCHO, ETC.; Y SE PRODUCEN TAMBIEN EN VARIOS COLORES.

e) BLOCKS DECORATIVOS:

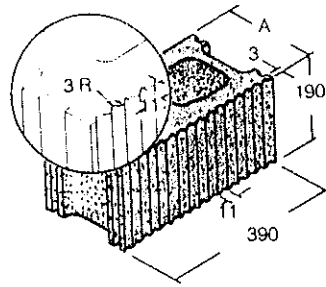
Este es un tipo de blocks especial llamado de esta forma porque tiene un lado, que puede ser expuesto. Es decorado y tiene un acabado con distintos diseños, que le permite colocarse sin ningún revestimiento. Permiten construir edificaciones atractivas, sin perder por eso sus cualidades estructurales, aunque normalmente su costo por unidad es mayor, pero se compensa con el ahorro en acabados.

Existen de diversas clases y algunos son fabricados bajo pedido, derivando su nombre de su acabado exterior. Se encuentran dentro de ellos:

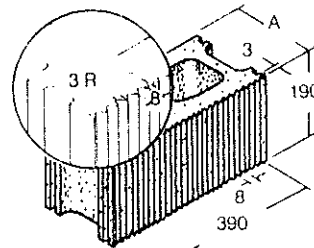
- BLOCK RUSTICO: Su exterior presenta apariencia de roca.
- BLOCK RANURADO: Se fabrican con una, dos, tres, cinco o siete ranuras, que adornan su exterior.

# Blocks decorativos

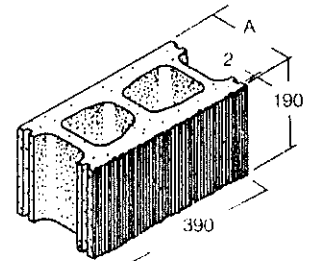
## Estriado



**Grueso**

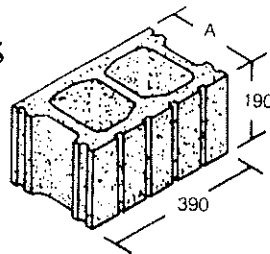


**Medio**

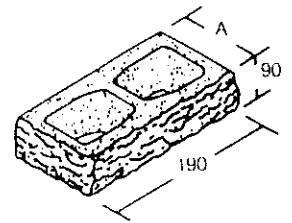


**Fino**

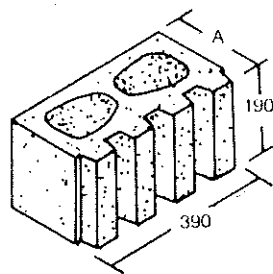
## Ranurados



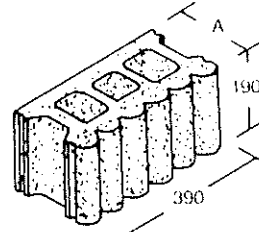
## Adobe



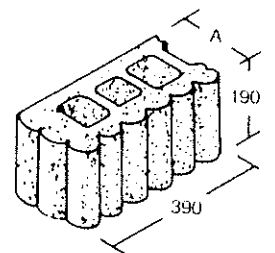
## Bloques Caravista Y Decorativos



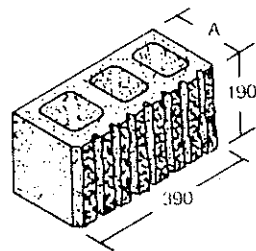
**Acanalado**



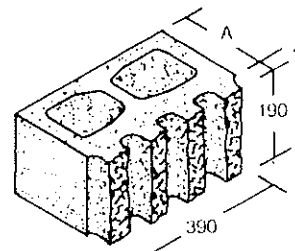
**Ondulado**



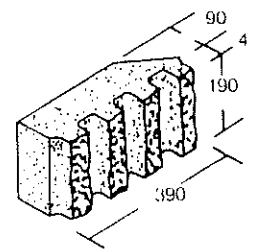
**Ondulado Esquina**



**Acanalado  
Esplitado**



**Acanalado  
Esplitado**



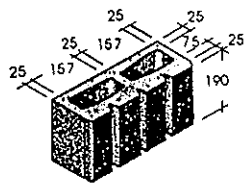
**Acanalado  
Esplitado Esquina**

Nota: Las dimensiones en milímetros. La "A" en 190, 240, 290 mm

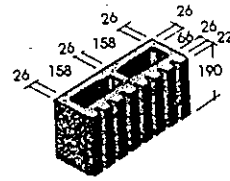
DIFERENTES TIPOS Y TAMAÑOS DE BLOCKS DECORATIVOS PARA MUROS EXPUESTOS

ILUSTRACION 3

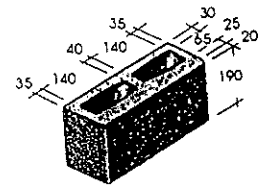
## Blocks decorativos de 140 mm



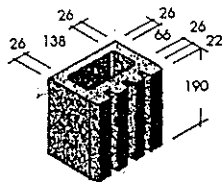
ESTRIADO GRUESO



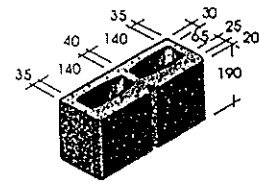
FACHADO ESTRIADO



RUSTICO

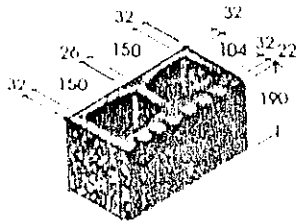


MITAD FACHADA ESTRIADO

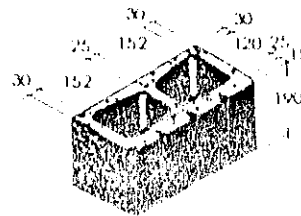


DOBLE MITAD RUSTICO

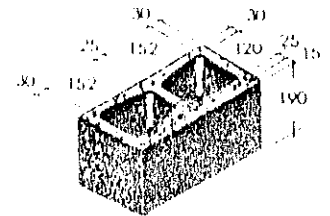
## Blocks decorativos de 190 mm



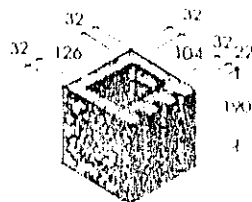
FACHADA ESTRIADO



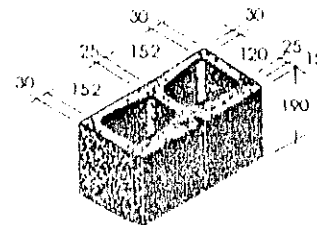
ESTRIADO GRUESO



RUSTICO



MITAD FACHADA



DOBLE MITAD RUSTICO

Nota: Las dimensiones son en milímetros.  
 OTROS TIPOS Y MEDIDAS DE BLOCKS DECORATIVOS.

ILUSTRACION 4

- BLOCK ACANALADO: Su exterior es en forma de canales, que pueden ser rectangulares u ondulados.
- BLOCK ESPLITADO: Su acabado es rústico y acanalado.
- BLOCK ESTRIADO: Consta de ranuras verticales, que pueden ser finas, medias o gruesas; presentando un acabado con apariencia de cepillado.

De estos blocks, también se encuentran algunas combinaciones, entre los que se mencionan: Estriado-rústico; Rústico; Cerni-block; etc. Ofreciéndose todos ellos en diversos colores, y en las medidas convencionales.

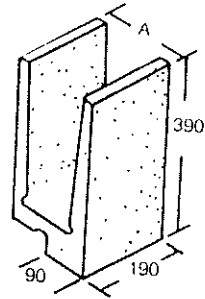
Es importante mencionar también la disponibilidad de blocks para usos especiales, diseñados específicamente para un fin, siendo los siguientes:

f) BLOCKS PARA CHIMENEA: Se usa para hacer chimeneas reforzadas, en viviendas; sus medidas son de 390 X 190 X 390 mm , 425 X 190 X 425 mm , 425 X 199 X 425 mm , 390 X 190 X 390 mm.

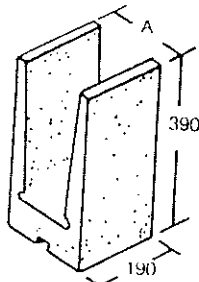
g) BLOCK PARA MAMPOSTERIA REFORZADA: Este es un tipo de blok modular de cemento, con diseños especiales, para acomodarse a los otros componentes de este sistema constructivo. Se presentan en varios tamaños, los usuales de 190 X 190 X 390 mm 240 X 190 X 390 mm 290 X 190 X 390 mm y en diseños especiales para remates vigas, dinteles, etc. Todos estos blocks tienen muescas para acomodar las varillas de refuerzo y espacios para contener el cementante (lechada).

h) BLOCKS PARA BOVEDILLAS: Son para uso exclusivo de

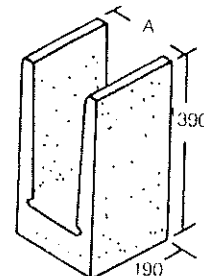
# Aplicaciones Especiales



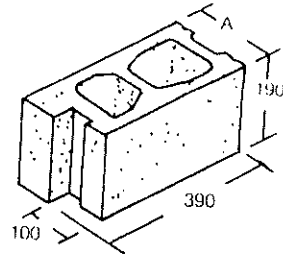
Para uso con Marco Metálico o Jamba de Madera



Para Marco Metálico

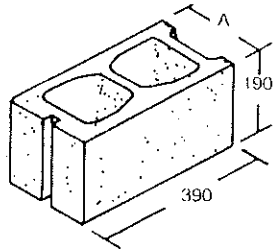


Fondo Plano

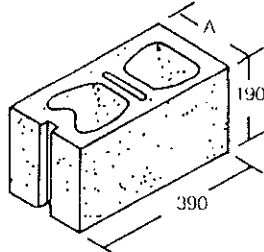


**Jamba**

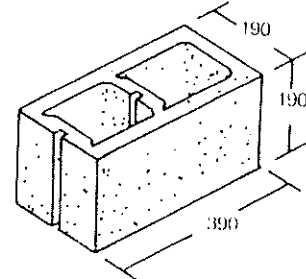
## BLOCKS ESPECIALES PARA DINTELES



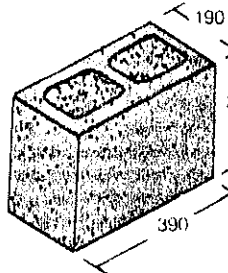
**Marco Metálico**



**Para Marco Metálico**

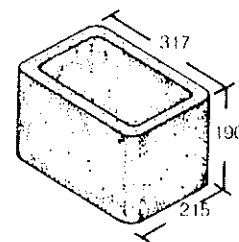
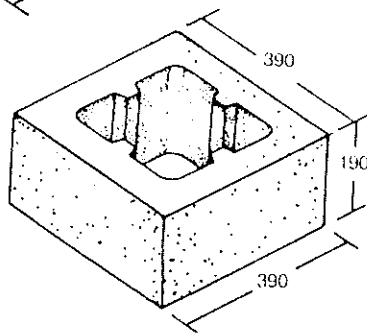
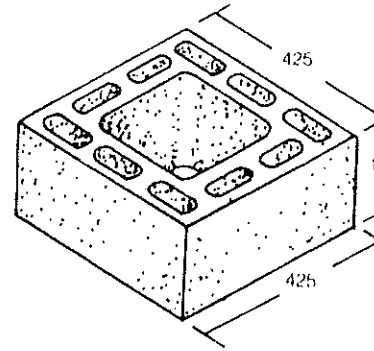
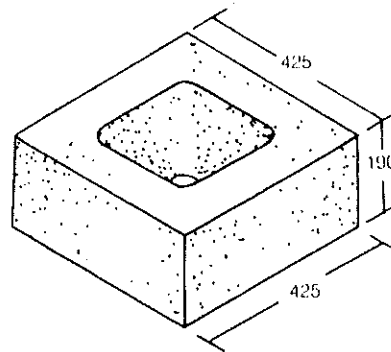
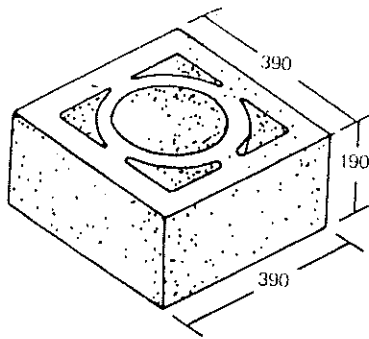


**Conducto**



Las dimensiones son en milímetros. La "A" en 190, 240, y 290 mm

## Bloques Para Chimenea



## ESTILOS Y TAMAÑOS DE BLOCKS PARA USOS ESPECIALES

### ILUSTRACION 5

losas prefabricadas en combinación con viguetas. Son fabricados de cemento por diversas empresas. Tienen en sus extremos un pequeño borde, con el que se apoyan sobre las viguetas. Dependiendo del tipo de losa y de las condiciones estructurales; sus peraltes varían de 10, 12, 15, ó 20 cm con un ancho de 20 cm y longitudes de 55 ó 56 cm .

i) BLOCK PARA JUNTAS DE DILATACION: Se sitúan a intervalos en la pared, para controlar cambios de volúmen.

j) BLOCK PILASTRA: Estos son ideales para hacer columnas, sujetar techos, o para soporte de vigas. Sus medidas son de 390 X 190 X 470 mm.

k) BLOCK PARA DINTELES: Se utilizan sobre ventanas y puertas, ayudan a eliminar grietas debido a contracciones o cambios de temperatura.

