

T. UES  
1501  
R 273e  
EJ-2  
1992

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**ESTUDIO COMPARATIVO DURABILIDAD VRS. COSTOS  
ENTRE ALTERNATIVAS NO TRADICIONALES  
PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA HABITACIONAL**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

**FREDY AGUSTIN RAYMUNDO MENDEZ  
FRANCISCO ALFREDO ESCALANTE IBARRA  
GILBERTO ANTONIO HERNANDEZ VASQUEZ**

PARA OPTAR AL TITULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

JULIO DE 1992

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTRO AMERICA.



*Recibido 29 Julio de 1992*



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO: ING. JUAN JESUS SANCHEZ SALAZAR

SECRETARIO: ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA:



DIRECTOR: ING. VICTOR MANUEL FIGUEROA MORAN.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OPCION AL GRADO DE  
INGENIERO CIVIL

ESTUDIO COMPARATIVO DURABILIDAD VRS. COSTOS  
ENTRE ALTERNATIVAS NO TRADICIONALES  
PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA HABITACIONAL

PRESENTADO POR:

FREDY AGUSTIN RAYMUNDO MENDEZ  
FRANCISCO ALFREDO ESCALANTE IBARRA  
GILBERTO ANTONIO HERNANDEZ VASQUEZ

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

COORDINADOR Y  
ASESOR : ING. JOSE MIGUEL LANDAVERDE

ASESORA : ARQ. MELITINA GARCIA DE CORNEJO

SAN SALVADOR, JULIO DE 1992.-

DEDICATORIA

DEDICO EL PRESENTE TRABAJO:

A mis padres:

Juan Raymundo Vásquez  
Faustina Méndez Cantor

A mis hermanos:

Ing. Cirilo Méndez Raymundo  
Saul Méndez Raymundo  
Thelma Dolores Méndez de del Cid  
Ana Gloria Méndez Raymundo

A mis abuelas:

(R.D.D.G.)

Mariana Méndez Pérez  
Francisca Raymundo Pérez

A mi cuñado y sobrinitos:

Ing. Erasmo Hércules del Cid  
Erasmo Salvador del Cid Méndez  
René Mauricio del Cid Méndez

A mis tios y demás familia.

FREDY AGUSTIN.

DEDICATORIA.

Este trabajo se lo dedico :

A Dios Todopoderoso, por permitirme culminar mi carrera.

A mi madre Dora Alcira Ibarra vda. de Escalante, quien en todo momento a estado a mi lado.

A mi padre, Francisco Antonio Escalante, (Q.D.D.G.).

A mis hermanos y hermanas, con mucho respeto y cariño.

A mis amigos y compañeros, por brindarme su apoyo en los momentos adecuados.

FRANCISCO.

## DEDICATORIA

Este estudio lo afresco en primer lugar:

A Dios Todopoderoso: Por haberme cuidado y guiado en cada momento, por iluminarme y permitir culminar con éxito la carrera, por llenarme de fortaleza y transformar mi vida.

Con amor y respeto a mis padres:

Gilberto Esteban y Ana Rogelia, por su sacrificio, amor, entrega y por todo el esfuerzo realizado para que pudiera seguir siempre adelante, lo cual me permite hoy lograr mi investidura académica y me llena de gozo compartirlo con ustedes.

Con mucho cariño a mis padrinos:

José Héctor y Antonia Luisa, por ser mis segundos padres, por inculcarme bases firmes en el estudio y por animarme siempre a alcanzar mis metas.

Lleno de felicidad a mi futura esposa:

Ana Leonor, por el amor, por la pureza, comprensión y espera que me ha brindado, así como la colaboración aportada a este estudio.

A mis familiares:

Que siempre me brindaron su afecto y me alentaron a continuar adelante.

Con infinito agradecimiento a mis compañeros de tesis:

Fredy y Francisco por haberme comprendido y por haber logrado juntos la realización de este estudio, sellando con esto un triunfo y amistad duradera.

A mis amigos:

Que de una o de otra forma me animaron a continuar siempre en la búsqueda de la finalización de mi carrera.

GILBERTO ANTONIO HERNANDEZ VASQUEZ

## INDICE

CONTENIDO	Pag. No.
Introducción.....	I
Objetivos.....	III
PROBLEMATICA DE LA VIVIENDA EN EL SALVADOR	
1.1. Generalidades.....	1
1.1.1. Aspectos Demográficos.....	1
1.1.2. Causas que han agudizado el problema habitacional.	2
1.1.3. Condiciones de pobreza del sector.....	3
1.1.4. Instituciones Involucradas con el Sector Informal.	4
1.1.5. Capacidad de Pago.....	5
1.1.6. Sectores Populares.....	7
1.1.7. Tenencias de la Tierra.....	8
1.2. Política de Vivienda.....	11
1.3. Oferta de Vivienda.....	15
1.4. Demanda de Vivienda.....	20
1.5. Selección de Materiales no Tradicionales a Estudiar.....	23
1.5.1. Lámina de Cemento - Henequén.....	23
1.5.2. Bloque de Suelo - Cemento.....	24
1.5.3. Concreto Ligero de Piedra Pomez.....	25
1.5.4. Adobe Estabilizado.....	27
1.5.5. Bambu.....	29
1.5.6. Paneles y Bloques solidos de suelo-cemento.....	31

### CAPITULO II

MATERIALES NO TRADICIONALES: CARACTERISTICAS,



## VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2.0.	Generalidades.....	32
2.1.	Lamina de cemento-henequén.....	33
2.1.1.	Introducción.....	33
2.1.2.	Ubicación del Proyecto Piloto.....	33
2.1.3.	Características del Material.....	34
2.1.3.1.	Física.....	34
2.1.3.2.	Mecánicas.....	34
2.1.4.	Ventajas y Desventajas.....	38
2.2.	Bloque de Suelo - Cemento.....	43
2.2.1.	Introducción.....	43
2.2.2.	Ubicación del Proyecto Piloto.....	43
2.2.3.	Características del Material.....	44
2.2.3.1.	Físicas.....	44
2.2.3.2.	Mecánicas.....	45
2.2.4.	Ventajas y Desventajas.....	49
2.3.	Bloque Hueco de Piedra Pómez.....	51
2.3.1.	Introducción.....	51
2.3.2.	Ubicación del Proyecto Piloto.....	51
2.3.3.	Características del Material.....	51
2.3.3.1.	Físicas.....	51
2.3.3.2.	Mecánicas .....	52
2.3.4.	Ventajas y Desventajas.....	52
2.4.	Paneles de Suelo - Cemento.....	55
2.4.1.	Introducción.....	55
2.4.2.	Ubicación del Proyecto Piloto.....	55
2.4.3.	Características del Material.....	55

2.4.3.1.	Físicas.....	55
2.4.3.2.	Mecánicas.....	56
2.4.4.	Ventajas y Desventajas.....	56
2.5.	Bloque de Adobe estabilizado.....	58
2.5.1.	Introducción.....	58
2.5.2.	Ubicación del Proyecto Piloto.....	58
2.5.3.	Características del Material.....	59
2.5.3.1.	Físicas.....	59
2.5.3.2.	Mecánicas.....	60
2.5.4.	Ventajas y Desventajas.....	62
2.6.	Bambú.....	64
2.6.1.	Introducción.....	64
2.6.2.	Ubicación del Proyecto Piloto.....	64
2.6.3.	Características del Material.....	64
2.6.3.1.	Físicas.....	64
2.6.3.2.	Mecánicas.....	66
2.6.4.	Ventajas y Desventajas.....	69

### CAPITULO III

#### DURABILIDAD Y COSTO DE MATERIALES

3.0.	Durabilidad.....	72
3.1.	Lámina de Cemento - Henequén.....	76
3.1.1.	Tiempo Transcurrido desde su construcción.....	76
3.1.2.	Movimientos Sísmicos Experimentados.....	76
3.1.3.	Suelo Sobre el que está cimentado la construcción..	76
3.1.4.	Deficiencias constructivas.....	77
3.1.5.	Fallas que presentan las láminas.....	77
3.1.6.	Pruebas de laboratorio.....	77

3.5.2.	Movimientos sísmicos experimentados.....	107
3.5.3.	Suelo sobre el que esta cimentada la construcción.	107
3.5.4.	Deficiencias constructivas.....	108
3.5.5.	Fallas que presentan las construcciones.....	109
3.5.6.	Pruebas de Laboratorio.....	109
3.5.7.	Deducciones en base a observación .....	109
3.6.	Bloque de Adobe estabilizado.....	110
3.6.1.	Tiempo Transcurrido desde su construcción.....	110
3.6.2.	Movimientos sísmicos experimentados.....	110
3.6.3.	Suelo sobre el que esta cimentada la vivienda.....	110
3.6.4.	Deficiencias constructivas.....	111
3.6.5.	Fallas que presentan las construcciones.....	112
3.6.6.	Pruebas de Laboratorio.....	112
3.6.7.	Deducciones en base a observación.....	112
3.7.	Paredes de Bambu.....	115
3.7.1.	Tiempo Transcurrido desde su construcción.....	115
3.7.2.	Movimientos sísmicos experimentados.....	115
3.7.3.	Suelo sobre el que esra cimentada la construcción.	115
3.7.4.	Deficiencias constructivas.....	116
3.7.5.	Fallas que presenta la vivienda.....	117
3.7.6.	Pruebas de Laboratorio.....	117
3.7.7.	Deducciones en base a observación.....	117
3.8.	Costos.....	118
3.8.1.	Lamina de Cemento - henequen.....	120
3.8.1.1.	Costos de Producción.....	120
3.8.1.2.	Costo por Metro Cuadrado de Techo.....	123
3.8.2.	Bloque Hueco de Suelo Cemento.....	125

3.8.2.1.	Costo de Producción.....	125
3.8.2.2.	Costo de vivienda analizada.....	127
3.8.3.	Bloque de concreto ligero: Pomez.....	133
3.8.3.1.	Costo de Producción.....	133
3.8.3.2.	Costo de vivienda analizada.....	134
3.8.4.	Paneles de suelo-cemento.....	137
3.8.4.1.	Costo de Producción.....	137
3.8.4.2.	Costo de vivienda analizada.....	139
3.8.5.	Adobe Estabilizado.....	143
3.8.5.1.	Costo de Producción.....	143
3.8.5.2.	Costo de vivienda analizada.....	139
3.8.5.	Adobe Estabilizado.....	143
3.8.5.1.	Costo de Producción.....	143
3.8.5.2.	Costo de vivienda analizada.....	144
3.8.6.	Bambú.....	146
3.8.6.1.	Costo de vivienda analizada.....	146

#### CAPITULO IV

#### COMPARACION DE COSTO ENTRE MATERIALES TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES

4.0.	Introducción.....	152
4.1.	Descripción de la unidad habitacional conside- rada en el análisis de costos de diferentes materiales.....	153
4.2.	Análisis de costos unitarios.....	156
4.2.1.	Partida: Paredes.....	157
4.2.1.1.	Paredes de Adobe Estabilizado.....	158
4.2.1.2.	Pared de Paneles de Suelo Cemento.....	159

4.2.1.3.	Pared de Bloque hueco de Suelo Cemento.....	160
4.2.1.4.	Pared de Bloque de Pomez.....	161
4.2.1.5.	Pared de Bambú con base de bloque.....	162
4.2.1.6.	Pared de Ladrillo de Barro Cocido.....	163
4.2.1.7.	Pared de Bloque de Concreto.....	164
4.2.2.	Partida; Pisos.....	165
4.2.2.1.	Encementado.....	166
4.2.2.2.	Ladrillo de cemento de 25X25 cms.....	167
4.2.3.	Partida : Techos.....	168
4.2.3.1.	Polin Espacial.....	169
4.2.3.2.	Techo de Lámina cemento Henequén con madera.....	170
4.2.3.3.	Techo de Lámina cemento Henequén con polin "C"....	171
4.2.3.4.	Techo de Lámina cemento henequén con polin Espacial.....	172
4.2.3.5.	Techo de Lámina galvanizada con madera.....	173
4.2.3.6.	Techo de Lámina galvanizada con polin "C".....	174
4.2.3.7.	Techo de Lámina galvanizada con polin Especial.....	175
4.2.3.8.	Techo de Lámina Fibrolit con madera.....	176
4.2.3.9.	Techo de Lámina Fibrolit con polin "C".....	177
4.2.3.10.	Techo de Lámina con polin Espacial.....	178
4.2.3.11.	Techo de Teja.....	179
4.3.	Análisis comparativo de costos.....	180
4.3.1.	Análisis comparativo de distintos tipos de pared con techo de Lámina de cemento henequén y dos tipos de piso.....	181
4.3.2.	Análisis comparativo de distintos tipos de	

	pared con techo de lámina galvanizada y dos tipos de pisos.....	185
4.3.3.	Análisis comparativo de distintos tipos de pared con techo de fibrolit y dos tipos de piso.....	189
4.3.4.	Análisis comparativo de distintos tipos de pared con techo de teja y dos tipos de piso.....	193
4.4.	Selección entre comparaciones de costos totales y su respectiva durabilidad.....	195
CAPITULO V		
-	Conclusiones y Recomendaciones.....	198
-	Bibliografía.....	214
-	Anexos.....	217

## INTRODUCCION

Al considerar que la mayoría de la población salvadoreña no cuenta con los recursos necesarios para la adquisición de vivienda de tipo formal, surge el presente estudio, que tiene como finalidad la indagación en cuanto a costo y durabilidad de materiales no tradicionales con el objeto de determinar si responden a las necesidades de los sectores de más bajos recursos económicos del país y además evaluar o estimar la durabilidad de dichos materiales, para luego recomendar si es factible o no su implementación.