Pueden mencionarse otros blocks para distintos usos:

- BLOCK NORMAL STANDAR DE 3 HUECOS: Con medidas de 19 X 19 X 39 cm , 24 X 19 X 39 cm , 29 X 19 X 39 cm .
- BLOCK ESQUINA DE 2 HUECOS.
- BLOCK ESQUINA DE 3 HUECOS.
- BLOCK DOBLE ESQUINA DE 2 HUECOS.
- BLOCK DOBLE ESQUINA DE 3 HUECOS.
- BLOCK REMATE DE VIGAS.

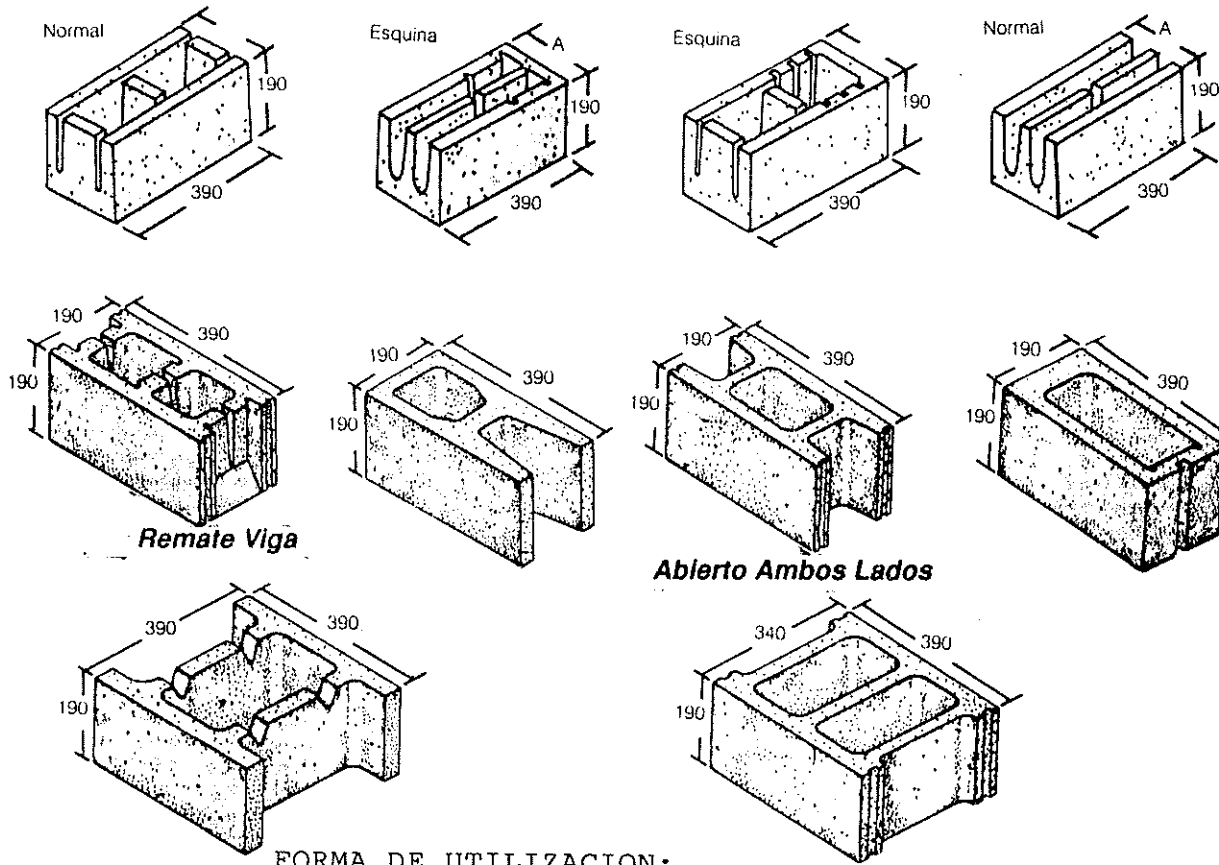
### 5.3) PROCESOS DE FABRICACION:

BLOCKS STANDAR DE USO COMUN:

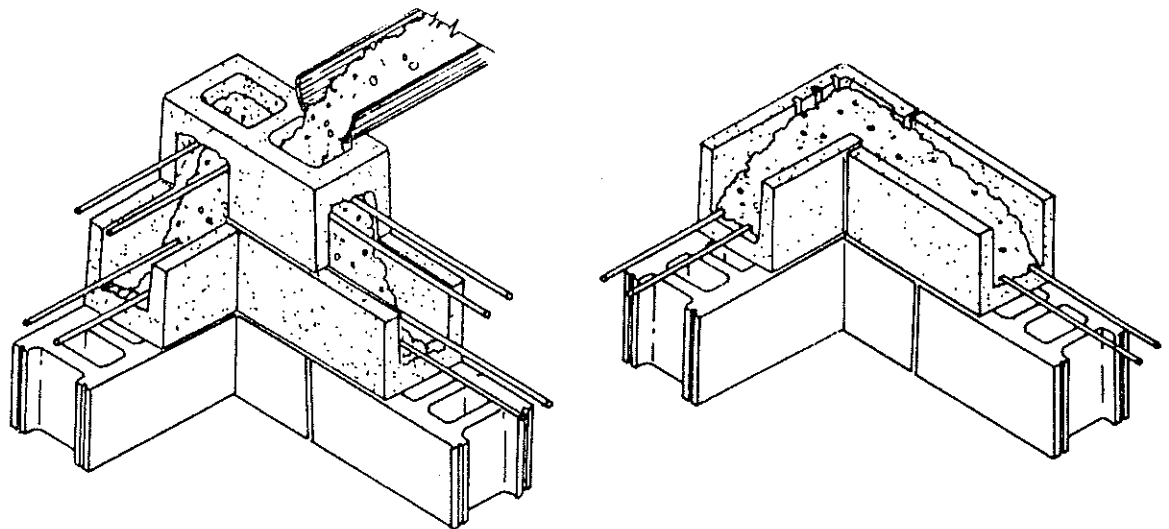
La arena blanca es la materia prima del block de pomez, que es uno de los más utilizados en construcciones simples.

# Mampostería Reforzada

## UNIDADES ESPECIALES PARA LEVANTADO:



## FORMA DE UTILIZACION:



Las dimensiones son en milímetros. La "A" en 190, 240, ó 290 mm

BLOCKS ESPECIALES PARA MAMPOSTERIA REFORZADA Y DETALLE DE UTILIZACION

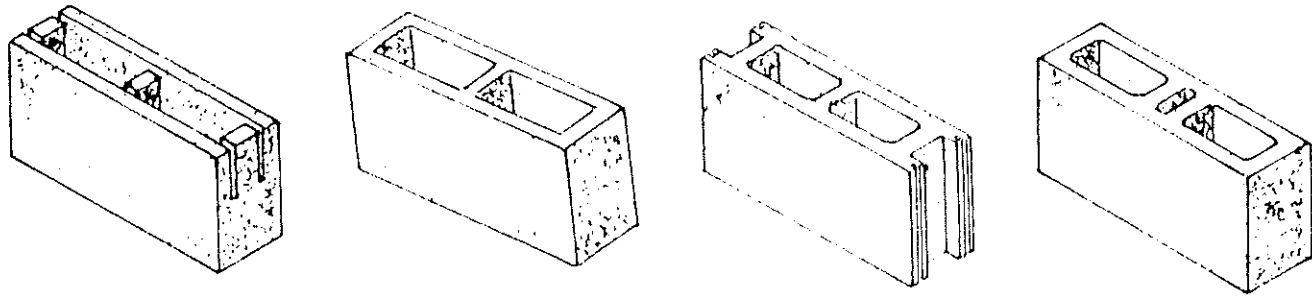
ILUSTRACION 6

67

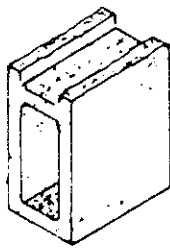
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

# Bloques Para Tabiques

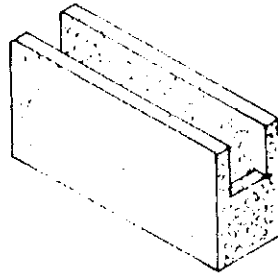
BLOKS TABIQUES DE 12 CMS.



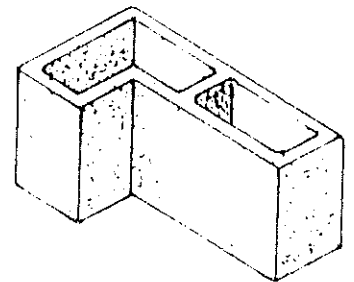
STANDAR



MITAD

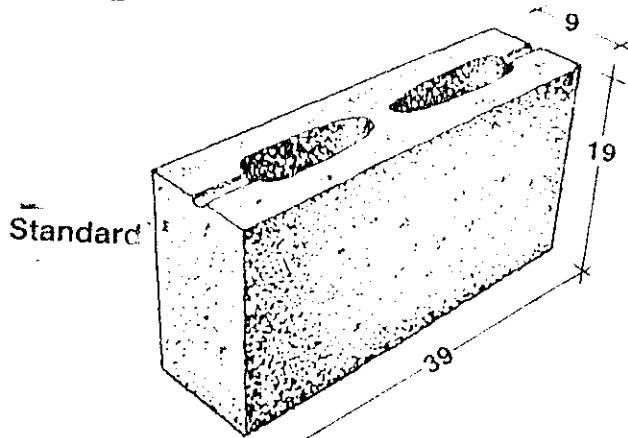


"U" SOLERA

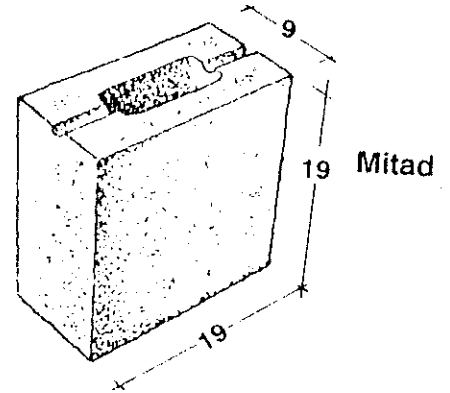


"L" ESQUINA

TABIQUE DE 9 CMS.

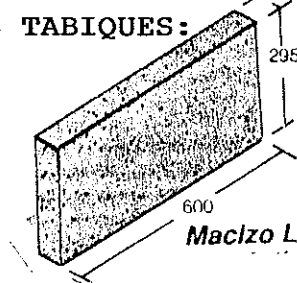


Standard

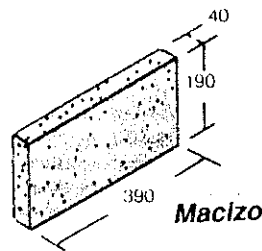


Mitad

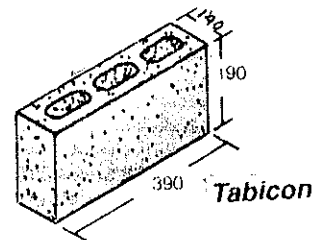
OTROS TABIQUES: 66 medidas en cms.



Macizo Largo



Macizo



Tabicon

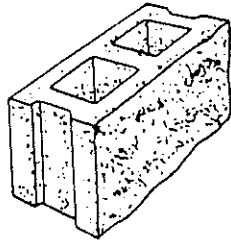
TIPOS Y TAMAÑOS DE BLOCKS PARA TABIQUES

ILUSTRACION 7

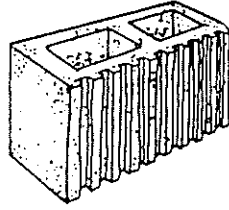
Nota: medidas en mms.



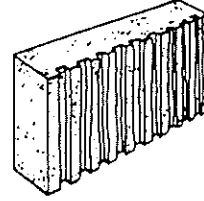
OTROS TIPOS DE BLOCKS:



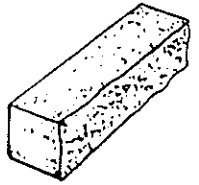
BLOCK RUSTICO  
19 x 19 x 39  
medidas en cm



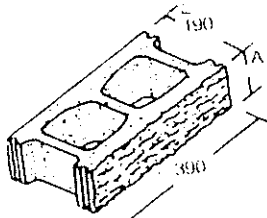
BLOCK ESTRIADO  
19 x 19 x 39



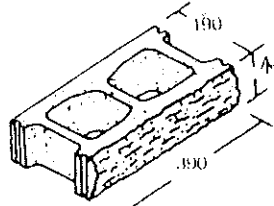
FACHALETA ESTRIADA  
7.5 x 19 x 39



FACHALETA RUSTICA  
9 x 9 x 39

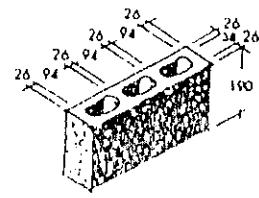


Esplitado

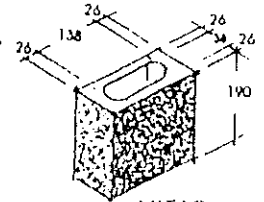


Esplitado con Rebaba

A - Disponible de 40 a 190 mm.



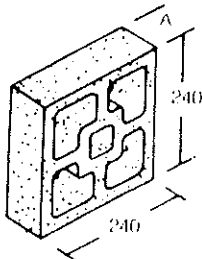
STANDARD



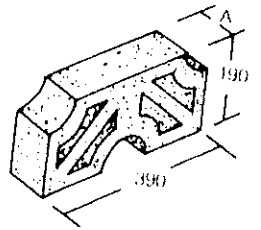
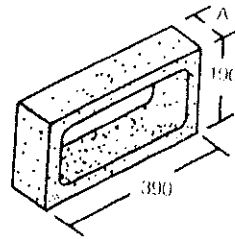
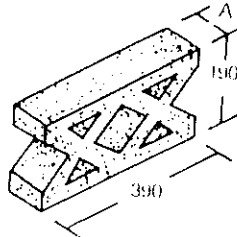
MITAD

medidas en mm

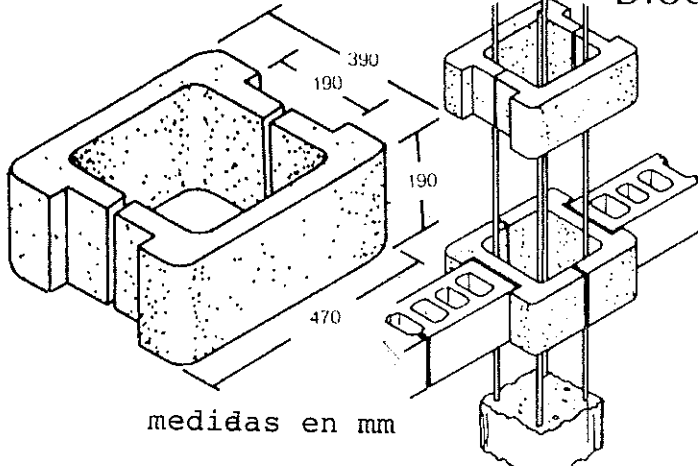
Ceñosias



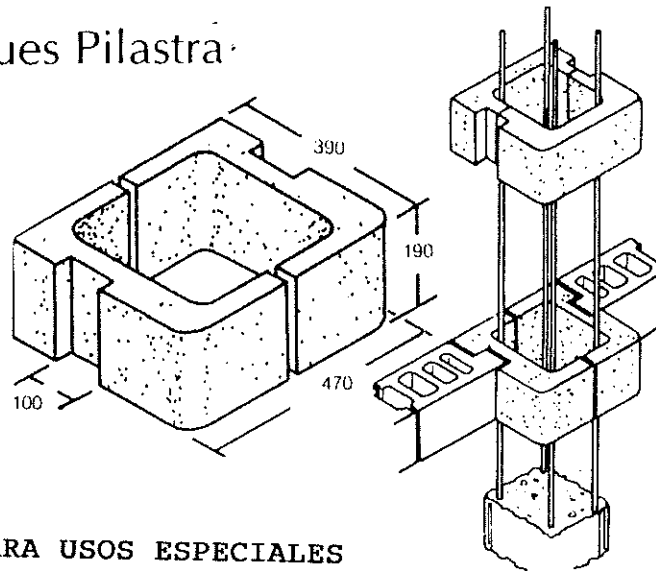
medidas en mm



Bloques Pilastra



medidas en mm



DIFERENTES TIPOS DE BLOCKS PARA USOS ESPECIALES

ILUSTRACION 8

Esta arena es recolectada y transportada a las fábricas para ser tamizada; por lo que se divide en dos partes; la arena fina y el terrón. Este último, debe de ser molido, hasta quedar fino también y poder mezclarse con el resto, a efecto de utilizar todo el material. Posteriormente es llevado a una mezcladora mayor que revuelve la arena con los otros componentes. Normalmente para lograr un buen block de pomez, la proporción usada por la mayoría de las fábricas es de: ocho volúmenes de arena blanca, cuatro volúmenes de selecto y un volumen de cemento; mezclados en seco, para agregarse al final el agua necesaria para una buena plasticidad. Esta proporción da aproximadamente unos 50 bloques de 20 X 20 X 40 cm . por saco de cemento.

Por aparte, en lo que respecta a blocks de concreto, la proporción usada es de tres volúmenes de arena de río, tres volúmenes de piedrín de primera de 3/8" y un volumen de cemento. Mezclados con el agua adecuada, esta proporción da aproximadamente unos 28 a 30 bloques de 20 X 20 X 40 cm por saco de cemento. (\*)

Los moldes utilizados son normalmente de hierro colado, y al verter sobre ellos la mezcla, para la compactación del material se efectúa un proceso de vibración por varios segundos. Seguido a este proceso, son secados por un tiempo prudencial, dependiendo del block fabricado; para después almacenarse para su posterior distribución.

(\*) Tesis: "Principales Materiales de Construcción que se fabrican en el país.

Para el proceso de fabricación de block, es necesario tomar en consideración varios factores:

- 1) Agregados de buena calidad, con la granulometría especificada.
- 2) Que se fabriquen en máquinas de alta vibración, para lograr un acomodamiento perfecto del grano.
- 3) Que se use cemento portland, de primera calidad.
- 4) Usar una cantidad de agua adecuada.
- 5) Que se efectúe un curado eficiente hasta conseguir calidad y consistencia uniforme.

En materia de producción, la cantidad de unidades fabricadas varía desde unos cientos, en fábricas pequeñas, hasta unos 2400 unidades/hora, en las fábricas mayores. Todo esto está condicionado a factores como el tipo de fábrica que se trate, cantidad de personas que laboren y sistema utilizado, el que puede ser manual por tolvas, semimanual, o en empresas con sistemas completamente automatizados, que son las que alcanzan producciones de varios miles de unidades al día, según el tipo que se esté trabajando.

#### 5.4) CONTROL DE CALIDAD:

El control de calidad para las fábricas pequeñas de estos materiales de construcción generalmente se limita a verificar el estado y graduación de los componentes y al final del proceso a comprobar la apariencia y medidas en los productos fabricados, que normalmente son utilizados en pequeñas construcciones. Mientras que en empresas fuertes,

basadas en tecnología automatizada; con producciones altas y generalmente destinadas a grandes construcciones, el control de calidad es más exigente, desde la selección y graduación de los materiales componentes, hasta los productos finales los que deben cumplir con los ensayos convencionales de laboratorio.

Estos ensayos convencionales normalmente son los siguientes:

a) APARIENCIA:

Este ensayo sirve para evaluar los fallos que se pueden presentar y que sean notables en el exterior de la muestra.

b) PESO:

Evalúa el peso conforme la masa y el volumen de la muestra.

c) MEDIDAS:

Comprueba que las muestras cumplan con las medidas establecidas.

d) RESISTENCIA A COMPRESION:

Verifica que las unidades cumplan los requerimientos mínimos de resistencia a la compresión indicados para cada una de ellas, según el tipo, en normas específicas.

e) ABSORCION:

Por medio de ella, se controla el % de absorción de agua que tienen las unidades.

Estos son los ensayos convencionales que normalmente se efectúan a los productos; en períodos generalmente de cada

mes o por cada lote de producción. Comúnmente los ensayos son efectuados en el laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería y en algunos casos en el "laboratorio del concreto", con el que cuenta la empresa Cepesa.

#### 5.5) ESPECIFICACIONES PARA BLOCKS HUECOS DE HORMIGÓN, PARA PAREDES O MUROS Y TABIQUES

COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS (COGUANOR), NORMA NGO 41-054

OBJETIVO:

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deberán cumplir los bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques, destinados o no para cargas.

Se refiere a la calidad que deben tener los blocks, en cuanto a dimensiones, resistencia y absorción: clasificados en tres categorías, de acuerdo a los cuales deber ser identificados con una marca, de un color específico.

Dichas categorías son las siguientes:

CLASE A - GRADO 1:

Para bloques destinados a soportar carga y de usos múltiples, que deben ser marcados de color rojo.

CLASE A - GRADO 2:

Para bloques destinados a soportar carga y de usos limitados, que deber ser marcados de color verde.

CLASE B - GRADO 2:

Para bloques destinados a no soportar carga y para usos limitados; que deber ser marcados de color negro.

Fuente:

COGUANOR.

**5.6) DISPONIBILIDAD Y USOS  
PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE BLOCKS**

**USOS:**

Se utilizan para levantado de muros, cimentaciones, cubiertas, muebles fijos, jardineras, bardas, pozos de absorción, fosas sépticas, cajas de registro, cisternas, y otras instalaciones.

Se adquieren fabricados de:

POMEZ; CONCRETO LIVIANO (CEMENTO); CONCRETO; ESCORIA VOLCANICA; PIEDRA TRITURADA Y BARRO COCIDO. En diferentes tamaños, tipos, estilos, colores, etc., destinados a diversas funciones estructurales, para adecuarse a los requerimientos del usuario y de la obra. De todo esto, se presenta detalle en la sección 5.2, correspondiente a los tipos y clasificaciones actuales de blocks.

**5.7) MERCADEO**

**BLOCKS USUALES PARA LEVANTADO  
PRECIOS PROMEDIO ANUAL  
(Q. x millar)**

AÑOS	BLOCK POMEZ 20x20x40 cm	CONCRETO LIV. 19x19x39 cm	CONCRETO STD. 19x19x39 cm
1990	1202.56	1319.54	1559.12
1991	1514.30	1768.38	2090.32
1992	1602.04	2051.78	2516.23
1993	1748.02	2717.35	3453.44
1994	2012.90	2915.55	3650.75
1995	2109.63	3022.82	3813.28

TABLA 5.1

Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
Promedios en fábricas y distribuidoras.

BLOCKS PARA LEVANTADO

VARIACION DE PRECIOS MENSUAL  
(Q.x millar de unidades)

AÑOS 1993 - 1994 - 1995

1993	POMEZ 20x20x40 cm	CONCRETO LIV. 19x19x39 cm	CONCRETO STD. 19x19x39 cm
ENERO	1634.60	2354.00	2924.64
FEBRERO	1634.60	2578.60	3074.47
MARZO	1639.45	2584.05	3095.86
ABRIL	1716.75	2653.60	3381.33
MAYO	1738.75	2653.60	3381.33
JUNIO	1747.20	2691.05	3466.80
JULIO	1801.16	2691.05	3641.56
AGOSTO	1811.80	2824.80	3641.56
SEPTIEMBRE	1811.50	2921.50	3727.17
OCTUBRE	1819.00	2921.10	3727.10
NOVIEMBRE	1819.00	2921.10	3727.10
DICIEMBRE	1802.40	2814.10	3652.27
<b>1994</b>			
ENERO	1926.00	2988.87	3680.00
FEBRERO	1943.12	2988.87	3680.00
MARZO	2066.44	2921.10	3702.20
ABRIL	2122.17	2935.37	3702.20
MAYO	2175.67	2935.37	3702.20
JUNIO	2073.13	2845.37	3627.50
JULIO	2050.70	2845.37	3627.50
AGOSTO	2029.13	2924.66	3636.66
SEPTIEMBRE	1912.30	2924.66	3675.45
OCTUBRE	1918.65	2919.03	3499.86
NOVIEMBRE	1953.50	2922.53	3536.53
DICIEMBRE	1984.00	2935.37	3738.87
<b>1995</b>			
ENERO	2036.80	2950.60	3748.28
FEBRERO	2140.00	3147.27	3898.27
MARZO	2152.09	2970.60	3793.29

TABLA 5.2

Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
Promedios en fábricas y distribuidoras.

## CAPITULO VI

### 6. LADRILLOS DE BARRO COCIDO:

#### 6.1) GENERALIDADES:

Los ladrillos de barro cocido, son unidades de levantado, que se obtienen, por el cocimiento de arcilla natural, previamente moldeada o materiales cerámicos. Pueden fabricarse de diferentes tipos y son elementos estructurales ampliamente utilizados en nuestro país. Tienen diferentes cualidades, y por ser un elemento bastante compacto en su fabricación, presenta una gran capacidad de resistencia, principalmente a compresión, pero también a tensión, flexión, capacidad de manejo y traslado. Presenta además la ventaja sobre otros elementos estructurales, de ser en general bastante angosto; lo que da en construcción paredes delgadas, que ahorran espacio, tanto en el interior como el exterior; así mismo son consistentes, de buen aislamiento térmico, acústico y buenos retardadores de fuego. Algunos constructores no los utilizan, aduciendo que por su tamaño pequeño, comparados con otras unidades de levantado, se necesita mayor cantidad de ellos por metro de construcción; y por lo tanto, puede incrementarse tanto el tiempo como el costo. Aunque se compensa con la solidez en paredes, dependiendo también con las unidades con los que se les compare.

#### 6.2) ANTECEDENTES HISTORICOS:

Para establecer en este caso un dato histórico, es muy difícil determinar cuan larga y antigua es su ocupación,



puesto que los fragmentos encontrados a lo largo de nuestra historia demuestran alguna especie de ladrillo desde la más remota antigüedad. Evolucionando principalmente en capacidad y procesos de fabricación.

Existen en Guatemala, desde épocas muy antiguas una gran cantidad de fábricas pequeñas; pero en forma empresarial, surge en 1957, la primera fábrica un poco industrializada; que desde esa época a la actual ha evolucionado, hasta convertirse en una empresa grande, bastante desarrollada y con tecnología de avanzada, produciendo materiales para la construcción, de barro cocido moldeados al vacío; con el objetivo de hacer las unidades más compactas, y evitar en lo posible burbujas en su interior que puedan restarle resistencia. Paralelamente, las fábricas pequeñas también han evolucionado, en forma y estilo, para adecuarse a las condiciones y requerimientos presentes.