Para conocer las raíces que han producido el desequilibrio de la vivienda en nuestra sociedad, se estudia la problemática habitacional sobre la cual se fundamenta la realización de este trabajo, se analiza la demanda existente de vivienda en el sector formal e informal, así como la escasa oferta producida por el sector privado y el sector público y la poca accesibilidad de pago que se puede tener a éstas.

Los materiales no tradicionales que este estudio enfoca son: lámina de cemento-henequén, bloque de suelo-cemento, bloque de pómez, paneles de suelo-cemento, adobe estabilizado y bambú, por considerarse estos de elaboración artesanal, accesibles en las concentraciones de población más densas del país y por su costo relativamente bajo en comparación con los tradicionales.

Para establecer la durabilidad de los materiales fueron analizadas unidades habitacionales donde se emplearon estos, considerándose como elementos fundamentales en el comportamiento de las viviendas y necesarias para la investigación de parámetros como: años de servicio, suelo de cimentación, sismos resistidos, deficiencias constructivas, fallas presentadas, pruebas de laboratorio y deducciones en base a observación según los cuales se hacen proyecciones en cuanto a la vida útil de los proyectos.

Se determina el costo de producción de los materiales incluyendo la mano de obra, así como el costo total de la vivienda según las distribuciones de cada una. Se realiza también la determinación de costo utilizando un módulo habitacional similar para todos los materiales no tradicionales para poder hacer comparaciones entre ellos, con el fin de observar cuales combinaciones son las más favorables para la gente interesada pueda optar por las soluciones que más le convenga.

En base a los resultados obtenidos se dan las conclusiones y recomendaciones correspondientes a cada uno de los materiales.



## OBJETIVOS

### GENERAL:

La posición de la Universidad de El Salvador dentro de la sociedad, es la de procurar la superación de los sectores más necesitados, es por ello que la Escuela de Ingeniería Civil, identificada con éstos, orienta algunos de sus trabajos de graduación en la investigación de materiales, enfocando el análisis, desde diversos puntos de vista, es así, que el presente trabajo estudiará algunas soluciones habitacionales de bajo costo realizadas con materiales no tradicionales, para dar aportes concretos que contribuyan a la solución del problema habitacional para personas de escasos recursos.

### ESPECIFICOS:

- Estimular cuantitativamente la durabilidad y costo de los materiales no tradicionales.
- Determinar los costos de los materiales no tradicionales y de las unidades habitacionales de los proyectos pilotos y compararlos sustituyendo los materiales implementados por tradicionales.
- Analizar las ventajas y desventajas de los materiales en base a los numerales anteriores.

## CAPITULO I

### PROBLEMATICA DE LA VIVIENDA EN EL SALVADOR

#### 1.1. GENERALIDADES

Los países latinoamericanos han generado en los últimos años un incremento poblacional alarmante teniendo como consecuencia problemas de diversas índole, como falta de empleos, escasez de vivienda y problemas de orden social, económicos y políticos entre otros, los cuales describimos a continuación y se refiriéndonos al país en que habitamos.

##### 1.1.1. ASPECTOS DEMOGRAFICOS.

El Salvador a pesar de ser uno de los países más pequeños (21,000 Km<sup>2</sup>) de América, es el país más densamente poblado (197 ha/Km<sup>2</sup>). Al igual que otros países latinoamericanos menos desarrollados y dependientes, El Salvador se caracteriza por un ingreso anual per cápita bajo (\$448.00).

De acuerdo a cifras oficiales en 1977 el 18% de la población del AMSS vivían en mesones, ocupando el 2% de los terrenos disponibles para vivienda. Para 1986, se calculaba que la población del AMSS era de 1,236,000 habitantes de los cuales 682,000 personas se alojaban en aproximadamente 136,520 unidades habitacionales distribuidas en 170 tugurios, 364 colonias ilegales y 55 campamentos; el 41% de dichas viviendas, se encontraban en estado de deterioro, mien

tras que, en el sector rural, solamente el 19% de las viviendas presentaban condiciones aceptables.

Aproximadamente el 50% de la población se considera rural y, de la población urbana, un 40% se concentra en el AMSS y un 29% en los restantes cuatro primeras ciudades del país.

El problema habitacional de El Salvador presenta características estructurales (relacionadas con el tipo de propiedad y uso selectivo de la tierra urbana), que se expresa en condiciones alarmantes: de cada 10 viviendas en áreas urbanas, aproximadamente 6 se ubican en asentamientos populares (mesones, tugurios, campamentos, colonias ilegales) y de estas 6, al menos 4 se encuentran en estado de deterioro. 1/

#### 1.1.2. CAUSAS QUE HAN AGUDIZADO EL PROBLEMA HABITACIONAL.

La situación de la vivienda en El Salvador, va desmejorando a medida que pasa el tiempo, debido principalmente al deterioro gradual al que están sujetas las viviendas actuales, la baja capacidad de pago de la mayoría de la población, alto costo de la tierra, falta de servicios de infraestructura, poca correlación entre los ingresos familiares y el costo de las viviendas y la falta de un buen finan-

---

1/ El problema de la vivienda en El Salvador y las leyes, normas y reglamentos como Limitantes en su Resolución.

Luis Alfonso Avila Rodríguez. Tesis U.E.S. 1990.

ciamiento que permita construir nuevas viviendas que satisfagan la demanda actual.

Desde 1980 hasta la fecha, la guerra ha propiciado el desplazamiento de miles de personas hacia núcleos urbanos. Algunas estimaciones consideran que existen en el país alrededor de 500,000 personas desplazadas, con lo cual el número de viviendas abandonadas en el sector rural llega a cerca de 87,720 unidades, lo que significa igual número de familias que deben satisfacer sus necesidades de vivienda, servicios vitales y de sobrevivencia en general.

La catástrofe producida por el terremoto de 1986 agudizó el problemático panorama de la vivienda. Según cifras oficiales, antes del terremoto existían unas 288,072 viviendas en áreas urbanas, el 55% se localizaban en asentamientos precarios y una de cada tres viviendas se encontraban en deterioro completo. Con el terremoto, el número de unidades deterioradas se incrementó a 129,161.

Solamente en asentamientos populares, la destrucción total o parcial, alcanzó unas 55,600 unidades.

### 1.1.3. CONDICIONES DE POBREZA DEL SECTOR.

De acuerdo con los pobladores, de cada 100 comunidades, 90 carecen del servicio de aguas negras, 60 de agua potable, 75 no cuentan con tuberías de aguas lluvias y 36 no tienen electricidad.

Esta situación es más grave, porque "las habitaciones no tienen ventilación... están ubicadas cerca de que

bradas o canales de aguas negras a la intemperie, cerca de basureros públicos, que generan una gran insalubridad. Muchas de estas comunidades populares están asentadas en terrenos inconvenientes y de alta peligrosidad... en varias ocasiones habitantes de estas comunidades han muerto ahogados al ser arrastrados por las correntadas... de los ríos y quebradas en épocas lluviosas o han sido sepultados bajo toneladas de tierra y lodo por derrumbes".

#### 1.1.4. INSTITUCIONES INVOLUCRADAS CON EL SECTOR INFORMAL SUB-SECTOR POPULAR.

- 1- Unidad de Comunidades de El Salvador (UCES).
- 2- Patronato para el Desarrollo de las Comunidades (PADECOES).
- 3- Centro de Reorientación Familiar y Comunal (CREFAC).
- 4- Consejo de Comunidades Marginales (CCM).

#### SUB-SECTOR ASOCIACIONES PRIVADAS DE DESARROLLO.

- 1- Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima (FUNDASAL).
- 2- Iglesias.
- 3- Instituciones Privadas de Promoción Humana de El Salvador (IPHES).
- 4- Programa Nacional de Vivienda Popular (PRONAVIPO).
- 5- Programa de Desarrollo Integral de Pequeñas Comunidades Rurales y Urbanas (PDIFCRU).

#### 1.1.5. CAPACIDAD DE PAGO.

Según estudio del Ministerio de Planificación (MIPLAN) en el AMSS, en 1986, existía una PEA (población económicamente activa) ocupada del 45%, pero con el terremoto, se calcula que solo el sector informal de la economía perdió 33,000 empleos, lo que elevó la tasa de desocupación abierta total del país del 26% al 35% (MIPLAN), luego posteriormente con la agudización de la guerra, se ha estimado que el 70% de la población económicamente activa está desempleada, la extrema pobreza es superior al 60% (MIPLAN).\*

En la estructura de ingresos de los hogares, se puede observar que el 67.1% del total de hogares tanto del área urbana como rural, tienen ingresos que oscilan entre ₡200.00 a ₡1,000.00.

Con respecto a la disponibilidad de pago de los solicitantes, podrían calificarse los demandantes en dos categorías:

- a) En un estrato salarial con ingresos entre ₡300.00 y ₡600.00 lo que representa que 257,645 hogares del área rural tienen estos ingresos y 275,974 hogares urbanos obtienen estos ingresos lo que significa que tienen una capacidad de pago para la vivienda entre ₡47.00 y ₡126.00 .

---

\* Los datos de MIPLAN son estimaciones subjetivas, pues no se basan en datos concretos.

b) Los que tienen un estrato salarial entre ₡601.00 y ₡800.00 los cuales tienen una capacidad de pago para la vivienda entre ₡137.00 y ₡164.00.

Con relación a las expectativas de la población de mandante puede decirse que prevalece la preferencia por la vivienda popular.

Con estudios realizados, se detectó que los estratos salariales entre ₡300.00 y ₡600.00, demuestran cierta aceptación por otros tipos de soluciones propuestas como son: la unidad básica y el tipo bajo costo.

Cálculos realizados en el VMVDU indican que para un ingreso típico mensual que oscila entre ₡150.00 y ₡750.00, la capacidad para contraer préstamos sería entre ₡1551.00 a ₡7,753.00, sin subvenciones o subsidios por parte el estado. 2/

En cuanto al sector informal, a pesar de todos los esfuerzos que pueden haber hecho los gobiernos por buscar soluciones a este sector, no ha sido posible llegar con programas amplios a las familias más pobres, quienes se han visto limitadas prácticamente a solucionar su necesidad de vivienda a través de los submercados no formales, una pieza de mesón en el centro de la ciudad, un lote en la periferia urbana en una colonia ilegal que no cuenta con servicios o

---

2/ Documento del VMVDU,

Plan Nacional de Vivienda, 1990 -1994.

la champa de tugurios en las barrancas o en los derechos de vías públicas, en otras palabras, una proporción mayoritaria de las familias de más bajos ingresos se encuentra aún sin acceso al mercado urbano formal de terrenos de infraestructura básica, de vivienda y de equipamiento social.

#### 1.1.6. SECTORES POPULARES.

Están constituidos por las familias de menores recursos económicos, entre los cuales podemos mencionar los siguientes grupos: mesones, tugurios, campamentos, colonias ilegales y sectores rurales.

##### Descripción de los Tipos de Asentamientos Populares:

**MESONES:** Edificaciones relativamente antiguas con piezas de alquiler situadas alrededor de un patio común donde se encuentran servicios, lavaderos, retretes y cocinas. Por lo general están situados en lugares céntricos de la capital.

**TUGURIOS:** Asentamientos humanos producto de la ocupación de tierras públicas o privadas, generalmente inadecuadas para construcción regular.

**COLONIAS ILEGALES:** Lotificaciones de propiedad privada que se venden sin servicios, en arrendamientos con promesa de venta y que violan las normas de los organismos que regulan el desarrollo urbano.

**CAMPAMENTOS:** Se crearon como albergues provisionales para los damnificados del terremoto de 1986 o catástrofes naturales. Se localizan en terrenos propiedad estatal.



De alguna manera se les reconoce como tugurios.

PUEBLOS, CANTONES Y CACERIOS: Son comunidades rurales de distinto tamaño y densidad, en la que se asientan familias campesinas que viven hacinadas en pequeños ranchos de teja o paja, en la que se desarrollan todas las actividades diarias de la familia, no cuentan con servicios sanitarios, ni con agua potable.

#### 1.1.7. TENENCIA DE LA TIERRA.

Es indudable que uno de los problemas más grandes para los pobladores de los asentamientos populares urbanos lo constituye la propiedad jurídica del terreno en el cual se ubican.

Cabe señalar que, si bien existen constitucionalmente, límites en la propiedad agraria en cuanto a lo urbano, no existen regulaciones más allá de las normas constructivas, recomendaciones en la forma de utilizar el suelo y leyes internas de algunos organismos autónomos o semi-autónomos.

La realidad Salvadoreña ha mostrado que, en la práctica las alternativas de acceso a la tierra urbana han sido: a) El Mercado Inmobiliario, donde rige la ley de la oferta y demanda, entendiendo esto como venta o legalización voluntaria o convencional.

b) La Donación Voluntaria o Venta a precios simbóli-

cos por causa de utilidad pública o interés social, legalmente comprobado.

Sin embargo, la práctica también ha mostrado que, salvo proyectos pilotos llevados a cabo por instituciones privadas, la invasión ha sido la forma de acceso a tierra urbana por parte de los pobladores de los asentamientos populares (básicamente de los tugurios).

No es de extrañar, entonces, que según un estudio oficial efectuado en 1978 se determinara que un total aproximado de 341,000 personas en el AMSS no contaban con protección jurídica de la tenencia de la tierra que ocupaban, y, en el mejor de los casos, las relaciones entre ocupantes y propietarios se establecían sobre acuerdos verbales. Para los pobladores de los asentamientos populares urbanos (APU) la legalización de terrenos constituye un problema esencial en el acceso a una vivienda adecuada, sin embargo, esta aspiración encuentra serios obstáculos debido a que la mayoría de los terrenos que ocupan son propiedad de las Alcaldías Municipales, del Instituto de Vivienda Urbana (IVU), ferrocarriles Nacionales de El Salvador (FENADESAL), Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos (ISRI), Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA), Fondo Social para la Vivienda (FSV) y pro

pietarios privados. 3/

---

3/ Documento de Estudio: Habitat Popular y Cambio Social:

Hipótesis y Realidad, Volumen I. Número 3 - 4.

Julio - Diciembre 1988. FUNDASAL.

Documento de Estudio: La Problemática de la Vivienda

en El Salvador y el Aporte de Fundasal. Volumen II,

Números 2 - 3. Abril - Septiembre 1989. FUNDASAL.

## 1.2. POLITICAS DE VIVIENDA.

Los cambios políticos en el último quinquenio, generó muchas expectativas en torno a la política económica y social del nuevo gobierno. Diferentes sectores asumieron posiciones que consideraban estratégicas, tratando de incidir en el diseño de las mismas, las cuales tardaron más de lo previsto en hacerse públicas.

Los lineamientos que definen la direccionalidad del sector vivienda están orientados a obtener un impacto mayor en los grupos más vulnerables tanto en el área metropolitana de San Salvador, como en el interior del país. Estas políticas para el período 1989-1994 son:

- Ampliar la oferta del mercado, destinando recursos financieros prioritariamente hacia el subsidio directo para construcción y mejoramiento de vivienda de los grupos más vulnerables del país.
- Ampliar la oferta de vivienda, tendiente a reducir el déficit habitacional y así cubrir las necesidades más urgentes en materia de vivienda, equipamiento social y servicios básicos de los grupos en extrema pobreza a nivel nacional.
- Fomentar el crecimiento sostenido de la producción, mediante la ejecución de soluciones habitacionales, en zonas marginales de alta densidad poblacional, orientando programas de construcción tanto a nivel urbano como rural.

- Eliminar gradualmente las barreras y obstáculos en la adquisición de materiales y equipo, a fin de facilitar la construcción habitacional en todo el territorio nacional.
- Evitar la participación distorsionadora del Estado, retirando entidades del mismo, de la ejecución de financiamiento y/o producción.
- Canalizar recursos externos mediante la búsqueda de préstamos posibles, provenientes de organismos internacionales.
- Generar presencia en las comunidades para orientar y promover los programas de vivienda popular.

El 11/09/89, el Organo Ejecutivo creó el programa especial de Construcción de Viviendas para familias de bajos ingresos (decreto No.15); un mes después, el 11/10/89 la Asamblea Legislativa decretó la "Ley del Programa Especial para la Construcción de Viviendas", con el propósito de viabilizar su ejecución (decreto No. 350); el 20/10/89 el Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano y representantes de la fundación HABITAT, anunciaron la puesta en marcha de este programa, con el nombre de "Nuevo Amanecer".

Quiénes serán realmente los beneficiarios de este programa de vivienda popular en las actuales condiciones económicas?. Se ha estimado que el 70% de la población

económicamente activa está desempleada (comité de defensa del consumidor, E.M., 25/01/89); la extrema pobreza es superior al 60%." El 60% de la población urbana y más del 90 de la población rural está imposibilitada para adquirir vivienda de este tipo, para lo cual se requiere de un ingreso mensual de ¢ 1,200.00.

Lo más probable es que los sectores populares no van a ser sujetos de crédito y que los beneficiarios reales serán en el mejor de los casos, los llamados sectores medio bajos o sectores bajos altos. Las dificultades de aquellos sectores estará relacionada con dos condiciones imposibles de cumplir en un plazo inmediato: tener un ingreso mínimo, aún con el subsidio, para cubrir sus necesidades básicas y la cuota correspondiente a la vivienda; además de tener un ingreso evidenciado, es decir, del cual haya constancia escrita, lo que requiere un empleo estable.

Sin duda, los sectores de menores recursos económicos son los más afectados por el déficit de vivienda en el país.

Justamente y desde la perspectiva de los organismos comunales, que representan a estos sectores, se ha demandado recientemente un programa de vivienda popular con todos los servicios básicos, viviendas dignas, seguras y definitivas, en coordinación con los organismos comunales". El conjunto de estos hechos muestra la gravedad de las condiciones socio-económicas del país, en el marco de la gue-

rra civil, que duró más de 10 años.

Es evidente que no se puede soslayarse el problema de "los pobres", pero este problema, en el planteamiento gubernamental, aparece como cualquier otra rama productiva en la que se puede invertir, obtener ganancia y por ende, beneficio social. No es casual, entonces que al anunciarse el plan de rescate social, se vea esto como "una inversión de 941 millones de colones, para ayudar a que los pobres se suban al carro del desarrollo " (LPG 26/08/89).

Desde esta perspectiva, el alejamiento entre los pobres y el progreso económico es un ámbito de inversión en el que, sin alejarse de la interpretación real, el sector privado también es protagónico, más allá de las necesidades sentidas de la población de bajos recursos..

### 1.3. OFERTA DE VIVIENDA.

La oferta de vivienda está regida por la cantidad de unidades habitacionales anuales producidas por las distintas instituciones públicas y privadas que participan en el mercado de vivienda. Para observar la producción de viviendas en el período 1985-1990, obsérvese los cuadros No.1 y No. 2.

Analizando el cuadro No. 1 se observa que la producción de vivienda en el período 85/89 ha experimentado tendencias ascendentes y descendentes, lo cual, va desde 9,880 nuevas unidades construidas durante 1985 hasta 13,305 nuevas unidades construidas para 1989; en conjunto significa una producción total en el quinquenio 1985 - 1989 de 57,334 unidades, que en promedio constituyen 11,467 viviendas anuales.



CUADRO No. 1

PRODUCCION DE VIVIENDAS EN EL PERIODO 1985 - 1989.

CASALCO - UMUDU.

INSTITUCION	1985	1986	1987	1988	1989	TOTAL
S.A.P.	6,230	5,374	7,798	8,427	7,344	35,173
F.S.V.	25	39	51	41	69	225
INPEP	13	21	42	12	68	156
IPSFA	29	9	4	24	4	70
Sub - total	6,297	5,443	7,895	8,504	7,485	35,624
WORLD - LIFE				1,226		1,226
FUNDASAL	2,924	2,488	817	298	1,395	7,906
FUND. HABITAT				1,042	700	1,742
CRUZ ROJA				706	448	1,154
G.T.Z.				52		52
ARZOBISPADO				553	578	1,131
PISDIC	268			1,500	1,000	2,768
BID - AMSS				286	697	983
CHF				196		196
Sub - total	3,184	2,488	817	5,951	4,818	17,150
I.V.U.	351	384	160	390	153	1,438
PRONAVIPO				1,396		1,396
PDIPCRU	48	200	200	429	849	1,726
Sub - total	399		504	2,215	1,002	4,560
TOTAL	9,880	8,507	8,507	16,578	13,305	57,334

**CUADRO No. 2**  
**PRODUCCION DE VIVIENDAS 1990.**

INSTITUCION	UNIDADES
S.A.P.	9,970
F.S.U.	31
INPEP	39
IPSEFA	9
Sub - total	10,049
FUNDASAL	78
NUEVO AMANECER	3,105
CRUZ ROJA	184
BID - AMSS	1,445
Sub - total	4,804
I.V.U.	912
PDIPCRU	58
Sub - total	970
ISTA - CONADES	153
DIDECO	28
CREFAC	58
WORLD -RELIEF	1,471
AECI	4
PLAN PADRINO	428
Sub - total	2,134
<b>T O T A L</b>	<b>17,957</b>

FUENTE: CASALCO, Boletín Informativo, Septiembre de 1991.-

Para reflejar la producción de vivienda urbana y rural, obsérvese el cuadro siguiente, el cual, está basado en el cuadro No. 1, considerando aquellas instituciones que atienden a los sectores de menores ingresos económicos rural y urbano.

**CUADRO No. 3**  
**PRODUCCION ANUAL DE VIVIENDA POPULAR 4/**  
**URBANA Y RURAL**

VIVIENDA URBANA <u>5/</u>					VIVIENDA RURAL <u>6/</u>				
1985	1986	1987	1988	1989	1985	1986	1987	1988	1989
3,184	2,468	817	7,247	4,818	48	288	288	429	849

Fuente: Cuadro No. 1.

---

4/ Se ha usado el término Vivienda Popular considerando simplemente las instituciones que atienden a las familias de menores ingresos, pero que no necesariamente forman parte estrictamente de dichos sectores.

5/ WORL LIFE, FSDVM, HABITAT, CRUZ ROJA, GTZ, ARZOBISPADO, FISDIC, BID-AMSS, CHF, PRONAVIPO.

6/ PDIFCRU

Al relacionar el cuadro No. 1 con el cuadro No. 3 se puede observar que durante el período 85/89 la producción de vivienda popular solo representó el 35% respecto a la oferta total. Como puede observarse claramente la atención a éste sector no ha sido significativa, ésta situación es más grave en la población rural, la cual dentro de la producción de vivienda popular representa el 8.5% equivalente al 3% en relación a la producción total.

#### 1.4. DEMANDA DE VIVIENDA.

Entre algunos de los factores que influyen en la demanda habitacional podemos mencionar: nivel de ingreso de la población, precio de la vivienda, ubicación, emigración de la población rural, condiciones crediticias, etc.

Todos los factores anteriores tienen un mayor impacto en aquellos sectores que de acuerdo al Sistema de ahorro y Préstamo no califican como sujetos de crédito, o sea, el sector informal. Considerando la clasificación de rango de ingresos del Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, según el cual, se conceptualiza como vivienda popular, aquella con ingresos menores a \$1,000.00 colones. Se presenta el siguiente cuadro que plasma la demanda de vivienda en el sector urbano y rural en función de las necesidades de los sectores populares.

**CUADRO No. 4**  
**DISTRIBUCION DE LA NECESIDAD DE VIVIENDA POR**  
**AREA URBANA Y RURAL, SEGUN TRAMO DE INGRESO**  
**PROYECTADO DURANTE EL PERIODO 1990 - 1994.-**

RANGO DE INGRESOS	1990		1991		1992		1993		1994	
	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL
0 - 399	29,165	188,356	32,749	281,293	36,579	215,117	48,616	229,628	44,825	244,626
400 - 999	67,288	97,994	75,457	184,725	84,281	111,916	93,583	119,466	183,281	127,269
<b>TOTALES</b>	<b>96,365</b>	<b>286,350</b>	<b>108,206</b>	<b>386,018</b>	<b>120,860</b>	<b>327,033</b>	<b>134,199</b>	<b>349,094</b>	<b>148,106</b>	<b>371,895</b>

FUENTE : UMUDU, Abril/90, Alternativas de producción e inversión para los programas de vivienda urbana y rural durante 1990 - 1994.-

En términos más generales las necesidades de vivienda urbana y rural tomando en cuenta la calidad de éstas, el hacinamiento y la formación de nuevas familias, de acuerdo al diagnóstico presentado en el Plan Nacional de Vivienda, período 1990-1994, se presenta en el cuadro siguiente.