### 6.3) COMPOSICION Y PROPIEDADES:

La composición química de los materiales arcillosos, se presenta como una descomposición de feldespatos, micas, y minerales ferrosos. Los materiales arcillosos son fundamentalmente las caolinitas, haloisinitas, montmorillonitas, e ilítas.

#### PROPIEDADES:

Todas las arcillas, que no contengan cal, ni yeso, son utilizables para la fabricación de ladrillo, en todas sus fases.

#### PLASTICIDAD:

Esta es una propiedad muy importante en la fabricación de ladrillos por la manejabilidad de la pasta. La plasticidad de la arcilla varía, según su composición impurezas. A esto se debe, que existan arcillas, magras (arenosas), las arenosas y plastitas o muy grasas. Para comprobar esta propiedad, se fabrica con ella un cilindro, y luego se aplasta, hasta dejarlo compacto; demuestra con esto si el cilindro no se agrieta demuestra una buena plasticidad.

#### 6.4) PROCESOS DE FABRICACION:

Los procesos de fabricación difieren un poco, dependiendo de donde sea fabricado. En este caso se describe en términos generales, el proceso que se sigue en una empresa grande con tecnología moderna; por lo que su proceso y control de calidad, es bastante completo.

El proceso, se inicia seleccionando una materia prima de buena calidad, lo cual se determina en base a experiencia propia, o por medio de ensayos mecánicos, físicos, y químicos de las arcillas. Este proceso de control, no se efectúa en la mayor parte de las fábricas de ladrillos, sino que únicamente se concretan a una verificación visual del material.

Después, se envía el material a la fábrica por medio de camiones, se chequea qué tipo de arcilla es, y se decide en qué porcentaje hay necesidad de mezclarle talpetate. Normalmente se utiliza un promedio de 66% de arcilla y un 33% de talpetate. Estos son mezclados y pasados por una picadora que deshace los terrones que pudiera tener, y deposita todo

el material en una faja transportadora que lo lleva a una mezcladora que le agrega agua y afina la pasta, para seguidamente conducirla a una laminadora. El proceso de fabricacion de la pasta se hace al vacío, para eliminar burbujas de aire y lograr con esto el producto mas compacto y resistente. En este proceso, se aplica una presión que fluctúa entre 9 lb/pulg<sup>2</sup> y 22 lb/pulg<sup>2</sup>; saliendo el material de la prensa en forma de barra, que es cortada, por medio de una cortadora automatica de alambres de acero, en los tamaños que se requiera; para procederse entonces al secado.

El sistema mencionado anteriormente, es aplicable a ladrillos, baldosas, celosías, ladrillos especiales para viguetas, fachaletas, etc; siendo solamente necesario cambiar el molde correspondiente a cada tipo.(\*)

#### FABRICACION TRADICIONAL DE PRODUCTOS DE BARRO:

El proceso tradicional de fabricación de productos como ladrillo tayuyo, baldosas, tejas, etc., es muy sencillo, ya que todo el proceso se efectúa manualmente. La pasta se hace de barro, tierra en polvo y agua. Se deshacen bien los terrones, normalmente por los mañanas para poder manufacturar en las tardes, los productos.

Generalmente se usan moldes de madera, en los cuales se asienta convenientemente la masa, hasta que tome exactamente la forma del molde; cuando ésto se efectúa, se sacan del mismo, y se procede a secarlos al sol, para que al estar lo

(\* ) Fábrica Inmaco.

suficientemente secos se puedan manipular, para ser trasladados al horno por aproximadamente 24 horas, según criterio de la persona encargada.

#### 6.5) CONTROL DE CALIDAD:

Para el control de calidad de estos productos, se ha determinado que en fábricas mayores, ocasionalmente se envían muestras al laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para que se les efectúen los ensayos básicos convencionales, que son los siguientes:

##### a) APARIENCIA, PESO Y MEDIDAS:

Se efectúan, para comprobar, si las muestras cumplen con una correcta apariencia exterior, y que su peso y medidas son las especificadas, según el tipo.

##### b) MODULO DE RUPTURA.

##### c) RESISTENCIA A COMPRESION.

##### d) RESISTENCIA A FLEXION.

Se evalúa que las unidades tengan capacidad de resistir los distintos esfuerzos a que van a estar sometidos.

##### e) PORCENTAJE DE ABSORCION:

Evalúa el % de absorción de agua que puedan tener las unidades.

A solicitud también efectuarse otros ensayos, siendo estos:

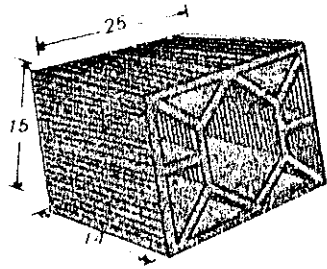
SUCCION.

COMBAMIENTO.

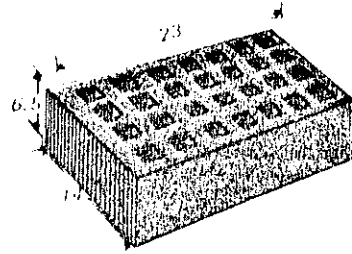
EFLORESCENCIA.

MOLDEADOS AL VACIO

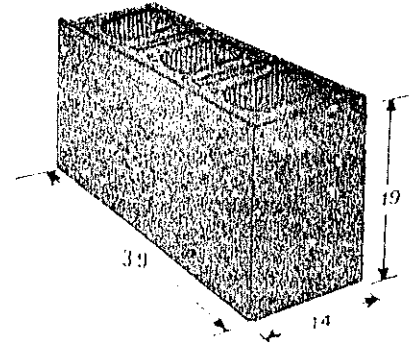
TIPOS Y TAMAÑOS



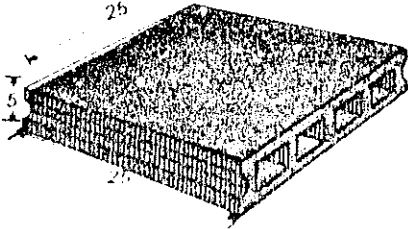
CLONIA HEBERADA TIPO 16 A



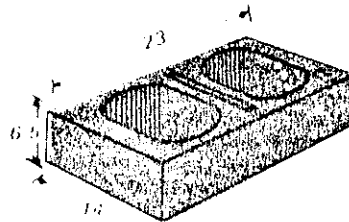
LADRILLO PERFORADO TIPO 21



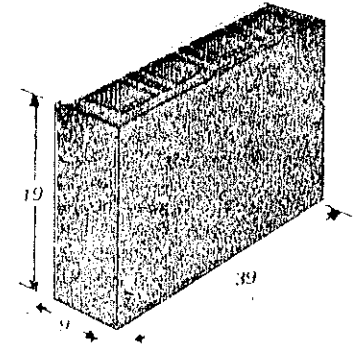
SUPERBLOCK TIPO 36



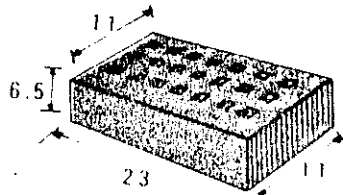
BALDOYA DOBLE TIPO 17



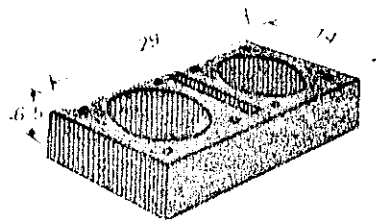
LADRILLO TUBULAR TIPO 21-B



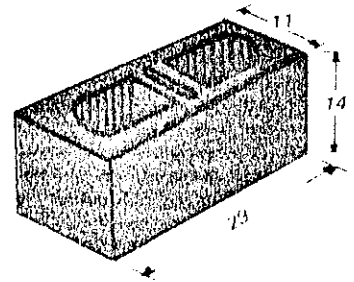
SUPERABOQUE TIPO 37



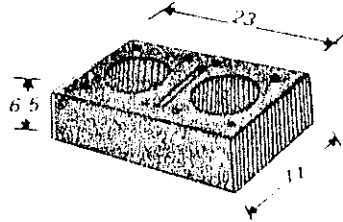
LADRILLO PERFORADO TIPO 19



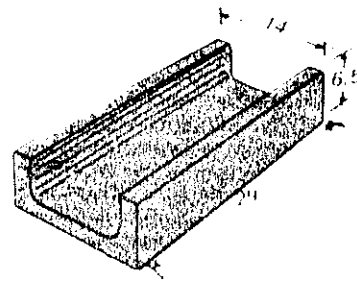
LADRILLO TUBULAR TIPO 21-L



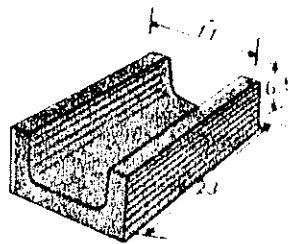
LADRILLO TUBULAR TIPO 19 L - D 14



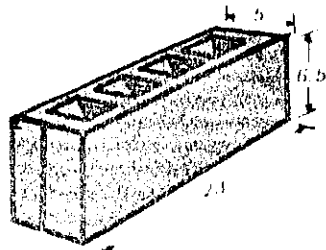
LADRILLO TUBULAR TIPO 19-B



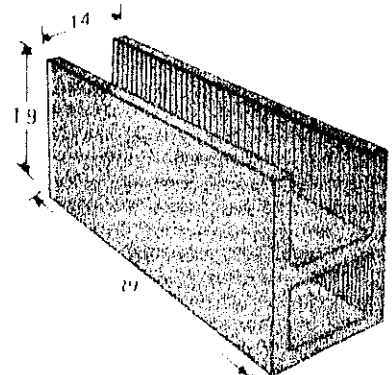
SOTERA TIPO 21-LU



SOTERA TIPO 19-LI



FACHALLA DOBLE TIPO 34  
ILUSTRACION 9



SUPER-SOTERA TIPO 36-LI

## 6.6) USOS Y DISPONIBILIDAD:

### a) LADRILLOS:

Son utilizados en funciones similares a los blocks, en todo tipo de levantados, en muros, cimentaciones, tabiques, bardas, muebles fijos, pozos de absorción, cajas de registro, etc.

Se pueden adquirir fabricados, de cemento y barro cocido.

Se fabrican en distintos estilos y tamaños, para diferentes funciones y usos estructurales o preferencias de los usuarios.

### b) PRODUCTOS DE BARRO COCIDO DISPONIBLES:

TIPO O CLASE	DIMENSIONES/cm ancho alto largo	PESO lb	CANTIDAD por m2
ladrillo perforado	11 x 6.5 x 23	4.00	55
ladrillo perforado	14 x 6.5 x 23	5.00	55
ladrillo perforado	11 x 11 x 23	7.25	34
ladrillo perforado	14 x 11 x 23	10.00	34
ladrillo perforado	14 x 13 x 29	12.00	23
ladrillo perforado	14 x 6.5 x 29	7.50	44
ladrillo perforado	14 x 9 x 29	8.50	34
ladrillo tubular	11 x 6.5 x 23	3.50	55
ladrillo tubular	11 x 6.5 x 29	4.25	44
ladrillo tubular	11 x 9 x 29	6.00	34
ladrillo tubular	11 x 14 x 29	10.00	22
ladrillo tubular	11 x 11 x 23	6.50	34
ladrillo tubular	14 x 6.5 x 23	4.50	55
ladrillo tubular	14 x 11 x 23	8.00	34
ladrillo tubular	14 x 6.5 x 29	5.25	44
ladrillo tubular	14 x 9 x 29	7.00	34
ladrillo tubular	14 x 11 x 29	10.00	28
ladrillo tubular	14 x 13 x 29	11.00	23
ladrillo tubular	14 x 13 x 29	13.50	22.2
superblocks	14 x 19 x 39	20.50	12.5
supertabique	9 x 19 x 39	16.50	12.5
celosía estrella	14 x 11 x 23	9.00	28.0
celosía inclinada	14 x 15 x 25	9.00	26.0
celosía margarita	14 x 14 x 23	10.00	28.0
celosía cuadrada	15 x 15 x 25	5.00	40.0

continuacion:

solera sencilla	11 x 6.5 x 23	4.5	60.0
solera sencilla	14 x 6.5 x 23	5.0	60.0
solera sencilla	14 x 6.5 x 29	6.0	5.0
solera sencilla	14 x 9 x 29	8.0	33.0
solera	11 x 14 x 29	12.0	22.2
solera	14 x 14 x 29	14.0	22.2
supersolera	14 x 19 x 39	19.5	12.5
tayuyo	11 x 6.5 x 23	7.0	60.0
zap de 8	25 x 8 x 25	9.0	16.0
zap de 12	25 x 12 x 25	12.0	16.0
zap de 16	25 x 16 x 25	14.0	16.0
zap de 20	25 x 20 x 25	20.0	16.0
terminal de 8	25 x 8 x 25	8.5	16.0
terminal de 12	25 x 12 x 25	10.8	16.0
terminal de 16	25 x 16 x 25	12.0	16.0

**6.7) MERCADEO - ESTADISTICAS:  
LADRILLOS DE BARRO COCIDO  
PRECIOS PROMEDIO ANUAL (Q.x millar)  
1990 A 1995**

AÑOS	TIPOS		
	L. PERFORADO (6.5x11x23 cm)	L. TUBULAR (6.5x11x23 cm)	L. TAYUYO (6.5x11x23 cm)
1990	261.27	227.55	590.99
1991	321.50	288.87	715.84
1992	379.70	367.03	900.77
1993	437.06	398.76	1009.77
1994	468.32	454.26	1059.87
1995	469.61	457.84	1061.85

TABLA 6.1

FUENTE: Cámara Guatemalteca de la Construcción.  
Promedio en Fábricas y distribuidoras.