**CUADRO No. 5.**

SECTOR CAUSA DE NECESIDAD	URBANA	RURAL
MALA CALIDAD	31,642	94,857
NUEVAS FAMILIAS	4,676	7,886
HACIMIENTO	35,928	5,828
<b>T O T A L E S</b>	<b>72,238</b>	<b>107,763</b>

Como puede verse en el cuadro anterior, las necesidades de vivienda en el sector rural son mayores que en el sector urbano lo cual es atribuible a la poca atención que éste sector ha recibido por parte de las instituciones y demás organismos involucrados con el sector vivienda.

Además de los factores antes mencionados, también influye sobre la demanda en cierta forma, la población, la

cual es bastante numerosa al hablar de sectores populares por ejemplo de acuerdo al Plan Nacional de Vivienda 1990 - 1994 existen 459 colonias ilegales, 303 tugurios y 3500 mesones. Además de lo anterior hay que agregar que de la población total aproximadamente el 50%  $\times$ / se considera rural.

$\times$ / Indicadores Económicos y Sociales, MIPLAN. 1987-1989.

## 1.5. SELECCION DE MATERIALES NO TRADICIONALES A ESTUDIAR.

La selección de los materiales no tradicionales de estudio se realizó tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Que existan construcciones utilizando estos materiales.
- b) Que existan cantidades suficientes de materia prima para elaborarlos y que sean de costos moderados.
- c) Que puedan fabricarse artesanalmente.

Los materiales seleccionados tomando como base los aspectos anteriores, son los siguientes:

- 1) Láminas de cemento-henequén. (T)
- 2) Bloque hueco de suelo-cemento. (P)
- 3) Bloque sólido de suelo-cemento. (P)
- 4) Bloque hueco de concreto ligero (pómez). (P)
- 5) Paneles de suelo-cemento. (T)
- 6) Adobe estabilizado. (P)
- 7) Bambú. (ES T)

Feno Bambú  
Fibra

A continuación se presentan los aspectos generales de los diversos materiales a estudiar.

### 1.5.1. LAMINA DE CEMENTO-HENEQUEN.

A nivel experimental, éstas láminas se han elaborado en varios países, tales como: Kenia, Inglaterra, República Dominicana, Honduras, Guatemala, Estados Unidos y



otros.

En el continente americano tenemos países que han desarrollado la técnica en la elaboración de la lámina de cemento henequén, tal es el caso de Honduras, país que ya posee una metodología en esta rama.

En 1978 se llevaron a cabo proyectos pilotos en Honduras y Guatemala, patrocinados por la USAID y la Federación de Desarrollo Juvenil Comunitario, realizados a través de la Operación de Consultoría (ITDG).

Para el área de Centro América y el Caribe, ésta técnica ha sido desarrollada en el taller de materiales del grupo de Desarrollo de Tecnología Intermedia (ITDG), en Cradley Heath, Inglaterra y todavía se considera como una tecnología experimental. Las fases subsiguientes para desarrollar los procesos para el uso técnico y comercial están siendo financiadas con fondos del Ministerio de Desarrollo exterior de Inglaterra a través del Servicio de Tecnología Intermedia Industrial.

En la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, se han realizado diversos estudios que han tenido como fin, el diseño y evaluación de este tipo de lámina en nuestro país.

#### 1.5.2. BLOQUE DE SUELO-CEMENTO.

En la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, se ha estudiado el bloque de suelo-cemento a fin de darle aplicación en la solución del

problema habitacional. Se han realizado estudios sobre las propiedades mecánicas, costo de producción, ahorro de mortero y encofrado, rapidez y facilidad de colocación, tendientes a sustituir a otros materiales tradicionales (ladrillo de obra, etc.), además de los estudios anteriores, también se han construido modelos a base de éstos bloques con el fin de observar el comportamiento a condiciones naturales de exposición así como también a vibraciones sísmicas.

Los diferentes estudios realizados plantean diversos proporcionamientos de mezclas, así como también variadas formas y tamaños de bloques huecos y sólidos.

Para ver la evolución que ha tenido el bloque de suelo-cemento se presentan los isométricos, así como el detalle completo de bloque diseñados en algunos anexos. ( Ver anexo No. 1 ).

### 1.5.3. CONCRETO LIGERO DE PIEDRA POMEZ.

La piedra pómez ha sido una materia prima desde épocas remotas de la historia. Así se encuentra que fue usado por griegos, romanos y constructores de la Edad Media, tomando siempre como aglutinante la cal en construcciones que han llegado hasta nuestros días. Se tiene, por ejemplo en España, la bóveda de los llamados baños árabes de la ciudad de Gerona, cuya construcción créese data del siglo XI.

Contemporáneamente fue en Alemania hasta el siglo pasado donde se extendió el uso de la piedra pómez dados

los grandes yacimientos que esta nación posee. Los investigadores alemanes encontraron que las altas resistencias relativas a la compresión que este material presentaba se debía a un compuesto de silicato hidratado de alúmina y alcálisis, el cual influye en el endurecimiento del concreto, elaborado, cuando se encuentra envuelto en la mezcla cemento-agua. Además analizaron la combinación de los elementos que forman este concreto ligero, y observando que entre la pómez y el cemento portland se da una reacción química que produce un silicato complejo análogo al que se forma en el fraguado y endurecimiento de la mezcla arena-sílice-cemento portland. Debido a esta propiedad, resulta el óptimo comportamiento y el aumento progresivo, en función del tiempo de la resistencia de esta mezcla.

Debido al avance de la tecnología, los sistemas de fabricación y métodos de reparación de mezclas, que en un principio se obtenían empíricamente, han permitido observar que las propiedades naturales de la piedra pómez la hacen apta para la construcción. Extendiéndose su aplicación como agregado para concreto ligero por su elevada porosidad natural, lo que determina un peso aparente reducido y un elevado aislamiento térmico y acústico, obteniéndose, con una acertada dosificación y granulometría, concretos que permitan fabricar piezas ligeras y resistentes, fácilmente manejables, lo que da lugar a la construcción de piezas prefabricadas de dimensiones mayores que las del concreto

normal, gracias a su poco peso y elevada elasticidad.

En la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, a través de la escuela de Ingeniería Civil, se han realizado investigaciones relativas al tema, tendientes a determinar las propiedades físicas del agregado que pueden influir en el comportamiento del concreto. También se han analizado las propiedades físicas y mecánicas de algunos bancos de piedra pómez existentes en el territorio nacional.

#### 1.5.4. ADOBE ESTABILIZADO.

La tierra ha sido utilizada como solución en la construcción de viviendas desde épocas inmemorables, debido a que el adobe posee muy buenas características resistentes y aislantes. El registro más antiguo del cual se tienen noticia se establece con las bardas de Jérico (época neolítica) 8000 años A. de C.

Al referirse a su forma tradicional se debe tener un cuidado anual para su conservación. El adobe fue abandonado poco a poco en Europa donde era corriente encontrarlo en la mayoría de las llanuras poco nevadas. Sin embargo, en los países más pobres, con excepción de las selvas ecuatoriales, donde se construye todo en carpintería y mimbre, su utilización va casi en correlación con la explosión demográfica ya que es más barato y el uso más sencillo de los materiales conocidos para hacer muros, terrazas e incluso bóvedas que se auto-sustentan.

Para los países en vías de desarrollo, caracterizados por una alta proporción de población rural extremadamente dispersa, el adobe es un material hecho a mano casi exclusivamente con recursos locales en cuanto a la mano de obra y a materia prima.

El adobe es un material constructivo bastante conocido en El Salvador, corroborándose esto con la existencia de muchas construcciones diseminadas por todo el territorio nacional, en las cuales el adobe es su principal componente; y aún en la actualidad, el campesino salvadoreño dependiendo de diversos aspectos como: facilidad de adquisición de materia prima, preferencias, tradición, etc. sigue utilizando este material en la construcción de su vivienda.

En civilizaciones tan remotas como la del antiguo Egipto se utilizó el método anticuado de adobe. En Iberoamérica durante la época colonial, se utilizó el método de construcción de adobes para todo tipo de obra a tal grado, que aún en algunos pueblos en la actualidad conservan sus edificaciones de mayor importancia con este tipo de material.

En los países sub-desarrollados la necesidad de vivienda ha impulsado a los investigadores a buscar la posibilidad de utilizar la tierra como material de construcción, debido a su bajo costo y su gran abundancia.

#### 1.5.5. BAMBU.

Desde tiempos inmemorables, el hombre ha utilizado el bambú como material de construcción, observándose su mayor aplicación en los países asiáticos quienes lo han utilizado hasta nuestros días en diversos campos; así se tiene que en el campo arquitectónico, en la India, los vedas fueron los primeros en aprovechar la elasticidad del bambú para la construcción de viviendas con arcos y bóvedas de diferentes formas, que sirvieron de base para inventar la cúpula de bambú, así mismo los chinos construyeron pórticos de bambú, etc. En el campo ingenieril se han dado muchas aplicaciones quizás lo más sobresaliente ha sido el empleo de cables de bambú en la construcción de gigantescos puentes colgantes con luces superiores a los cien metros.

En la mayoría de condiciones el bambú realmente se combina con otros materiales de construcción, tal como madera, arcilla, cal, cemento, hierro galvanizado, etc. acomodándose a su relativa versatilidad, disponibilidad y bajo costo. El uso del bambú como un material de construcción utilizado de una forma primaria, secundaria o de origen ocasional, es común sólo en áreas donde el crecimiento del bambú es adecuado y con suficiente abundancia. La importancia del bambú en algún área dada, usualmente está determinada en gran medida por el nivel económico de la población y por el costo de otros materiales más durables.

Retomar el bambú como material de construcción o

para otro uso, es indispensable para solucionar el gran déficit de vivienda.

Para que esto sea posible es necesario reforestar e impulsar el cultivo de bambú, con lo cual no sólo protegemos el medio ambiente rural, sino que generamos un sistema de producción de viviendas económicas para los estratos más pobres de nuestra sociedad.

Capacitar a nuestras familias de bajos ingresos en las áreas urbanas y rurales en el uso del bambú para cualquier fin ya sea constructivo, artesanal o simplemente su cultivo no requiere que estos posean altos niveles académicos, basta con el interés y la motivación que presten para aprender las diferentes técnicas ya que los métodos de aprendizaje son sumamente sencillos. Una de las grandes ventajas en la capacitación del manejo del bambú en su efecto multiplicador en la propagación de la técnica aprendida.

Como alternativa viable entre todos los otros sistemas constructivos no tradicionales el bambú representa un recurso prometedor para ser utilizado como material de construcción con la tecnología adecuada a pesar que en El Salvador a la fecha no se cuenta con grandes extensiones de cultivo que permitan desarrollar a corto plazo amplios proyectos habitacionales, que minimicen el déficit habitacional y poder presentar opciones de soluciones habitacionales más viables para las familias en situación de pobreza extrema.

#### 1.5.6. PANELES Y BLOQUES SÓLIDOS DE SUELO CEMENTO.

También se han realizado otros estudios (experimentales) que tienen un gran aporte a la solución habitacional.

Los paneles de suelo-cemento, por ejemplo es una alternativa de utilizar las propiedades del suelo-cemento en paredes de división, e incluso, con un buen diseño como paredes de carga.

Los bloques sólidos de suelo-cemento en forma artesanal, también se fabrican, sin seguir un estudio adecuado, es decir, en base y únicamente en la experiencia de algunos artesanos que buscan alternativas de materiales.



## CAPITULO II

### MATERIALES NO TRADICIONALES: CARACTERISTICAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Como se definió anteriormente, se evaluará la durabilidad de los materiales no tradicionales mencionados en el Capítulo I considerando los siguientes parámetros:

- 1.- Tiempo de construcción de los proyectos pilotos;
- 2.- Movimientos sísmicos que hayan experimentado las construcciones con estos materiales;
- 3.- Suelo sobre el que está cimentada la construcción;
- 4.- Deficiencias constructivas;
- 5.- Fallas que presentan las construcciones;
- 6.- Pruebas de laboratorio en los materiales que sea posible efectuarlas.
- 7.- Deducciones obtenidas en base a observación y condiciones de exposición.

En el presente Capítulo se proporciona información relativa a cada material, para captar la información referente a cada uno, esta se subdividirá en los siguientes tópicos comunes:

- a.- Introducción;
- b.- Ubicación o localización del proyecto piloto;
- c.- Características del material;
  - 1.- Físicas
  - 2.- Mecánicas
- d.- Ventajas y desventajas.

## 2.1. LAMINAS DE CEMENTO-HENEQUEN.

### 2.1.1. INTRODUCCION.

Es importante tener presente lo relevante que es la estructura de techo de una vivienda y su influencia en el costo y la durabilidad de la unidad habitacional completa. A partir de 1986 en la Universidad de El Salvador, a través de la Escuela de Ingeniería Civil, se impulsa la investigación de materiales de cubierta de bajo costo y es así como surge una serie de investigaciones relativas al diseño y mejoramiento de láminas de Cemento-Henequén tendientes a bajar costos y crear láminas que compitan técnicamente con productos tradicionales similares de costo elevado.

### 2.1.2. UBICACION DEL PROYECTO PILOTO.

De todos los estudios efectuados, el que se implementó es el que se titula "Estudio de Factibilidad y diseño de Láminas de Cemento-Henequén". Parte II, de Julio del 87.

La instalación se ubicó en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, el cual consistió en el techado de tres aulas provisionales que surge como una necesidad y efecto de los daños que sufrió la infraestructura de la facultad por el terremoto del 10 de octubre de 1986.

Una observación importante es que actualmente las aulas, ya no existen, ya que a mediados de 1991 se desmontó

el techo y parte de la estructura de paredes, por razones desconocidas.

### 2.1.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

#### 2.1.3.1. Físicas.

Las láminas están hechas básicamente de: cemento, fibra de henequén y arena; y utilización de ciertos productos químicos para su preservación e impermeabilidad.

Las láminas y capotes terminados son similares en apariencia a los productos de asbesto-cemento producidos en fábricas, pero difieren en los siguiente:

- a.- Son más pesadas que las láminas de fibrocemento.
- b.- La fibra de henequén no presenta peligro a la salud como el asbesto.
- c.- Debido a su mayor espesor las láminas aíslan mejor el calor y el frío.

Las láminas se pueden elaborar en las siguientes dimensiones:

Largo: 3, 4, 5, 6, y 7 pies.

Ancho: 0.92 metros.

El espaciamiento máximo entre apoyos debe ser de 0.70 mts., de centro a centro y la máxima separación entre apoyos en el sentido normal a la estructura anterior debe ser de 1.20 mts.

#### 2.1.3.2. Mecánicas.

Las pruebas efectuadas en el "Estudio de Factibi-

lidad y Diseño de Láminas de Cemento-Henequén" para establecer la aceptabilidad técnica de la lámina fueron las siguientes:

1.- Prueba de Flexión.

Se ensayaron tres mezclas obteniéndose los resultados mostrados en cuadro No. 6.

2.- Prueba de Absorción.

Se ensayaron tres mezclas obteniendo en promedio los resultados mostrados en el cuadro No. 6. En base a los resultados de absorción se consideró, la mezcla 2 como la óptima, la cual dió un valor de 15.24%.

3.- Prueba de Intemperie.

Las láminas se trataron por un período de 30 días de exposición al sol, durante el cual se les roció agua cada cierto intervalo, observando si había agrietamientos y contracción en las láminas, media hora después de rociadas.

El resultado final fue de que la lámina no presentó agrietamiento, ni contracción durante el tiempo de observación.

Esta prueba carece de importancia realizarla a las láminas de que se dispone, ya que éstas han estado expuestas al intemperismo un tiempo mucho mayor al que se señala en el procedimiento de ésta prueba, por lo que se limitará a una observación y

concluir en base a ésta.

4.- Prueba de Impacto.

Esta prueba consiste en dejar caer una bola de hierro sólida con un peso de 5 libras y con una altura de 2.5 mts., el resultado fue bueno ya que la lámina no se rajó.

5.- Prueba de Clavado.

La prueba consiste en perforar con un clavo de 1/4" de diámetro sobre la lámina apoyada en el suelo.

El resultado fue bueno ya que la lámina no se rajó, y sólo sufrió un pequeño agrietamiento en la cara inferior.

6.- Prueba de Permeabilidad.

Consiste en la inundación de agua sobre la superficie de la lámina (especie de piscina) durante ocho días. El resultado fue satisfactorio.

Los resultados de las pruebas anteriores fueron satisfactorios, técnicamente comparándolos con las normas ASTM según las conclusiones finales del estudio.

Es importante mencionar que en el año 1989 la Esc. de Ing. Química de la Universidad de El Salvador realizó el trabajo de graduación titulado "Evaluación del Deterioro de la Lámina de Fibra Henequén-

Cemento y de las alternativas de tratamiento".

En el estudio anterior mencionado se concluyó que la pérdida de las propiedades de las láminas, no es debida a ataque microbiano, sino más bien a la degradación química de la fibra. El tratamiento recomendado es introducir la fibra en una solución de alquitrán al 2% v/v (la solución consiste en 2% de alquitrán y 98% de kerosene), durante 3 horas, luego sacar la fibra y escurrirla durante 30 min., después del cual se debe secar en una estufa a una temperatura de 50 oC. en un intervalo de 4 a 6 horas.

En cuanto al tratamiento de impermeabilidad de las láminas se plantearon las 3 alternativas siguientes:

- 1.- Impregnación con Alquitrán.
- 2.- Impregnación con Aceite Quemado.
- 3.- Impermeabilización con Polietileno Líquido.

Las cuales dieron buenos resultados, manteniendo bajos los costos. De los tratamientos anteriormente mencionados el más barato es el de impregnación con alquitrán, y el más caro es de impermeabilización con polietileno líquido.

En el trabajo sobre la evaluación se probaron mezclas con cemento portland y cemento para mampostería, obteniéndose mejores propiedades de trabajabilidad con el

último.

En la prueba de flexión estática el cemento para mampostería refleja una ventaja no muy significativa sobre el cemento portland. Y en la prueba de permeabilidad ambos arrojan resultados positivos.

De las pruebas anteriormente mencionadas consideramos de mayor importancia, las siguientes:

- a.- Prueba de Flexión Estática.
- b.- Prueba de Absorción.
- c.- Prueba de Permeabilidad.

La evaluación de parámetros de durabilidad (pruebas de laboratorio de materiales), para la lámina cemento-henequén se hará considerando las tres pruebas anteriores, principalmente por que no se dispone de especímenes suficientes para la realización de todos los ensayos, y secundariamente por considerar las otras pruebas de menor importancia.

Para efectos de comparación de resultados se presentan los cuadros 6, 7 y 8 donde se presentan los resultados de algunas propiedades mecánicas de las láminas de cemento-henequén tratadas y no tratadas.

#### 2.1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Ventajas.

- 1.- Buena durabilidad, resultado del tratamiento químico que se le dá a la fibra previo a su

utilización.

- 2.- Bajo costo, favorable para su utilización en vivienda tipo mínimo.
- 3.- Su colocación es similar a la de las láminas de fibro-cemento.
- 4.- Fácil producción, por lo cual no se requiere de mano de obra calificada, esto es bastante favorable si se considera para proyectos de autoproducción.
- 5.- No se requiere de equipo sofisticado si se produce en forma artesanal.
- 6.- Uso de materia prima nacional y abundante.
- 7.- Existen en el país techos construidos con estas láminas, las cuales fueron producidas sin un curado adecuado; sin embargo, es un buen aporte a esta investigación la evaluación de estos techos.

#### Desventajas.

- 1.- Requiere de mucho cuidado en el manejo, debido a la fragilidad de las láminas.
- 2.- Presenta cierta permeabilidad, controlable con un tratamiento químico final apropiado.
- 3.- Debido a su mayor peso en comparación con la lámina Eureka la estructura de soporte tiene que ser más resistente lo que implica un incremento en el costo.



PRUEBA DE FLEXION ESTATICA A LÁMINAS  
ACANALADAS CON UN ESPESOR DE 6 MM.

TIPO DE MEZCLA	EDAD (Días)	CARGA DE RUP- TURA. P(Kgs.)	MOMENTO RESISTENTE M.R. (Kg.m/m)	DEFORMACION $10^{-3} \times (\mu l)$	ABSORCION %
1	7	70	37.92	103	16.71
	7	80	43.33	85	
	14	90	48.75	125	
	14	85	46.84	100	
	28	95	51.45	133	
	28	95	51.45	100	
2	7	65	35.20	100	15.24
	7	70	37.91	90	
	14	80	43.33	83	
	14	80	43.33	100	
	28	90	48.75	103	
	28	100	54.16	105	
3	7	45	24.38	65	17.10
	7	60	32.50	66	
	14	60	32.50	73	
	14	65	32.50	75	
	28	70	37.92	73	
	28	70	37.91	70	

FUENTE: Estudio de Factibilidad y Diseño de Láminas de Cemento Henequen Parte II. Tesis U.E.S. Esc. de Ing. Civil. Julio de 1987. Autores: José Zoilo Castro Cornejo y otros.  
Espesor= 6 mm. Longitud= 1.30 m. Ancho= 0.60 m. M.R.=  $PL/4a$ , a: ancho

CUADRO No. 7.

PRUEBA DE FLEXION ESTATICA A LAMINAS ACANALADAS

CODIGO ESPECIMEN	EDAD (Dias)	ESPEJOR (cm)	LONGITUD L(m.)	ANCHO b(m.)	PESO (Kgs.)	CARGA DE RUPTURA P(KGS.)	MOMENTO CA- TURA *M. (Kgr.m/m)	DEFORMA- CION MAXI MA (cm)
CN-1.53-FT	7	0.874	1.20	0.59	14.760	50	23.300	0.2032
"	"	0.980	1.195	0.593	13.225	30	13.849	0.3048
"	"	0.993	1.190	0.566	14.321	80	38.510	0.11176
CP-1.53-FT	"	0.958	1.000	0.595	9.770	35	13.230	0.1016
"	"	0.797	1.200	0.5945	10.610	30	13.877	0.1524
"	"	0.940	1.200	0.595	12.605	50	23.109	0.1778
CN-1.25-FT	"	0.855	1.195	0.5958	12.180	50	22.970	0.1016
"	"	0.963	1.196	0.575	11.557	35	16.678	0.0089
CP-1.25-FT	9	0.616	1.200	0.588	11.050	60	28.060	0.10414
"	"	0.935	1.200	0.586	12.592	70	32.850	0.09144
CN-1.53-FT	28	0.8466	1.2025	0.590	11.795	60	28.090	0.063525
"	"	0.9575	1.190	0.565	14.720	65	31.340	0.21082
"	"	0.875	1.200	0.590	11.685	67	31.220	0.12954
CP-1.53-FT	"	0.900	1.205	0.5925	14.078	120	55.940	0.1397
"	"	0.898	1.205	0.585	12.340	65	30.625	0.14732
"	"	0.950	1.195	0.600	13.985	75	34.218	0.09398
CN-1.25-FT	"	0.780	0.655	0.590	6.629	130	30.570	0.07874
CP-1.25-FT	"	0.836	1.200	0.580	12.778	75	35.560	0.1143

FUENTE: Evaluacion del Deterioro de la Lamina de Fibra Henequen-Cemento y de las Alternativas de trata-  
miento. Tesis U.E.S. Esc. de Ing. Quimica. 1989

Autores: Walter Milton Barrera Mendez y otros.

donde:  $*M = Pl/4b$ ;  $l = L - 0.1$

CP-1.25-FT = Cemento portland con 1.25% peso de fibra tratada.

CN-1.25-FT = Cemento de mamposteria con 1.25% de fibra tratada.

CUADRO No. 8.-

CALCULO DE ESFUERZO RESISTENTE EN LAMINAS ACANALADAS

CODIGO ESPECIMEN	r (cm)	c (cm)	MOMENTO CURVAT.- M= PL/4 (Kg.cm)	MOMENTO DE INER- CIA *I (cm <sup>4</sup> )	ESFUERZO =Mc/I (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ABSORCION DE HUMEDAD
CM-1.53-FI	2.937	3.374	13.750	228.207	20.329	-
"	2.990	3.480	8.212	257.836	11.084	-
"	3.0465	3.543	21.79	277.113	27.859	-
CP-1.53-FI	2.979	3.458	7.871	251.634	10.816	-
"	3.0485	3.447	8.2498	245.943	11.562	-
"	2.97	3.44	13.749	246.581	19.18	-
CM-1.25-FI	3.1275	3.555	13.686	279.729	17.394	-
"	3.0315	3.513	9.589	268.157	12.562	-
CP-1.25-FI	2.908	3.216	16.499	178.0247	29.8	-
"	2.9675	3.435	19.250	245.1807	26.969	-
CM-1.53-FI	2.9233	3.3466	16.570	220.256	25.177	17.21
"	2.9787	3.4575	17.70	251.494	24.334	16.537
"	3.1375	3.575	18.42	286.604	22.976	17.087
CP-1.53-FI	2.95	3.40	33.14	235.417	47.862	14.47
"	3.049	3.498	17.91	263.564	23.77	14.77
"	3.175	3.650	20.53	312.593	23.97	14.816
CM-1.25-FI	2.89	3.28	18.03	202.434	29.2136	15.86
CP-1.25-FI	2.968	3.386	20.62	230.818	30.248	13.66

FUENTE: Evaluacion del Deterioro de la Lamina de Fibra Henequen-Cemento y de las Alternativas de tratamiento. Tesis U.E.S. Esc. de Ing. Química. 1989

Autores: Walter Milton Barrera Mendez y otros.

donde:  $*I = [ r^4 - ( r - t )^4 ] [ \pi/16 + 4/9\pi ] \times 12$

t = espesor de la lamina ( cm )

r = a + 1/2t

c = a + t

## 2.2. BLOQUE DE SUELO-CEMENTO.

### 2.2.1. INTRODUCCION.

El suelo-cemento es un material en el que sus componentes son de abundante y fácil adquisición, además resulta más económico que otros materiales de construcción. lo cual lo convierte en apto para ser utilizado en construcciones de familias de escasos recursos.