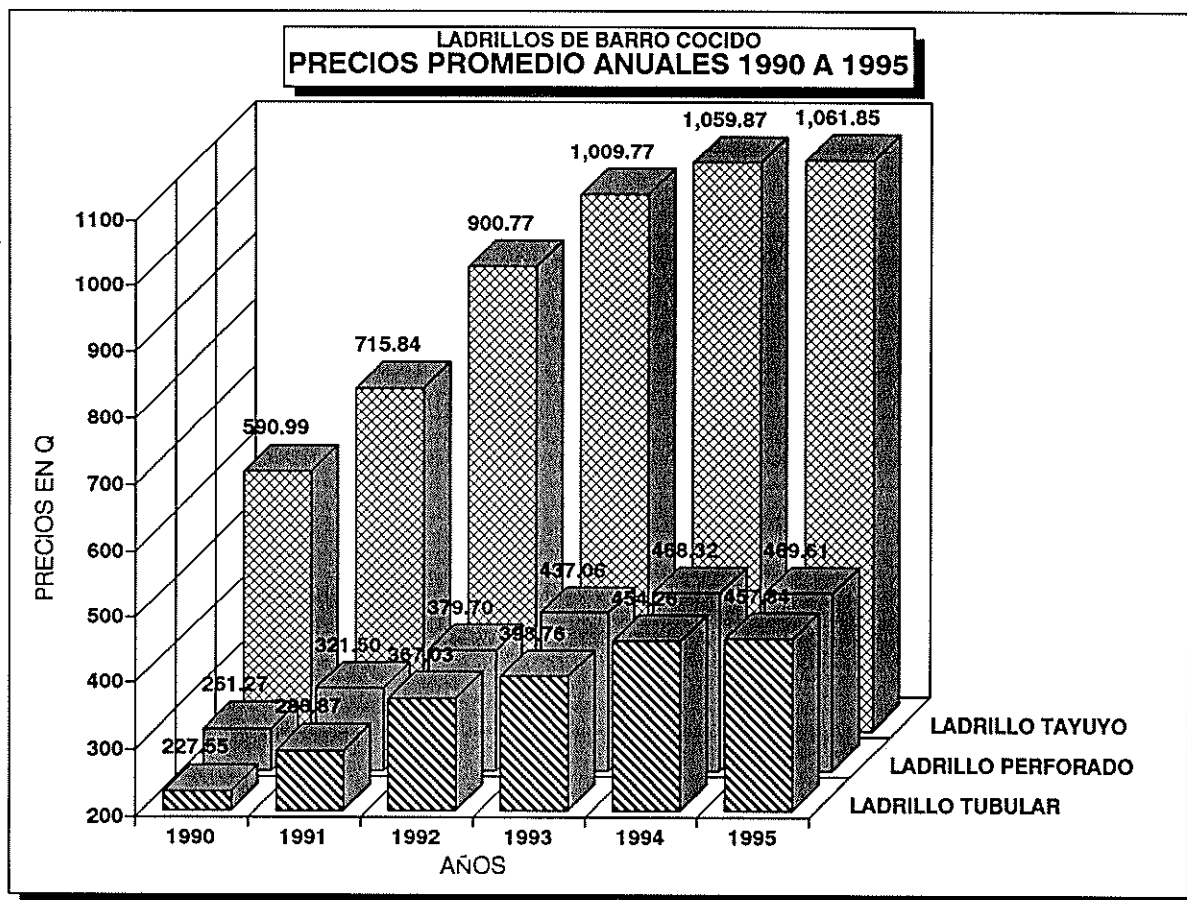
VARIACION DE PRECIOS MENSUAL  
1993 - 1994

1993	LADRILLO PERFORADO	LADRILLO TUBULAR	LADRILLO TAYUYO
ENERO	386.54	373.70	917.00
FEBRERO	386.54	378.70	917.00
MARZO	404.72	381.72	917.00
ABRIL	427.33	402.59	998.84
MAYO	450.74	425.59	1041.11
JUNIO	450.74	425.59	1041.11
JULIO	450.74	425.59	1041.11
AGOSTO	450.74	425.59	1041.11
SEPTIEMBRE	450.74	425.59	1041.11
OCTUBRE	450.74	425.59	1041.11
NOVIEMBRE	467.59	449.94	1060.37
DICIEMBRE	467.59	449.94	1060.37
<b>1994</b>			
ENERO	467.59	449.94	1060.37
FEBRERO	467.59	449.94	1060.37
MARZO	484.71	460.64	1071.07
ABRIL	475.41	463.63	1067.65
MAYO	475.41	463.63	1063.65
JUNIO	475.41	463.63	1067.65
JULIO	461.71	449.94	1053.95
AGOSTO	461.71	449.94	1053.95
SEPTIEMBRE	461.71	449.94	1053.95
OCTUBRE	461.71	449.94	1053.95
NOVIEMBRE	461.71	449.94	1053.95
DICIEMBRE	461.71	449.94	1053.95
<b>1995</b>			
ENERO	469.61	457.84	1061.55
FEBRERO	469.61	457.84	1061.55
MARZO	469.61	457.84	1061.55

TABLA 6.2

Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción.





GRAFICA 11

COMPORTAMIENTO PROMEDIO ANUAL DE PRECIOS PARA LADRILLOS DE BARRO  
AÑOS DE 1990 A 1995, (Q. x millar)

Elaboracion:  
Propia.

Fuente:  
Boletines Estadísticos, Cámara Guatemalteca de la Construcción

## CAPITULO VII

### 7. MATERIALES PREMEZCLADOS EMPACADOS

#### 7.1) CARACTERISTICAS, USOS:

Actualmente debido al auge y desarrollo que ha tenido la construcción en el país, los productos y materiales utilizados en la misma se han diversificado enormemente, para adecuarse a las diversas necesidades del usuario. Dentro de ellos, han surgido los productos premezclados empacados; creados con el objeto de facilitar el trabajo en este campo. Presentando al sector de construcción algunas ventajas, entre las que se pueden enumerar las siguientes:

Evitan el inconveniente de adquirir cada componente, para formar las mezclas.

Se presentan graduaciones exactas, de acuerdo a los diferentes requerimientos estructurales.

Evitan el desperdicio de materiales sobrantes, porque puede cuantificarse fácilmente su rendimiento y adquirir sin mayor cálculo, solo lo necesario.

Existe una buena diversidad de productos para escoger, según las necesidades.

Los principales productos que pueden mencionarse son:

##### a) MEZCLAS PARA LEVANTADO:

De este tipo de productos, se distribuyen diferentes tipos, según el uso a que se destine; se ofrecen a cumplir con la norma ASTM C-270, para proporciones y propiedades en mezclas, y la clasificación por tipos sugerida por el FHA.

En general se conforman por un conjunto de agregados livianos, con graduación granulométrica ASTM-35, cal y cemento; para ser mezclados en obra.

USOS:

Según el tipo de mezcla para levantado y su resistencia, así varía su uso; utilizándose en levantado de muros; de block, ladrillo o piedra; reparación de juntas; fundición para llenado de pines, etc. (\*), (\*\*)

b) CONCRETO LIVIANO ESTRUCTURAL:

Es un producto formado por agregados livianos, normados por ASTM C-330; siendo, cal, cemento y aditivo.

Es ofrecido al público con una resistencia media a compresión de 140 kg/cm<sup>2</sup>; para producir un concreto estructural liviano, con un peso no mayor a los 1500 kg/m<sup>3</sup> (\*), (\*\*\*)

Se recomienda para:

Concreto para relleno de paredes a base de pines.

Fundición de cimientos y soleras.

Fundición de vigas y columnas.

Fundición de pisos para viviendas.

Fundición para todo tipo de elementos estructurales.

Fundición para losas de techos y entrepisos.

c) CONCRETO GRAVA (3/8, 1/2, 3/4), DE 3000 A 4000 psi.

Está formado en las cantidades adecuadas de agregados, con el tamaño especificado; cal y cemento, con capacidad para resistir los esfuerzos en su presentación.

(\*) Procreto S.A. (Promix)

(\*\*) Ready S.A. (Mezcla Lista).

(\*\*\*) Mixto Listo S.A.

SE RECOMIENDA PARA:

Cimentaciones, columnas, soleras, vigas, muros, losas, entrepisos, instalaciones, etc.

d) MEZCLA PARA LEVANTADO TIPO "M":

Mezcla de alta resistencia. Se recomienda usarse en muros reforzados y sin refuerzo, sujetos a cargas de compresión y cargas laterales fuertes, por presión de suelos. vietos huracanados o terremotos. También se recomienda para estructuras enterradas y en contacto con el suelo, como cimientos, sótanos, muros de contención, fosas sépticas, pozos de visita, tragantes, alcantarillas, pavimentos, aceras, patios, etc. (\*)

e) MEZCLA PARA LEVANTADO TIPO "N":

Mezcla de resistencia media. Para todo uso de estructuras sobre el nivel del suelo; para pegar azulejos, para paredes interiores y divisorias, etc. (\*)

f) MEZCLA PARA LEVANTADO TIPO "L-2":

Se recomienda para levantado de muros no estructurales, por ejemplo para cisa en paredes de ladrillo visto. (\*)

g) CONCRETO LANZADO:

Usado en estabilizaciones de taludes; para forjado y ensabietado de paredes. (\*)

h) MEZCLON:

Este producto se compone de agregados livianos, premezclados con cal hidratada y cemento.

(\*) MIXTO LISTO S.A.

USOS RECOMENDADOS:

Fundición de rellenos para pisos y losas de entrepiso.

Fundición de desniveles (pañuelos).

Rellenos entre muros, para reducir transmisión acústica y mejorar aislamiento térmico.

Recubrimiento superficiales -granceados. (\*) (\*\*)

e) FIBRACRETO:

Es un concreto especial de alta resistencia, adicionado con fibras sintéticas como refuerzo adicional.

USOS:

Se recomienda como un super concreto para fundiciones mayores en lugar o en planta. (\*\*)

f) MEZCLA PARA REPELLOS:

La conforman con un conjunto de agregados livianos, con graduación normalizada ASTM C-35, y tamaño adecuado, cal y cemento.

USOS:

Se recomienda para aplicaciones en muros de block, ladrillo, piedra o adobe; Levantado de muros tipo livianos; En colocación de pisos o pegar, tejas, baldosas, etc. (\*) (\*\*)

g) ALISADOS, CERNIDOS, BLANQUEADOS:

Son productos formados con agregados livianos graduados cal y cemento, que deben ser mezclados en obra, con la cantidad recomendada de agua. (\*) (\*\*)

(\*) Procreto S.A.(Promix)

(\*\*) Ready S.A.(Mezcla Lista)

USOS:

Cernidos y blanqueados en muros de concreto, block y ladrillo; reparacion en muros de mamposteria y pequeñas grietas; y en todo tipo de acabados lisos, techos y detalles.

h) GRANCEADO:

Es un producto compuesto por agregados livianos graduados, cal y cemento, formulado para un tipo de acabado.

USOS:

Acabados finales de paredes o cielos. (\*),(\*\*).

i) CERNIDOS REMOLINEADO, CERNIDO VERTICAL:

Estos son productos formados por agregados livianos cal y cemento, formulados especialmente para un tipo de acabados.

USOS:

Acabados finales de paredes, cielos y detalles. (\*),(\*\*)

j) SABIETA:

Este es un mortero de uso general, recomendado para levantado de paredes, ensabietados, estucados, etc.(\*\*)

k) PIN PLAS:

Este es un nombre comercial de un producto creado para utilizarse como revestimiento plastico, en paredes y cielos, en mamposteria, yeso, plywood, fibrocemento, etc.; su presentación es en polvo y esta formado por carbonatos de calcio, mármoles, resinas y aditivos. Se le debe agregar agua para su uso, y puede colorearse previamente. (\*\*)

(\*) Procreto S.A.(Promix)

(\*\*) Ready S.A.(Mezcla Lista)

p) LECHADA (GROUT):

Es un producto que se utiliza para afinar la superficie de repellos gruesos; para repellos menores de 8 mm; como acabado rústico en paredes; y para levantado de paredes en donde se especifique este mortero o en sistemas de mampostería reforzada.

7.2) PRESENTACION Y RENDIMIENTO:

PRODUCTO:	PRESENTACION: (bolsa de)	RENDIMIENTO:
a) MEZCLA PARA LEVANTADO	.... 40 o 43 kg..	40 bolsas x m3
b) CONCRETO 3/8" - 3000 PSI.....	30 kg ....	65 bolsas x m3
c) CONCRETO 3/4" - 3000 PSI.....	30 kg ....	67 bolsas x m3
d) MEZCLAS TIPO M para levantado	30 kg ....	56 bolsas x m3
e) MEZCLAS TIPO N para levantado	30 kg ....	55 bolsas x m3
f) TIPO L-2 .....	30 kg .....	55 bolsas x m3
g) CONCRETO LANZADO .....	30 kg .....	62 bolsas x m3
h) MEZCLA DE REPELLO.....	40 ó 43 kg ..	29 ó 31 b.x m3
i) CONCRETO GRAVA (3/8,1/2,3/4")	45 kg ....	40 bolsas x m3 de 3000 - 4000 PSI.
j) CONCRETO LIVIANO ESTRUCTURAL.	40 kg .....	29 bolsas x m3 de 2500 LBS.
k) CONCRETO LIVIANO ESTRUCTURAL.	40 kg .....	33 bolsas x m3 DE 3000 LBS.
l) MEZCLON .....	40 o 43 kg ..	25 ó 29 b.x m3
m) UNIBLOCK .....	43 kg .....	----
	DE 1/16, 1/8, 3/16, 1/4"	
n) FIBRACRETO .....	43 kg .....	20 bolsas x m3
o) MEZCLA PARA REPELLOS.....	40 o 43 kg ..	29 bolsas x m3
p) ALISADOS, CERNIDOS, BLANQUEADOS	40 o 43 kg	29 ó 20 b.x m3
q) GRANCEADO .....	43 kg .....	20 bolsas x m3
r) CERNIDO REMOLINEADO/ VERTICAL	43 kg .....	29 bolsas x m3
s) SABIETA ARENA DE RIO.....	45 kg .....	35 bolsas x m3 1/16, 1/8"
t) Pin Plas.....	45 kg .....	-----
u) LECHADA (GROUT).....	43 kg .....	40 bolsas x m3
v) LEGOCRETO PARED.....	43 kg.....	-----

Fuente:

Procreto S.A  
Ready S.A.  
Mixto Listo S.A.

## CAPITULO VIII

### 8. ADITIVOS

#### AGENTES ADICIONALES AL CONCRETO, ADMIXTURAS, ADITIVOS:

Estos son productos creados para modificar, mejorar o impartir propiedades a los cementos, morteros, o concretos. Existen algunos formulados especialmente para modificar propiedades al concreto o morteros, en estado fresco y algunos en estado endurecido; según sea el fin perseguido.

#### 8.1) ADITIVOS PARA CONCRETO FRESCO:

Pueden clasificarse de la forma siguiente:

##### a) LOS PLASTIFICANTES:

Producen concretos más plásticos, menos segregables, y más manejables. Hacen el concreto más fluido sin tener que aumentar la cantidad de agua; con lo que se puede disminuir la cantidad de cemento y mejorar su resistencia.

##### b) INCORPORADORES O INCLUSORES DE AIRE:

Dispersan uniformemente en la masa de concreto, un elevado número de burbujas de aire, muy pequeñas, las que tienen dos efectos:

b.1) Mejorar la cohesión y manejabilidad de la mezcla.

b.2) Hacer mas resistente el concreto a las heladas.

##### c) RETARDADORES DE FRAGUADO:

Aumentan el tiempo en que el concreto se mantiene plástico y sin endurecer. Son útiles cuando el concreto fresco deba transportarse a lugares lejanos o cuando hay mucho calor y viento, porque dejan más tiempo para transportar y colocar el concreto.



d) ACELERANTES DEL FRAGUADO:

Hacen que el concreto se endurezca rápidamente. Son útiles en tiempo de frío extremo, ya que éste retarda el endurecimiento del concreto. En nuestro medio no son muy recomendados; solamente para casos especiales, para lo que se deberá tener buena supervisión.

e) ACELERANTES DE RESISTENCIA:

Incrementan la resistencia inicial del concreto, por lo que presentan la ventaja de reducir el tiempo de desencofrado; además son útiles en reparaciones rápidas en construcción. En concreto reforzado, se recomienda no usar acelerantes a base de cloruro de sodio, ya que con éstos se favorece la corrosión del refuerzo de acero.

**8.2) ADITIVOS PARA CONCRETO ENDURECIDO:**

Se encuentran de diversos tipos y con muchos fines. Entre ellos estan:

a) LOS IMPERMEABILIZANTES:

Son recubrimientos impermeables, basados en resinas, asfaltos, cementos, etc., para usos en impermeabilización de techos, azoteas, paredes, en morteros o como protectores en superficies sometidas a tráfico.

b) NEUTRALIZANTES DE CORROSION:

Estos son productos para la protección de superficies en contacto con sales, ácidos o sustancias que puedan causar corrosión o desgaste.

c) COLORANTES:

Consisten en una mezcla de colorantes en polvo, cemento, agregados no-reactivos y aditivos de acondicionamiento para la superficie. Creados para proporcionar color a superficies de concreto ya alisados, pero aún con apariencia plástica.

En general, existe una diversidad de productos creados para una o varias funciones, entre las que se mencionan:

- 1) Mejorar trabajabilidad del concreto fresco.
- 2) Mejorar durabilidad.
- 3) Acelerar fraguado o endurecimiento.
- 4) Retardar el fraguado.
- 5) Promover reacción puzolánica con cal libre del cemento.
- 6) Ayudar al curado.
- 7) Impermealizar el mortero o concreto.
- 8) Dispersar cemento en la mezcla.
- 9) Promover resistencia al desgaste.
- 10) Reducir contracción volumétrica.
- 11) Airear el mortero o concreto para producir concreto liviano.
- 12) Impartir color, o evitar corrosión.
- 13) Neutralizar reacciones químicas.
- 14) Reducir calor de hidratación.
- 15) Facilitar desencofrados.
- 16) Endurecer superficies.
- 17) Expandir el concreto o mortero.

### 8.3) ADITIVOS, ADMIXTURAS Y OTROS PRODUCTOS

#### TIPOS Y USOS

De estos productos para ser mezclados al cemento portland o al concreto o a morteros endurecidos, se encuentran en el mercado de la construcción de diversas marcas, presentaciones y tipos, según el fin perseguido. Según su uso se pueden clasificar de la siguiente forma:

#### a) ADITIVOS PARA MEJORAR ADHESION Y CURADO:

Son utilizados para:

Mezclas para parchar concreto; mejorar adherencia al mortero y repello; reducir grietas en repellos del cemento; para curar concreto y evitar evaporación del agua durante el fraguado; para pegar concreto nuevo con concreto viejo; para retardar el fraguado y reducir la cantidad del agua; como acelerantes de fraguado para concreto y morteros; etc.

Dentro de ellos se pueden mencionar en general por sus nombres comerciales, distribuidos por varias empresas, los siguientes:

PRODUCTO:	USOS:
ADHECRET	Adherente de concreto.
SIKA 2	Acelerante de fraguado rápido.
ACRIL	Para mejorar adhesión y curado.
GRANI-RAPID	Adhesivo de alta resistencia y fraguado rápido.
VP1 ACRIL	Aditivo para adherencia al mortero y repello.
EPOXICO SUPERSTICK 58	Pegamento para unir concreto nuevo a viejo.

STERNKURE GREEN	Líquido para curar concreto, en exteriores o interiores.
STERNKURE WHITE PIGM.	Líquido para curar concreto en exteriores.
PLASTIMENT VZ	Retardador, reductor de agua.
PLASTIMENT	Plastificante, retardante.
SIKASET L (SIKACRETE)	Acelerante para concreto.
ULTRA/MASTIC I	Adhesivo para pisos y muros.
N.V.R. CONCENTRADO	Atrapador de aire.
PORZITE	Retardador de fraguado para concreto, y reductor de agua.
HARDENFAST	Acelerante para concreto y mortero.
PEGAZUL	Adhesivo para fraguado lento en pisos y muros.
PEGAMIX	Mortero para pisos y muros
ULTRAMASTICK	Adhesivo para pisos y muros.
SIKA AER	Incorporador de aire.
SIKALATEX	Aditivo para reparación de pisos, para pegar concreto, repellos etc.
SIKACEM 810	Aditivo para mortero y concreto.
SIKACEMENT	Plastificante y reductor de agua.
ANTISOL	Curador de concreto.

Estos son algunos ejemplos de la gran variedad de productos que existen de este tipo.

Pueden mencionarse también otros productos utilizados como selladores, o con funciones especiales tales como:

HIDROPLUG	Este es un cemento de fraguado rápido (3 minutos), usado para fugas de agua.
WATERPLUG	Sellador de grietas en mampostería o concreto, (3 a 5 minutos).

IMPREGMIX	Sellador de concreto contra humedad.
PLANICRETE 50	Sellador, adhesivo en paneles de yeso
SONALSASTICK NP-1, NP-2	Sellador para juntas de dilatación.
FLOOR SEALER ROJO	Sellador de piso.
NOX-CRETE	Separador de formaletas.
SIKA	Desencofrante para formaletas.
SEPAROL	Desencofrante de concreto.
SIKAGROUT 212	Mortero expansivo para rellenos, y áreas confinadas.
SIKATOP	Mortero para reparación de estructuras de concreto (vigas, cols., etc.).
M-BED CONCENTRADO	Cemento o mortero expansible.
MULTIPACH	Cemento que no se contrae, para relleno de ratoneras y columnas en mal estado.

Entre los impermeabilizantes y selladores, existen algunos basados en sustancias asfálticas o cementosas; y pueden ser líquidos o membranas asfálticas. Pueden mencionarse:

ASFALT SATURATE FELT	Membrana saturada de asfalto para refuerzo de impermeabilización.
HIDROSEAL:	Es un revestimiento impermeabilizante de base cementosa.
LIKOLD:	Impermeabilizante a base de asfalto.
MEMBRANA HLM 5000:	Impermeabilizante para losas y paredes
STERAD 300:	Impermeabilizante y plastificante.
SIKA 101 MORTERO :	Recubrimiento impermeable, decorativo, para tanques de agua, piscinas, etc.
SIKA TRANSPARENTE:	Protector y repelente de agua.

SIKA VINIL: Recubrimiento para concreto, acabados, impermeabilizados asfálticos, canchas de tenis, losas, enladrillados, etc.

SIKAGARD: Cubierta epóxica, anticorrosión.

SIKASEAL: Líquido impermeabilizante a prueba de vapor.

SIKATECHO: Recubrimiento a base de asfalto, para capas de rodamiento, puentes, jardines, muros de contención, etc.

EMULSIKA: Recubrimiento asfáltico para techos o azoteas.

OTROS:

CLEAR, CP SEAL, VINILAK, PLASTISEAL, AQUASPOT, CLEAR, ETC.

Entre los colorantes para concreto se pueden mencionar:

SUPERSTONE PIGMENTO: Formado por colorantes en polvo, cemento, agregados no reactivos y aditivos.

BOND 106 : Pintura epoxica de dos componentes, en colores gris, plateado y transparente.

COLORHAR CONCENTRADO (rojo o gris) Colorante endurecedor para pisos sujetos a manchas o abrasión.

OTROS USOS:

SIKATOP-ARMATECH 108: Recubrimiento anticorrosivo para armaduras de refuerzo de concreto.

PORCELANA: Cemento para estucar azulejo.

ACIDO OXALICO: Químico para darle brillo al piso de granito.

THOROTEX: Fibra de cemento, revestimiento acústico para cielos y paredes.

IGAS NEGRO: Masilla plástica para sellar juntas en concreto, mortero y mampostería.

SIKA MULTI-SEAL: Cinta autoadhesiva de aluminio, para sellos en tragaluces, salientes de techo, goteras, etc.

## CAPITULO IX

### 9. PREFABRICADOS

#### 9.1) ANTECEDENTES:

En Guatemala surgen en 1957 los elementos prefabricados de concreto, con la producción de cercas y de viviendas rurales. La idea de prefabricado de concreto en este tipo de soluciones, es que se pueden llevar a cualquier lugar los elementos ya elaborados, y sin necesidad de utilizar maquinaria sofisticada, los mismos obreros pueden colocarla y ensamblarla. En 1963 se inicia la producción de elementos de concreto prefabricado, como auxiliares a la construcción tradicional, fabricando block y viguetas, para cubiertas de entrepisos y losas finales. En 1965 se producen elementos de mayor relevancia, tales como vigas prefabricadas para puentes con luces que pudieran cubrir un máximo de 12m. Básicamente casi todo lo producido en concreto prefabricado era preesforzado. En 1968 se fabrican planchas planas de concreto preesforzado, por sistemas de pretensión; ello permite su uso en paredes, muros de contención, losas finales, entrepisos, y puentes.

#### 9.2) DISPONIBILIDAD:

Existen en la actualidad en el renglón de prefabricados de concreto para construcción, diversas empresas con un buen nivel en el sentido de fabricación y cobertura al mercado nacional. Su campo de producción es bastante similar, fabricando esencialmente el mismo tipo de productos,

diferenciándose más que todo en forma y estilo, pero con similares funciones estructurales.

En términos generales los productos prefabricados son los siguientes:

Viguetas pretensadas para losas.

Block de bovedilla para losas.

Malla electrosoldada para losas, paredes, banquetas, etc.

Planchas de concreto.

Armaduras de acero de alta resistencia, como refuerzo de concreto reforzado.

Paneles estructurales.

Postes para cerco.

Casa completas prefabricadas, conformadas por planchas y columnas de concreto reforzado, soleras, tijeras, costaneras, y sus respectivos accesorios.

Fosas sépticas prefabricadas.

Canaletas.