Se han hecho diversos estudios tendientes a utilizar el suelo-cemento de distintas formas (bloques, paneles reforzados con vara de castilla, vara de bambú, y malla de gallinero, paredes coladas in situ, etc.), entre las cuales la alternativa de bloque de suelo-cemento es una de las implementadas, lo que es importante ya que es posible hacer una evaluación de construcciones con éste material.

### 2.2.2. UBICACION DEL PROYECTO PILOTO.

La evaluación del bloque de suelo-cemento se hará considerando los siguientes lugares:

- a.- Tres unidades de bloque hueco de suelo-cemento localizados en la comunidad 10 de Abril, de Ciudad Delgado, San Salvador.
- b.- Edificios de bloque sólidos (tipo calavera), ubicados cerca de la línea del tren que atravieza el Boulevard Venezuela en San Salvador. Costado Nte. del centro de San Salvador, en colonia El Paraiso, final de 8a. Calle Oriente.

### 2.2.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

#### 2.2.3.1. Físicas.

Forma: Es un elemento simple en forma de paralelepipedo ortogonal con dos huecos transversales en su interior. (Ver anexo No. 2.1.1.a y 2.1.1.b)

Color: Los bloques de suelo-cemento son de color gris, sin embargo pueden tener una variedad de colores variando de oscuro a blanco, dependiendo del contenido de humedad que posea en ese momento.

Textura: Los bloques de suelo-cemento presentan un acabado muy fino, comparado con los bloques convencionales de concreto, la razón fundamental de ello es el tamaño de las partículas del suelo utilizado en su fabricación.

Características que debe presentar el bloque fresco:

- 1.- El material debe ser trabajable.
- 2.- El bloque debe presentar la menor contracción por secado.
- 3.- La mezcla debe ser tal que se minimicen las deformaciones en húmedo.
- 4.- Lograr una textura lisa y aristas bien definidas.

Impermeabilidad: La impermeabilidad del bloque de suelo-cemento, está en función de la absorción del mismo. Para ver cuantitativamente la variación de la absorción se presentan los resultados obtenidos en el diseño de bloques realizado en "Materiales y Métodos Constructivos Para la"

Vivienda Marginal y Rural". Parte III. Ver cuadro No. 12.

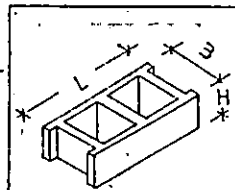
Resistencia al Fuego: El bloque de suelo-cemento es incombustible.

Resistencia al Viento: Resisten una presión transversal de 550 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.2.3.2. Mecánicas.

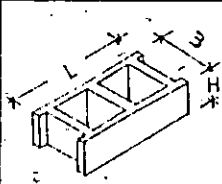
Resistencia a la Compresión: El bloque de suelo-cemento utilizado en la comunidad 10 de Abril es la implementación del diseño realizado en el trabajo de graduación "Materiales y Métodos constructivos para la vivienda marginal y rural". Parte III, aunque con pequeñas variaciones, ya que la forma del bloque utilizado en la comunidad difiere del diseñado en la tesis, lo cual obedece a que la comunidad ya poseía la máquina bloquera y lo que hizo la supervisión de la Esc. de Ing. Civil, representada por uno de los autores de la tesis mencionada fue usar el molde que ya se poseía en la comunidad y modificar la frecuencia de vibrado a la utilizada en la tesis, además el diseño de mezcla se conservó la anterior, es importante ya que permite ver como han evolucionado algunas propiedades del material como la resistencia a la compresión y absorción. Se presentan los cuadros 9, 10, 11, y 12 con el objeto de ver indirectamente la resistencia a la compresión de los bloques recientemente a su fabricación y poder comparar con los resultados que se obtendrán en el siguiente capítulo, después de aproximadamente 3 años de fabricados.

**CUADRO No. 9.**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL BLOQUE**  
**HUECO DE SUELO - CEMENTO.**



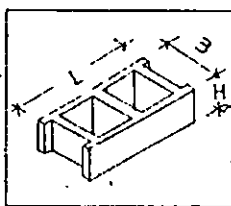
DOSIFICACION EN PORCENTAJE			REL. A/C	EDAD	DIMENSIONES (mm)			AREA BRUTA	PESO GRAMOS	CARGA KGS	ESFUERZO A COMPRES. KG/CM <sup>2</sup>	$\bar{\sigma}$ Kg/CM <sup>2</sup>	DESVIA. TIPICA
CEMENTO	SUELO	AGUA			L	B	H						
10	100	31	3.1	7	39.0	15.0	18.5	585.00	14110	8000	13.50	16.0	1.45
10	100	31	3.1	7	39.3	15.3	17.8	601.00	14094	9500	16.50		
10	100	31	3.1	7	39.6	15.2	17.6	602.00	14130	9500	16.00		
10	100	31	3.1	7	39.2	15.1	18.0	592.00	14120	9750	16.50		
10	100	31	3.1	7	39.4	15.0	18.5	591.00	14100	10500	18.00		
10	100	31	3.1	14	39.5	15.2	18.2	600.50	13775	19550	32.50	31.0	2.64
10	100	31	3.1	14	39.0	15.2	18.5	593.00	13165	18800	31.50		
10	100	31	3.1	14	39.3	15.0	18.5	589.50	13435	20400	34.50		
10	100	31	3.1	14	39.2	15.0	18.5	588.00	13127	15650	26.50		
10	100	31	3.1	14	39.3	15.0	18.5	589.50	13810	18150	31.00		
10	100	31	3.1	28	39.1	15.1	18.1	590.41	14750	24200	41.00	42.0	0.70
10	100	31	3.1	28	39.2	15.2	18.2	595.84	14730	25600	43.00		
10	100	31	3.1	28	39.1	15.1	18.1	590.41	14575	24800	42.00		
10	100	31	3.1	28	39.2	15.2	17.9	595.84	14685	24720	41.50		
10	100	31	3.1	28	39.3	15.0	17.8	589.50	14590	25050	42.50		

**CUADRO No. 18.**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL BLOQUE**  
**HUECO DE SUELO - CEMENTO.**

DOSIFICACION EN PORCENTAJE			REL. A/C	EDAD				AREA BRUTA	PESO GRAMOS	CARGA KGS	ESFUERZO A COMPRES. KG/CM <sup>2</sup>	$\bar{\sigma}$ Kg/CM <sup>2</sup>	DESVIA. TIPICA
CEMENTO	SUELO	AGUA			L	B	H						
9.09	100	31	3.4	7	39.1	15.0	18.1	586.50	13900	7325	12.50	12.5	0.24
9.09	100	31	3.4	7	39.1	15.2	18.2	594.32	14000	7125	12.00		
9.09	100	31	3.4	7	39.0	15.1	18.3	588.90	13950	7350	12.50		
9.09	100	31	3.4	7	39.0	15.0	18.9	585.00	13970	7300	12.50		
9.09	100	31	3.4	14	39.1	15.1	18.2	590.41	14105	14150	24.00	24.0	0.60
9.09	100	31	3.4	14	39.0	15.2	18.3	592.80	13900	14025	25.00		
9.09	100	31	3.4	14	39.0	15.0	18.1	585.00	13925	13750	23.50		
9.09	100	31	3.4	14	39.0	15.1	18.9	585.00	14050	14325	24.50		
9.09	100	31	3.4	28	39.1	15.1	18.1	590.41	14000	18890	32.00	31.0	0.60
9.09	100	31	3.4	28	39.0	15.0	18.4	585.00	13910	17850	30.50		
9.09	100	31	3.4	28	39.1	15.1	18.5	590.41	13950	18000	30.50		
9.09	100	31	3.4	28	39.0	15.0	18.7	585.00	13975	18425	31.50		
9.09	100	31	3.4	28	39.1	15.2	18.9	594.32	14025	18425	31.00		



**CUADRO No. 11**  
**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL BLOQUE**  
**HUECO DE SUELO - CEMENTO.**



DOSIFICACION EN PORCENTAJE			REL. A/C	EDAD	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA	PESO GRAMOS	CARGA KGS	ESFUERZO A COMPRES. KG/CM <sup>2</sup>	$\bar{\sigma}$ Kg/CM <sup>2</sup>	DESVIA. TIPICA
CEMENTO	SUELO	AGUA			L	B	H						
8.33	100	31	3.7	7	39.1	15.0	18.0	586.50	14750	7040	12.00	12.0	0.50
8.33	100	31	3.7	7	39.1	15.2	18.2	594.36	15010	6850	11.50		
8.33	100	31	3.7	7	39.0	15.1	18.3	588.90	14715	7350	12.50		
8.33	100	31	3.7	7	39.1	15.0	18.0	586.50	14740	7330	12.50		
8.33	100	31	3.7	14	39.0	15.2	18.2	592.80	15025	12450	21.00	22.0	0.63
8.33	100	31	3.7	14	39.1	15.0	18.0	586.50	14780	13200	22.50		
8.33	100	31	3.7	14	39.1	15.1	18.3	590.41	14740	12990	22.00		
8.33	100	31	3.7	28	39.1	15.2	18.0	594.32	15016	17250	29.00	29.50	0.80
8.33	100	31	3.7	28	39.1	15.1	18.2	590.41	14750	18000	30.50		
8.33	100	31	3.7	28	39.1	15.0	18.2	586.50	14760	17600	30.50		
8.33	100	31	3.7	28	39.1	15.2	18.0	594.32	15050	16950	28.50		

FUENTE: Materiales y Metodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural.  
 Parte III.  
 Tesis U.E.S. Esc. de Ing. Civil.

**CUADRO No. 12.**

MUESTRA No.	PROPORCION	PESO HUMEDO (KGS.)	PESO SECO (KGS)	ABSORCION %	PROH. ABSORCION. %	% CEMENTO
1	1:10	8.3	7.5	10.50	10.5	10.0
2		8.1	7.4	9.37		
3		8.0	7.3	9.75		
1	1:11	7.3	6.6	10.95	11.1	9.01
2		7.5	6.7	11.36		
3		7.3	6.6	11.05		
1	1:12	7.6	6.8	12.30	12.5	8.33
2		8.3	7.3	13.10		
3		7.9	7.1	11.97		

FUENTE: Materiales y Metodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural. Parte III

#### 2.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

##### Ventajas.

- 1.- La resistencia a la compresión que los bloques alcanzan es aceptable dentro de los rangos que la construcción de vivienda mínima requiere.
- 2.- Estos bloques poseen bajo costo comparado con los bloques de concreto de dimensiones semejantes.
- 3.- La construcción con este tipo de bloque, es similar a los métodos constructivos tradicionales para bloques de concreto, lo cual puede favorecer su utilización en programas de auto construcción a partir de las experiencias que se han obtenido con el bloque de concreto.
- 4.- Tanto para la construcción de las unidades habitacionales bajo este sistema como para la producción misma de los bloques, no se requiere de mano de obra calificada.
- 5.- No se requiere de equipo especial si se produce en forma artesanal. Si la producción es mecánica, se hace necesario la utilización de maquinaria, pero esto no puede considerarse una desventaja, ya que aumenta la calidad de los bloques.
- 6.- No necesita repello, el costo por unidad es

menor, por utilizar suelo en la dosificación del bloque.

- 7.- Absorbe más la humedad conservando fresco el ambiente, mejora la calidad de acabado con respecto a otros sistemas tradicionales.

#### Desventajas.

- 1.- Se dan problemas de adherencia entre el concreto y el suelo-cemento, lo cual se debe a la poca compatibilidad entre ambos materiales.
- 2.- La textura del bloque es muy lisa, por lo que se dificulta el repello de las paredes, cuando éste es requerido para protección de los mismos de la intemperie. La dificultad se supera picando las paredes, lo cual incrementa su costo.