Chimeneas. etc.

a) SISTEMAS DE LOSAS PREFABRICADAS CON VIGUETAS  
Y BLOCKS BOVEDILLAS

Es un sistema de nervios prefabricados pretensados (viguetas), que en combinación con blocks de relleno (bovedillas) y un recubrimiento estructural de concreto de un espesor mínimo de 5 cm, forma una losa resistente con amplias capacidades de carga.

Este sistema de losas se ha difundido ampliamente en el mercado de la construcción, ya que presenta algunas ventajas,



tanto técnicas como económicas, respecto a las losas convencionales; pudiendo mencionarse entre ellas, la reducción del peso total de la losa; ya que por su tipo de fabricación, en conjunto son menos pesadas que las losas convencionales. Presentan también facilidad y menos tiempo de construcción en cubiertas y hasta en edificios de varios niveles.

Una de sus principales ventajas, es que para su fundición, se utiliza menos formaleta, así mismo, en algunos casos, su costo también es menor, dependiendo de factores como el área a cubrir, requerimientos de la losa, y distancia al lugar donde se efectúe la obra. Con respecto a esto es notable que la mayor parte del mercado para las diversas empresas que fabrican y distribuyen este método constructivo, se encuentran en la ciudad capital o cercanas a ella, por lo que los costos al interior del país se incrementan por transporte.

Esencialmente los diferentes tipos de estas losas son similares, variando de acuerdo a las capacidades de carga y luces a cubrir; las que indican el tipo de viguetas, blocks y peraltes a usarse. Asimismo están condicionados al tipo de apoyos y de losa, según sean techos o entrepisos.

a.1) DESCRIPCION, ASPECTOS TECNICOS:

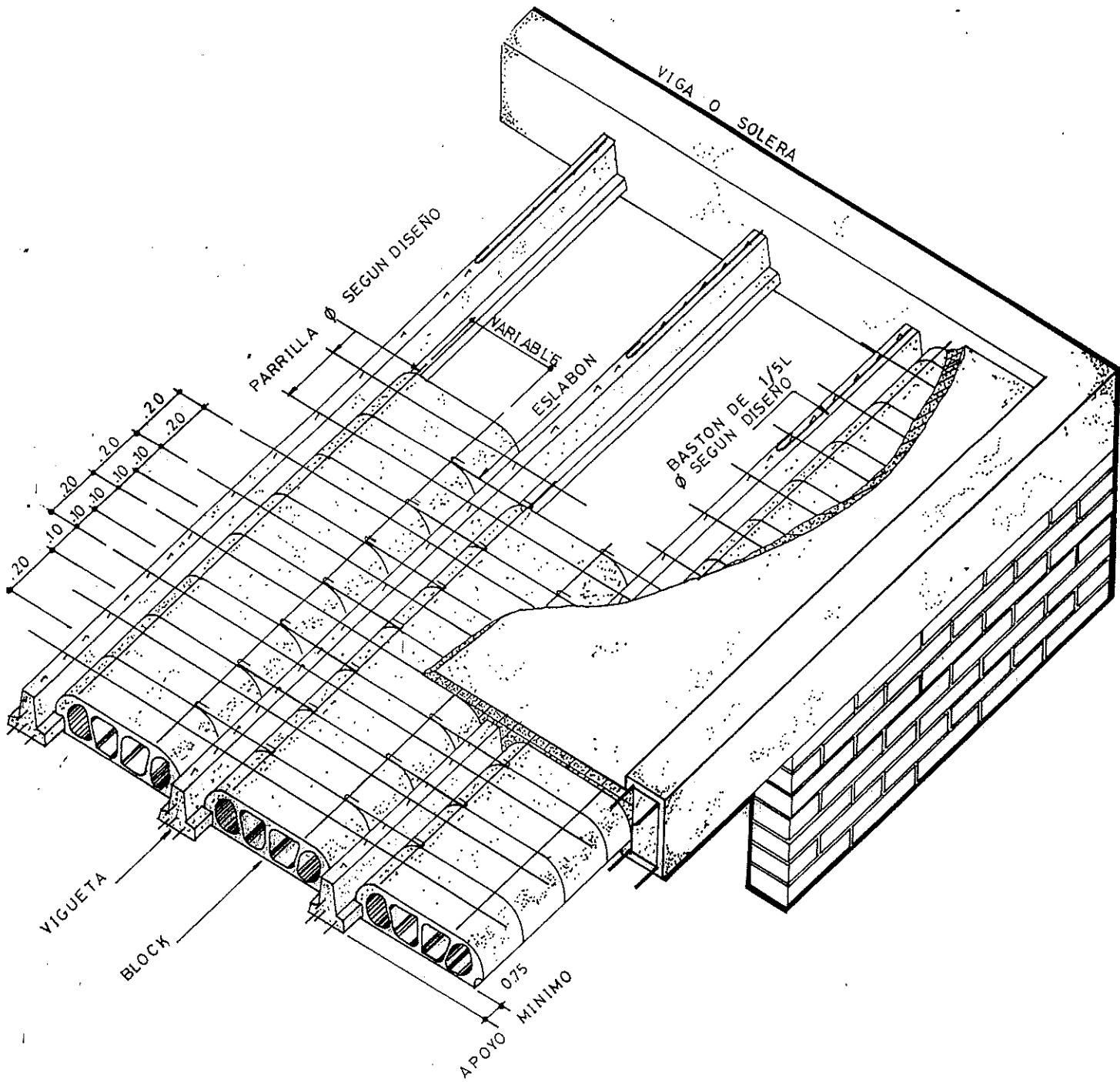
Es una losa formada por viguetas prefabricadas tipo "Joist", que de acuerdo a la empresa que las fabrique tienen longitudes que van desde los 5 hasta 7 m máximo; y blocks

bovedillas para relleno, con peraltes de 10, 14, 15, 20 o 25 cm. más una capa de recubrimiento estructural de concreto fundido en obra de 5 cm de espesor; lo que produce losas nervadas con peraltes en conjunto de 15, 19, 20, 25, 30 o 35 cm según el caso; con un módulo o espaciamiento de 50, 60 u 80 cm entre eje y eje de viguetas. Estos tamaños dependerán de los requerimientos del usuario y de las condiciones de la losa, para lo que la empresa fabricante recomienda la medida de los elementos. El hierro por temperatura también varía, pudiendo utilizarse malla electrosoldada de acero de alta resistencia; o utilizarse refuerzo No. 2 en forma de parilla, espaciada a cada 0.25 m, perpendicularmente a la vigueta o 0.20 \* 0.40 m con la distancia menor en la dirección perpendicular de las viguetas y un No. 2 paralelamente a la misma, al centro de cada block. Puede utilizarse como refuerzo adicional bastones No. 3 o iguales al del "Joist" de las viguetas, que deberán ir sobre cada apoyo de vigueta, teniendo como mínimo una longitud de adherencia de 0.30 m .

a.2) COLOCACION Y ARMADO:

Las viguetas se deberán colocar, cargadas en los extremos y espaciadas de acuerdo al módulo recomendado, y con el tipo de block que le corresponda a dicho módulo. A continuación, se deberán de poner parales como apoyo provisional espaciados de 1.50 a 2 m como máximo, según la recomendación debido a la luz a cubrir; y se fijarán por

medio de arriostras a media altura de cada paral. Pueden también colocarse a nivel de la solera de remate, alrededor del área a techar; y si el terreno no es muy compacto, se colocarán durmientes, para evitar que se undan los paraleles. Seguidamente se colocarán blocks bovedillas solamente engrapados con la vigueta, por la saliente que tienen, hasta llenar toda el área; después se procederá a colocar la parrilla de hierro de refuerzo, o en su caso, la malla de acero de alta resistencia, y los refuerzos adicionales que se tengan, y se fundirá el conjunto, con una capa de concreto de unas 3000 lb/pulg<sup>2</sup> como mínimo, con un espesor de al menos 5 cm asegurándose de llenar convenientemente todos los espacios. En lo que respecta al acabado, se recomienda en la parte superior, un alisado o acabado fino, y para la parte interior expuesta, una capa de mezclón recubierto de granceado o cernido fino, para dismular bien las juntas de las viguetas y bovedillas.



**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS :  
 DETALLE DE LOSA PREFABRICADA  
 CON VIGUETAS Y BLOCKS BOVEDILLAS**

**ILUSTRACION 10**

**b) VIGAS PREFABRICADAS:**

Son vigas pretensadas o postensadas, fabricadas en varios tamaños, según requerimientos, para diversos usos; como: estructuras con grandes luces, superestructuras de puentes, pasos a desnivel, losas para techos o entrepisos, etc.

**c) PLANCHAS PREFABRICADAS DE CONCRETO:**

Tienen diversos usos, losas, cercos, bardas, paredes, muros de contención. puentes etc.; para ser ensamblados en obra.

**d) POSTES DE CONCRETO PARA CERCO:**

Son postes de concreto fabricados en forma triangular, con longitudes de 2 a 3 m.

**e) FOSAS SEPTICAS PREFABRICADAS:**

Para canalizar aguas servidas. Se proporcionan con 3 tamaños: para 10 personas (capacidad de 800 lt); para 15 a 20 personas (1200 lt); para 20 a 25 personas (1600 lt).

**f) CASAS PREFABRICADAS:**

Son módulos habitacionales diseñados para: guardianias, bodegas, centros de salud, escuelas, viviendas rurales, etc.; se proporcionan, planchas y columnas de concreto, soleras, tijeras, costaneras, las puertas y ventanas, cemento y lámina o teja.

## CAPITULO X

### 10.SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON PRODUCTOS PREFABRICADOS MAMPOSTERIA REFORZADA CON PRODUCTOS PREFABRICADOS Y PREMEZCLADOS:

Debido a la evolución que han presentado los materiales de construcción, por el avance de tecnología y la puesta a disposición de unidades nuevas para la construcción por las diversas empresas del ramo; se presenta en la actualidad, el sistema de mampostería reforzada, como una alternativa al sistema tradicional de mampostería.

La mampostería tradicional, ha sido un sistema utilizado desde hace mucho tiempo, y fundamentó su creación en el aprovechamiento de la fuerza de gravedad, para garantizar la estabilidad de los elementos estructurales; y diseñado para que las unidades que componen la estructura, formen en conjunto, un sistema capaz de resistir las diferentes cargas a que sea sometido.

La mampostería reforzada, se inicia en California, USA, como un colateral al terremoto en esa ciudad en el año 1933; ya que se demostró que la mampostería tradicional, requería refuerzo para resistir las fuerzas laterales, como las de sismo. En Guatemala la mampostería tradicional se ha utilizado desde hace mucho tiempo, pero este sistema reforzado, con unidades de levantado especiales, acero de refuerzo, y cementante especial, todo en conjunto, es innovador y se ha estado promoviendo relativamente hace poco como un sistema de construcción alternativo en países sísmicos.

El sistema consiste en utilizar unidades de levantado, que pueden ser bloques de concreto comunes, ladrillos de barro cocido, etc., o unidades diseñadas especialmente en forma y dimensiones para acomodarse con los otros componentes que son, acero de refuerzo, mortero y un concreto lechoso premezclado, llamado comercialmente "lechada o grout"; que sirve de relleno a las paredes, para formar un sistema estructural unificado y monolítico.

Este sistema ha demostrado en ensayos en el extranjero (California, Nueva Zelanda y Japón), ser uno de los mejores para resistir esfuerzos cortantes, demostrando eficacia para soportar cargas laterales, incluyendo sismos, viento, etc.; así mismo capacidad de amortiguamiento y ductilidad.

#### 10.1) DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS:

##### a) UNIDADES DE MAMPOSTERIA:

Dependiendo el tipo de elemento estructural a construir, así serán las unidades de mampostería a utilizar; pudiendo ser ladrillos, blocks de barro o concreto; rellenos o huecos.

##### b) ACERO DE REFUERZO:

Barras de acero de refuerzo, de acuerdo al tipo de estructura, que van del tamaño # 3 hasta la # 11.

##### c) MORTERO:

Se utiliza un mortero convencional para levantado de estructuras, dependiendo del tipo que sea.

##### d) LECHADA:

Es un material premezclado, diferente a los morteros y

concretos comunes; fabricado básicamente de arena cemento portland, grava fina y agua. Existen dos clases de "lechada"; siendo las siguientes:

d.1) LECHADA FINA:

Usada para espacios de 1/4" o más, entre el acero y la unidad de mampostería. Normalmente las proporciones son de:

1 parte de cemento portland; 2 1/4 a 3 partes de arena; y agua hasta obtener un asentamiento de 8 a 10 pulg.

d.2) LECHADA GRUESA:

Se usa para un mínimo de espacio de 1/2" entre el acero reforzante y la unidad de mampostería. Las proporciones por volumen para una lechada gruesa, están estipuladas de la siguiente forma:

1 parte de cemento portland; 2 1/4 a 3 partes de arena fina; 1 a 2 partes de grava fina; y agua para un asentamiento de 8 a 10". La fluidez (slump), es importante porque permite que la lechada fluya dentro de las aberturas y alrededor de los refuerzos de acero.