## 2.3. BLOQUE HUECO DE PIEDRA POMEZ.

### 2.3.1. INTRODUCCION.

La piedra pómez es un material que se encuentra en abundancia en las zonas central y nor-oeste de El Salvador, factor que hace posible su utilización como material de construcción para viviendas de bajo costo.

La importancia del estudio de este material radica en que se utilizó en un proyecto habitacional para familias de escasos recursos económicos. La implementación de este material consiste de bloques huecos fabricados a base de piedra pómez con cemento portland (concreto ligero).

### 2.3.2. UBICACION DEL PROYECTO PILOTO.

El proyecto piloto consiste en una serie de viviendas a base de dicho bloque, ubicados en la colonia Lamatepeque (conocida como la Periquera), Departamento de Santa Ana, al costado nor-este de la ciudad de Santa Ana.

El proyecto fué dirigido por la Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima (FUNDASAL), bajo el concepto de auto construcción.

### 2.3.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

#### 2.3.3.1. Físicas.

Forma: Es un elemento simple en forma de paralelepípedo ortogonal, con huecos en su interior. (Ver anexo No. 3.1.)

Color: Presenta diversas tonalidades de gris.

Dimensiones: Ancho 15 cms., Alto 15 cms., y largo

15 cms.

### 2.3.3.2. Mecánicas.

Resistencia a la compresión: Está asociada con la dosificación utilizada, es por ello que se considera importante mencionar las etapas para la obtención de ésta.

- 1.- Análisis de los agregados para la mezcla.
- 2.- Mezclas preliminares y ensayos de laboratorio.
- 3.- Selección de mezclas óptimas bajo los puntos de vista técnico y económico.

La dosificación óptima que se encontró y con la que se elaboraron los bloques es la siguiente:

Material	Proporción
Cemento	1
Pómez de 1 mm.	2
Pómez de 5 mm.	3
Pómez de 0.5 mm.	1
Agua	1

Con la cual se logró una resistencia a la compresión a los 7 días de 30 a 35 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.3.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

#### Ventajas.

- 1.- Su resistencia a la compresión es bastante aceptable ya sea bajo la producción artesanal

(utilizando gradilla de madera) o, la producción semi-industrial (utilizando maquinaria hidráulica para la compresión de la mezcla).

- 2.- Su costo es bastante bajo, lo cual se debe a sus materias primas componentes.
- 3.- El proceso constructivo con este tipo es similar al utilizado para elaborar bloques de concreto, aspecto que puede considerarse positivo al momento de incorporar este material a programas de auto construcción.
- 4.- No requiere de equipo especial, combustible u otro material adicional para su producción.
- 5.- Las materias primas son de abundante existencia y por tanto de fácil adquisición.
- 6.- Los bloques son semi-huecos, más livianos que los ladrillos de calavera.
- 7.- Por ser más grandes que los ladrillos, se logra reducir la cantidad de bloques a pegar por metro cuadrado.
- 8.- Eliminan la necesidad de usar madera para moldes de la estructura de concreto reforzado en fundaciones, columnas y soleras.
- 9.- Los bloques son menos pesados que los de concreto normal.

Desventajas.

- 1.- La resistencia a la compresión de los bloques no se ve favorecida grandemente al fabricar los bloques comprimiendo la mezcla.
- 2.- Los bloques son frágiles bajo la acción de cargas como las producidas por el impacto de una piedra.

## 2.4. PANELES DE SUELO - CEMENTO.

### 2.4.1. INTRODUCCION.

La utilización del suelo-cemento como material de construcción ofrece muchas ventajas, debido a lo económico que resulta obtener diversos especímenes que permitan construir una vivienda destinada a las personas de bajos ingresos.

Una forma alterna de utilizar las ventajas que nos ofrece el suelo-cemento en las viviendas es construyendo paneles de suelo-cemento.

### 2.4.2. UBICACION DEL PROYECTO PILOTO.

La utilización de paneles de suelo-cemento se efectuó en la colonia Agua Caliente, ubicada en Ciudad Delgado en San Salvador.

Se construyeron tres viviendas con paneles bajo el concepto de auto construcción, financiada por FUNDASAL.

### 2.4.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

#### 2.4.3.1. Físicas.

Los paneles de suelo-cemento son elaborados de una mezcla de tierra blanca (limo-arenoso o arena limosa) con cemento en una proporción 1:10 (cemento:suelo).

Los paneles de suelo-cemento son de forma rectangular.

Los paneles, para disminuir el peso de ellos, presentan huecos, los cuales son hechos utilizando tubos de hierro galvanizado. (Ver detalles en Anexo No. 4.3)



#### 2.4.3.2. Mecánicas.

Cuando fueron elaborados los paneles de suelo-cemento, no se tuvo el cuidado de hacer algún tipo de pruebas en ellos, que permitieran conocer algunas propiedades mecánicas de dichos paneles (resistencia a la compresión, etc.) o, si se hicieron no se tuvo el cuidado de guardar la información para estudios posteriores.

#### 2.4.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

##### Ventajas.

- 1.- Por ser colocados in-situ, no presenta problemas en cuanto al manejo de materiales.
- 2.- La utilización de refuerzo en los paneles, disminuye apreciablemente los efectos de contracción por secado, minimizando el agrietamiento.
- 3.- El costo por unidad de área de pared es un tanto baja.
- 4.- En el proceso constructivo de los paneles, puede utilizarse la compactación manual o mecánica.
- 5.- No requiere de mano de obra calificada.
- 6.- La facilidad en el proceso productivo, lo posibilita para programas de auto construcción.

Desventajas.

- 1.- Presenta problemas de fisuramiento por efecto de secado.
- 2.- El proceso constructivo en general es bastante lento.
- 3.- El porcentaje de absorción de los paneles es bastante grande.

## 2.5. BLOQUES DE ADOBE ESTABILIZADO.

### 2.5.1. INTRODUCCION.

El adobe es un material que se ha utilizado durante muchos años. En la actualidad este material puede considerarse de segundo orden, ya que su empleo se limita a construcciones provisionales y sobre todo rurales.

El adobe es el elemento básico de un método constructivo y consiste en una pieza moldeada de arcilla sin cocer de dimensiones variables.

En el área urbana, poco a poco, la utilización del adobe ha disminuido, pues el empleo de materiales como bloques de concreto, ladrillo de barro cocido, etc., refleja la preferencia de las personas, sin embargo el costo de ellos es mucho más alto.

No así en el área rural, en donde las mismas condiciones económicas, hacen que el habitante procure satisfacer sus necesidades de vivienda por sí mismo; y es aquí donde el adobe tiene gran importancia, ya que es un material de fácil fabricación (cualquier persona puede elaborarlos) y por lo general la utilización del material del lugar hacen que los costos de producción sean bajos.

### 2.5.2. UBICACION DEL PROYECTO PILOTO.

El estudio del bloque de adobe estabilizado corresponde al utilizado en la construcción de ciertas unidades habitacionales, ubicadas en el proyecto "La Presita", en la ciudad de San Miguel, proyecto impulsado por.

## FUNDASAL.

Las viviendas fueron construidas bajo el concepto de ayuda mutua.

Se utilizó el material que existía en el lugar (arcilla y arena de río), y se utilizó la cal como estabilizante, la cual mejoró la calidad del adobe, sin elevar mucho su costo.

### 2.5.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

#### 2.5.3.1. Físicas.

Fabricación: En la fabricación de bloques de tierra se han utilizado diversos métodos, pero cualquiera que sean los detalles de producción, los bloques son siempre secados al aire libre y/o al sol.

Entre los distintos métodos de fabricación tenemos:

- a.- Fabricación de adobes prensado a máquina.
- b.- Adobes apisonados mecánicamente.
- c.- Adobes que se preparan a mano.

Este estudio analizará únicamente el último método, es decir, aquel de tipo artesanal que es conocido por la mayor parte de la población del sector rural.

El procedimiento para hacer adobe con el método manual consiste en llenar el molde que se emplea (gradi-lla), con mezcla empapada, presionándola hacia abajo y empujándola hacia las esquinas; luego se pule la cara

superior del adobe y se hace que quede a nivel con el molde. Luego, éste se levanta despacio dejando los adobes en el suelo.

#### Selección de Tierra.

Para la elaboración de adobes a mano, se requiere que el material (tierra) sea una arcilla arenosa, o sea que el contenido de arcilla sea entre el 20 ó el 15% como máximo.

#### Proporción y Peso de los adobes.

Los adobes sujetos a la investigación fueron elaborados utilizando arcilla, arena de río y cal, en una proporción como se indica:

Arcilla	....	3
Arena	....	3
Cal	....	1

Esto en volumen (3:3:1), con la cual se obtuvo un adobe de 23 x 23 x 10.5 cms. con un peso aproximado de 20 libras.

#### 2.5.3.2. Mecánicas.

##### Estabilización.

Se ha tratado de incrementar la resistencia mecánica y al intemperismo del adobe, haciendo uso de cal como material estabilizante, con el objeto de unir las partículas entre si, impedir que éste absorba agua y evitar las contracciones o variaciones de volumen.

### Pruebas realizadas.

A estos adobes estabilizados, les fueron hechas una serie de pruebas de laboratorio, con el objeto de determinar sus características mecánicas, las cuales fueron:

- 1.- Resistencia a la Compresión: El adobe fué colocado en la misma forma en que sería colocado en la pared, obteniéndose valores de 20 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y un valor máximo a los 28 días de 26 kg/cm<sup>2</sup>.
- 2.- Resistencia al Impacto de agua: Se levantó una pared experimental y se sometió al impacto provocado por un chorro de agua proveniente de una manguera situada a 50 cms. de la pared y con la máxima presión. Al final de la prueba se había producido en los adobes afectados un agujero de 6 cms. de diámetro y una profundidad máxima de 5 mm.
- 3.- Resistencia a la Humedad: Muestras hechas de adobe, fueron sumergidas en agua hasta por 3 semanas. Al final de este período fueron probados a compresión y sus resistencias promedio fueron aproximadamente el 80% de los valores obtenidos en los adobes que no fueron sumergidos. Esta prueba fue hecha también con adobes sin estabilizar y ladrillos de barro sin cocer. Ambos se desintegraron antes de 24 horas de estar sumergidos.
- 4.- Resistencia al Intemperismo: Se levantó una pared de 2 mts. de alto y permaneció levantada durante 6 meses

(invierno). Al final del período la pared no presentaba deterioro aparente.

- 5.- Contracción por secado: Los adobes fueron sometidos a la prueba de contracción por secado, se midieron las deformaciones en la dirección más larga. Pudo observarse que a partir del 50. día las contracciones cesaron y no hubo más deformaciones.

#### 2.5.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

##### Ventajas.

- 1.- El adobe es un material de costo bastante bajo y su utilización se remonta hasta varias décadas atrás.
- 2.- Fácil fabricación, es decir cualquier persona con un mínimo de enseñanza técnica puede hacerlo.
- 3.- Presenta seguridad estructural, siempre y cuando se sigan con ciertas recomendaciones (cuatrapeo de esquinas, sisas adecuadas, etc.)
- 4.- Resulta un material bastante barato, pues por lo general la materia prima es el material del lugar.

### Desventajas.

- 1.- Existen problemas de adherencia entre los adobes y el mortero.
- 2.- El proceso de construcción es bastante lento, lo cual se debe a requerimientos específicos que exige el mismo sistema.
- 3.- Los requerimientos estructurales del sistema en general, disminuyen los espacios de la unidad básica habitacional.
- 4.- El tiempo de curado de los adobes es bastante prolongado para que lleguen a alcanzar su máxima resistencia.
- 5.- No presenta un buen acabado.
- 6.- El espesor de las paredes es bastante grande.



## 2.6. BAMBU

### 2.6.1. INTRODUCCION.

El bambú es una planta peregrina, conocida y usada desde la antigüedad, siendo utilizada en la construcción por países orientales y sur americanos, incorporándose desde hace unos años, también Costa Rica, obteniendo resultados satisfactorios.

En nuestro país con la finalidad de reducir el déficit habitacional se pretende impulsar el empleo de éste en la construcción principalmente en los sectores de escasos recursos, razón por la cual se incorpora en el estudio como un material con un futuro prometedor.

### 2.6.2. UBICACION DEL PROYECTO PILOTO.

Para esta investigación, este material será estudiado en la casa experimental que posee el vivero del M.O.P. ubicado en Calle al Plan del Pito, contiguo a ex-fábrica La Estrella, Mejicanos, siendo utilizado el material en la estructura de techos y en paredes con y sin revestimiento de concreto. Se seleccionó dicha vivienda por poseer un técnica de construcción adecuada para el empleo de este material.