Este sistema presenta algunas ventajas siendo:

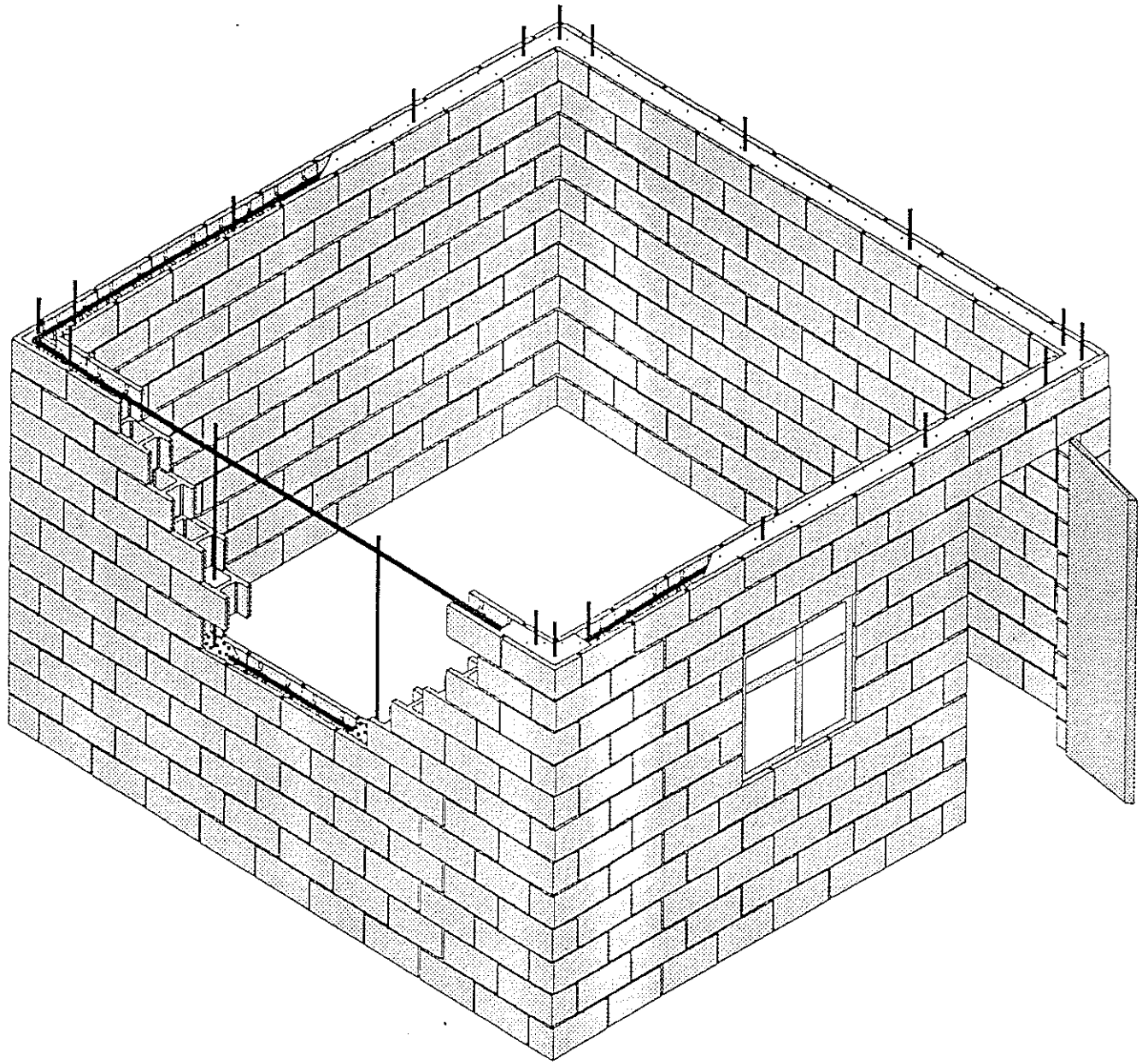
Utiliza unidades de mampostería especiales (blocks), para evitar desperdicios, proporcionan, mitades, o especiales para remates, soleras, columnas. etc.

No utiliza formaletas y utiliza menos hierro y concreto.

Menos tiempo de ejecución.

Se suministra por el productor, el mortero preparado, y la lechada para fundir el refuerzo interno.





SISTEMA CONSTRUCTIVO :

Mampostería Reforzada

ILUSTRACION II

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA CENTRAL

## CONCLUSIONES

a) El mercado de la construcción guatemalteco, para no quedarse en este campo, a la zaga de la tecnología moderna, ha debido ampliar y actualizar su tecnología, en materiales y productos para la construcción. De esta forma, el país se ha beneficiado, con la fabricación y utilización de todos estos elementos y productos nuevos, que se han unido a los ya comunes y tradicionales conocidos. Este desarrollo abarca todos los aspectos.

Respecto a los aglomerantes se cuenta en la actualidad, con varios tipos de cementos; algunos fabricados localmente, y otros importados, para los diversos usos y requerimientos que se puedan tener; así mismo varios tipos de cales, de diferentes cualidades y usos, para acomodarse a distintas condiciones económicas.

En agregados, se distribuyen extraídos naturalmente, o producidos por sistemas artificiales. Con respecto a hierro para construcción, existen varios fabricantes; produciendo de dos formas, algunos con materia prima importada (en lingotes de acero), y otras por lingotes fabricados localmente. En lo relativo a unidades de levantado, es uno de los renglones que más innovaciones ha recibido, con la producción, además de las unidades tradicionales, de una gran variedad de unidades fabricadas de diversos materiales, como barro cocido, pomez, concreto, escoria volcánica, roca triturada, etc. Unidades producidas para usos especiales estructurales o decorativos; ampliando considerablemente las facilidades en diseño y

construcción.

b) Por factores económicos, se han difundido bastante el uso de elementos prefabricados, elaborados por varias empresas, para distintos usos estructurales. De esta forma, se ha difundido también el uso de materiales premezclados, que en algunas situaciones presentan varias ventajas en tiempo o economía; y así mismo, se ha ampliado el uso de aditivos o admixturas, para mejorar propiedades al cemento fresco o a concreto seco.

c) Toda esta diversidad de materiales, elementos y productos para la construcción, han ampliado grandemente las alternativas de elección y arquitectónicas, así como facilitado el trabajo; por esto y a pesar de las limitaciones por factores económicos imperantes, han coadyuvado y dado un impulso no solo al sector de la construcción, sino en general al todo el país.

d) En lo concerniente a control de calidad, se observó en algunos productos en los que éste se efectúa de una manera mas sistemática y estricta es en plantas o fábricas grandes y económicamente fuertes, ya que por lo mismo, tienen la capacidad de efectuar sus propios ensayos, o sufragar externamente ensayos de laboratorio; mientras que en fábricas pequeñas, se efectúan algunos ensayos sencillos, o no se efectúa ninguno, incidiendo en la calidad de los productos.

e) Es notable la desorganización que existe en lo que corresponde a dimensionales (pesos y medidas) utilizadas a nivel general en el país; y en este caso, en los materiales

para la construcción. Se distribuyen productos sin respetar el sistema oficial establecido en Guatemala por el Ministerio de Economía, a través de COGUANOR, que es el Sistema Internacional de Unidades (SI). En otros casos si se utiliza el sistema, pero, para el mismo producto, se distribuyen con diferentes submúltiplos, lo que en algún momento confunde a los adquirientes. Asimismo se presenta que se mezclan sistemas de medidas, usando dimensionales con otras no compatibles.

f) En lo relativo a precios para los materiales de construcción, es importante destacar que el incremento de los costos en general en el país, ha afectado los precios para los materiales, ya que en general estos dependen directamente de factores o materia prima sujeta a inflación. De esta forma, por las condiciones económicas imperantes en el país, los costos de operación para la producción y extracción de los materiales para construcción, se han incrementado, y consiguientemente los precios al consumidor final. También se presentan casos en donde el precio de unos productos como el cemento, condicionan los precios de otros fabricados a partir del mismo.

## RECOMENDACIONES

a) Es necesario mejorar el control de calidad de los productos para la construcción, principalmente los elaborados por fábricas pequeñas; ya que al trabajar sin ningún seguimiento, los productos no cumplen con los requerimientos mínimos de aceptación; sin embargo dado que generalmente el precio de los productos es menor que los elaborados por empresas de reconocido prestigio, los materiales de construcción tienen demanda y son vendidos, influyendo directamente en la calidad y seguridad de la obra.

b) Se recomienda que COGUANOR, exija el cumplimiento en lo referente a las medidas y los pesos de los materiales y productos que se distribuyen en el país, ya que es notable que se venden con medidas arbitrarias, y con sistemas no oficiales.

Guatemala se rige oficialmente, por el Sistema Internacional de Unidades (SI), por lo que deben utilizarse como principales dimensionales: para masa: el kilogramo (kg); longitud: el metro (m); volúmen: el metro cúbico (m<sup>3</sup>). Y sus correspondientes submúltiplos y unidades derivadas.

c) De acuerdo a la situación actual, en donde la carencia de vivienda se ha generalizado en todo el país, y la demanda de la misma se ha incrementado, es importante difundir y promover el uso de materiales y sistemas prefabricados, para la construcción de viviendas populares,

tomando en consideración, que permiten construcciones masivas en poco tiempo, y asimismo económicas. En este campo existe una diversidad de elementos prefabricados, que facilitan y agilizan la construcción, permitiendo cumplir con los requisitos y normas mínimas estructurales: Siendo la alternativa ideal para proyectos a gran escala, que podrían bajar los altos índices de carencia de vivienda.

d) El estudio de los materiales para la construcción, es un campo bastante extenso, y tomando en consideración la importancia que revisten éstos como base y sustento de cualquier proyecto estructural, es necesario conocer sus características y cualidades. Este trabajo de tesis, ha abarcado los principales y más usuales materiales, pero la amplitud del tema no ha permitido tratar algunos materiales importantes, como pueden ser: maderas, tuberías, accesorios, etc., o bien extenderse en temas importantes como son los prefabricados y sistemas constructivos con los mismos, o materiales premezclados, por lo que se sugiere, se complemente este trabajo con uno similar, con los temas no considerados, o tratar independientemente los temas muy amplios, como los que por su difusión actual, es necesario conocer sus aspectos mas relevantes.

e) También se considera de suma importancia, el tener acceso visual a algunos materiales, por ejemplo: unidades especiales para levantado, unidades prefabricadas, sistemas constructivos a escala, etc. Para lo cual sería conveniente

solicitar a los proveedores y fabricantes su colaboración a efecto de que anualmente en las Facultades de Ingeniería se monten exposiciones, esto permitiría difundir y ampliar el conocimiento de estos productos, y consiguientemente, ampliar las alternativas de construcción.

## ANEXO 1

### EMPRESAS E INSTITUCIONES QUE PROPORCIONARON INFORMACION

- 1) Aceros de sur.
- 2) Aceros Suares.
- 3) Aceros de Guatemala.
- 4) Bloteca S.A.
- 5) Blocks San Jose.
- 6) Cámara Guatemalteca de la Construcción (CGC).
- 7) Centro de Investigaciones de Ingenieria (CII).
- 8) Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).
- 9) Copreca S.A.
- 10) Cemix.
- 11) Cementos Progreso S.A.
- 12) Instituto Nacional de Estadística (INE).
- 13) Intaco Ltda.
- 14) Inmaco.
- 15) Ladrillera El Valle.
- 16) Monolit.
- 17) Mixto Listo S.A.
- 18) Precón.
- 19) Procreto.
- 20) Prefabricados Cifa.
- 21) Promacosa.
- 22) Ready S.A.(Mezcla Lista)
- 23) Serco S.A.



## BIBLIOGRAFIA

- AMRHEIN, JAMES E. Guia informativa para mamposteria reforzada con lechada. Los Angeles California: 1,992,30pp.(Traducido y publicado por Bloteca S.A)
- American Society For Testings and Materials  
Libro de normas ASTM. Philadelphia 1980.
- BELTRANENA MATHEU, EMILIO. Agregados para concreto. (tesis: Facultad de Ingenieria, USAC) Guatemala,1955,165 pp
- Control test for quality concrete. Traducción por Portland Cement Asociation.  
(extracto publicado por Mixto Listo S.A. sf.)
- Boletines estadísticos, depto de estadística.  
Cámara Guatemalteca de la Construcción.
- DAVIS, HARMER E. et al. Ensayo e inspección de los materiales en ingenieria. Mexico: Edit. Continental S.A. 1975, 431 pp.
- Fundamental facts about concrete, concrete information PCA ST 101-2. (Traducción y extracto publicado por Mixto Listo S.A. Guatemala).
- Instructivo de prácticas de materiales de construcción. Facultad de Ingenieria,USAC, Guate.
- Informes estadísticos. Sección de construcción Instituto Nacional de Estadística, Guatemala.
- Hablemos en Concreto.  
Documentos didáctico informativos, Nos.1,2,3.  
(Editados por Cepesa, Guatemala).
- MILLS, ADALBERT P. et.al. Los materiales de construcción y sus propiedades. New York, 1956, 650 pp.
- Normas para los materiales de construcción.  
COGUANOR, Guatemala.
- NOLCK SAMAYOA, CONRADO GUILLERMO. Principales materiales de construcción que se elaboran en el país. (tesis: Facultad de Arquitectura, URL), Guatemala, 1978.
- PALENCIA ALVARADO, CESAR AUGUSTO. Los materiales en la construcción, tecnologia y ensayos. (tesis: Facultad de Ingeniería, USAC) Guatemala,1970,243pp.
- PANIAGUA TOME, VICTOR. Los materiales de construcción en la arquitectura guatemalteca contemporánea. (tesis: Facultad de Arquitectura, URL), Guatemala, 1991.