### 2.6.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL.

#### 2.6.3.1. Físicas.

La edad apropiada del bambú para su empleo en la construcción es entre los 3 y 5 años, ya que sus fibras han

alcanzado su máxima dureza y resistencia. También posee varias características que lo hacen adecuado y económico como material de construcción de casas y edificios, y es bueno para el andamiaje que facilita tal construcción.

Las unidades naturales, o varas como son llamadas son de un tamaño y forma que los hace manuales, vendibles y procesables, también convenientes y económicos.

Las varas son aproximadamente redondas en la sección transversal y usualmente huecas, con paredes rígidas en su interior estratégicamente colocadas para prevenir el doblamiento. Dentro de la vara se encuentran paredes fuertes con un duro tejido de alta resistencia a la tensión concentrada con mayor énfasis cerca de la superficie.

La superficie natural de la mayoría de bambúes es limpia, dura y lisa con un atractivo color cuando las varas están propiamente maduras.

El bambú es poco descascarable, ya que no se le remueve la corteza. También el bambú se caracteriza por tener un crecimiento tan rápido que no existe en la naturaleza ninguna planta que lo pueda igualar con un crecimiento promedio en 24 horas de 8 a 10 cms., y algunas veces hasta de 40 cms. Z/.

Z/ Oscar Hidalgo López, 1974.

Técnicas en las construcciones con bambú.

#### 2.6.3.2. Mecánicas.

Generalmente, el esfuerzo a tensión aumenta del primer nudo hacia el centro y luego decrece del nudo central hacia el nudo de la punta.

Especímenes con distancia entre nudos de mayor longitud, generalmente tienen los mayores esfuerzos a tensión.

A continuación se presenta un resumen de pruebas de tensión, compresión, flexión y módulo de elasticidad en (kg/cm), para unas variedades del bambú.

**CUADRO No. 13**  
**CON NUDO**

ESPECIE	ESF. PROM. TENSION	ESF. PROM COMPRESION	ESF. PRO. FLEXION	MODULO DE ELASTICIDAD
B. Vulgaris				
v. Striata	1211.28	1134.70	910.04	$1.29 \times 10^5$
B. Vulgaris	1336.99	1058.03	873.35	$1.72 \times 10^5$
B. Tuldoide	1021.22	1140.83	1169.37	$1.91 \times 10^5$
B. Textilis	752.31	418.74	874.07	$0.65 \times 10^5$

**CUADRO No. 14.**  
**SIN NUDO**

ESPECIE	ESF. PROM. TENSION	ESF. PROM COMPRESION	ESF. PRO. FLEXION	MODULO DE ELASTICIDAD
B. Vulgaris				
v. Striata	2135.55	1111.85	1478.67	$2.62 \times 10^5$
B. Vulgaris	2632.61	1068.70	1734.80	$2.23 \times 10^5$
B. Tuldoide	2216.07	1135.35	1787.83	$2.53 \times 10^5$
B. Textilis	1481.91	449.31	891.24	$1.94 \times 10^5$

FUENTE: Estudio de las propiedades mecanicas del Bambu  
Trabajo de Graduacion (U.C.A.)

A pesar de sus muchas y excelentes propiedades, la durabilidad natural del bambú es generalmente baja. Este varía de especie, en la susceptibilidad de sus varas para ser invadido por insectos que atacan la madera. Aunque las varas de pocos bambúes, especialmente *Guadua Angustifolia* aparentemente tienen una alta resistencia a ser atacados por insectos que comen madera y al ataque de hongos, casi todos parecen ser más o menos susceptibles bajo ciertas condiciones.

Para proteger el bambú se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- El bambú ya cortado es más fácil de ser destruido.
- La parte inferior es más fácilmente atacada.
- Se tiene que el daño causado al tallo por los insectos es proporcional al contenido del almidón de él.

Se debe tener en consideración que el bambú en contacto con la atmósfera y el suelo puede tener una vida promedio de no más de tres años. bajo techo entre cuatro a siete años y en condiciones favorables, más de quince años.

B./

B/ M. Mario Nelson 1982.

Estudio de las Propiedades Mecánicas del Bambú.

Los tratamientos de protección adaptados al nivel de los oficios y conocimientos técnicos del medio rural son tan importantes como los tratamientos comerciales de impregnación similares a los que se utilizan en la madera.

Se dispone de técnicas de protección adecuadas a diversos niveles de conocimiento y situaciones. Los métodos tradicionales de amplia utilización para aumentar la duración del bambú cuestan muy poco y pueden aplicarse sin ningún equipo o conocimiento técnico especial. Entre ellos figuran: la lixiviación con agua y la lechada de cal. Cada uno de esos métodos aumenta la duración del bambú, en especial contra los coleópteros. A menudo es necesario dotar de una mayor protección al bambú con sustancias químicas conservadoras. Entre las técnicas para su aplicación figuran la aplicación con cepillo, por rociamiento, por frotamiento, inmersión, tratamiento de baño caliente y frío, método Boucherie y tratamiento de presión.

#### 2.6.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

##### VENTAJAS.

- 1.- En su forma circular y su sección, por lo general hueca, lo hacen un material liviano, fácil de transportar y de almacenar, lo cual permite la construcción rápida de estructuras

temporales o permanentes.

- 2.- La constitución de las fibras de las paredes del bambú, permite que pueda ser cortado transversalmente o longitudinalmente en piezas de cualquier longitud, empleando herramientas manuales sencillas.
- 3.- La superficie natural del bambú es lisa, limpia, de color atractivo y no requiere ser pintada, raspada o pulida.
- 4.- El bambú puede emplearse en combinación con todo tipo de materiales de construcción, incluso con el concreto, como elemento de refuerzo.
- 5.- El bambú continúa siendo el material de construcción de más bajo precio.

#### Desventajas.

- 1.- El bambú en contacto permanente con la humedad del suelo se pudre y es atacado por termitas y otros insectos. Por ello no debe utilizarse como cimiento, enterrándose, a no ser que se trate previamente.
- 2.- El bambú es un material altamente combustible cuando está seco; por ello debe recubrirse con una sustancia o material a prueba de fuego.

3.- El bambú no tiene un diámetro igual en toda su longitud; tampoco es constante el espesor de la pared, por lo tanto, algunas veces presenta dificultades en la construcción.

4.- El bambú al secarse se contrae y su diámetro se reduce. Esto implica algunos problemas en la construcción, particularmente cuando se emplea como refuerzo en el concreto.



## CAPITULO III

### DURABILIDAD Y COSTO DE MATERIALES

#### 3. DURABILIDAD

Quando se dispone comprar algo, surge la duda de que tan confiable es ésta, lo que encierra en sí la pregunta es, cuanto servirá?, cuanto resistirá?, o, cuanto durará? lo cual no se llega a saber hasta que ésta queda en desuso. Con el transcurso del tiempo y del empleo de algunos materiales de construcción se ha podido recomendar materiales para la ejecución de viviendas, y en el caso de adquirir una casa, se estima el tiempo de vida útil, el cual si las condiciones son favorables, éstas duraran dicho tiempo y en el mejor de los casos un poco más. Con esta idea se pretende la realización de este estudio el cual en base a materiales ya antes mencionados y tomando en cuenta algunos parámetros se tratará de estimar la durabilidad después de estar éstos materiales implementados.

Los datos que se obtengan, de ser satisfactorios pueden contribuir a borrar ese mal concepto que se tiene sobre este tipo de material.

Los parámetros que se eligieron para la evaluación de la durabilidad se presentan a continuación dando una idea sobre que abordará cada uno.

#### 1.- Tiempo transcurrido desde su construcción

Este parámetro indica cuanto tiene de estar funcionando una vivienda, el cual es importante porque si se pretende construir una unidad similar a ésta, en condiciones iguales, se podría garantizar que alcanzará ese mismo tiempo.

#### 2.- Movimientos sísmicos experimentados

La destrucción o deterioro que puede producir un sismo es considerable, es por ello que se considera necesario observar como han respondido las viviendas.

Los movimientos que producen los sismos a veces no son tan relevantes, pero al combinarse estos con otros parámetros los efectos son mayores, siendo esta asociación imposible de estimar.

#### 3.- Suelo sobre el que esta cimentada la construcción

Dependiendo del tipo de suelo sobre el que este cimentada la vivienda, este puede influir en el comportamiento de la misma; por ejemplo, en un terreno que sufra de expansión, contracción o sufra asentamiento tendrá sometida a la vivienda a tensión o compresión. No considerar este parámetro puede influir en la disminución de la vida útil de la vivienda.

#### 4.- Deficiencias constructivas

El realizar una actividad sin tener un control adecuado trae como consecuencia resultados deficientes, los

cuales ponen en peligro la resistencia y calidad de un elemento, al no cumplir a cabalidad con estas, la utilización en un determinado momento se verá disminuido y con el transcurso del tiempo inoperante.

#### 5.- Fallas que presentan las construcciones

Dependiendo del tipo de fallas que presenten las viviendas y en que lugar se den estas pueden afectar la estabilidad y por ende la vida útil que podría dar una determinada unidad, porque las fallas tienden a debilitar los elementos donde se producen hasta que estos ceden, generalmente el descuido que se tiene con una falla pequeña ocasiona con el transcurso del tiempo daños considerables.

#### 6.- Pruebas de laboratorio

Se eligió este parámetro porque proporciona datos exactos sobre la resistencia que poseen los materiales en estudio al momento de efectuar las pruebas, los cuales pueden ser fácilmente comparados con pruebas hechas anteriormente y determinar como se encuentra el material en base a la comparación de resultados, es decir si en el transcurso del tiempo han mejorado, mantenido, ó disminuido sus propiedades y en base a éstos dar sugerencias.

#### 7.- Deducciones en base a observaciones

Se determinó incluir este parámetro por la posibilidad que existe de que en los anteriores no se logre captar toda la información necesaria para estimar la durabilidad de un determinado material y pueda ser abordado en éste

siendo de mucha ayuda en aquellos casos donde no se podrán efectuar pruebas destructivas.

### 3.1. LAMINA DE CEMENTO-HENEQUEN.

#### 3.1.1. TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE SU CONSTRUCCION.

Como se mencionó en el Capitulo II, la fabricación de las láminas se llevó a cabo a finales de 1987 como parte de un proyecto piloto de techado de aulas provisionales de la Facultad de Ing. y Arq. de lo anterior puede inferirse que las láminas a la fecha poseen aproximadamente una edad de 4 años.

#### 3.1.2. MOVIMIENTOS SISMICOS EXPERIMENTADOS.

Este parámetro aunque no influye directamente sobre el techo de una vivienda, puede afectar el mismo, ocasionándole daños a la cubierta (lámina de cemento-henequén en el caso especificado tratado). En el período que estuvo instalado el techo no se dieron eventos sísmicos de consideración que pueden tomarse en cuenta.

#### 3.1.3. SUELO SOBRE EL QUE ESTA CIMENTADA LA CONSTRUCCION.

Al igual que el parámetro anterior, el suelo sobre el que están cimentados las construcciones influye indirectamente sobre el techo de las mismas, ya que si el suelo es demasiado deficiente para soportar carga y la construcción muy pesada se pueden dar asentamientos y por ende fractura de la cubierta de techo. En el caso analizado no se presentan las condiciones mencionadas anteriormente, es decir, no existe, ni estructura pesada (paredes medianeras de bloque saltex combinada con madera) ni suelo deficiente. A partir de lo anterior se deduce que el parámetro analizado no ha



tenido influencia sobre el comportamiento de la lámina de cemento-henequén.

#### 3.1.4. DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS.

Entre las deficiencias constructivas que presentan las láminas podemos mencionar: que no poseen un espesor uniforme, lo que crea zonas de debilidad. Lo anterior es producto del proceso de producción (fabricación artesanal).

#### 3.1.5. FALLAS QUE PRESENTAN LAS LAMINAS.

Las fallas que se observan en láminas que se lograron recolectar son agrietamiento tanto longitudinalmente como transversalmente.

#### 3.1.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.

Las pruebas realizadas a las láminas de cemento-henequén son:

- 1.- Pruebas de permeabilidad
- 2.- Pruebas de absorción
- 3.- Pruebas de flexión

Para ver en qué consisten las pruebas anteriores remitirse a las características del material apartado (2.1.3.2 , capítulo II).

En la prueba de permeabilidad, el resultado fue satisfactorio, ya que durante el periodo de prueba (10 días) no se observó goteo en la lámina.

Con respecto a la absorción se pudo observar que el valor obtenido en las pruebas de laboratorio (ver cuadro No. 15), es menor a las obtenidas en el estudio de facti-

bilidad y diseño de lámina de cemento-henequén (ver cuadro No. 6, capítulo II), y en la evaluación del deterioro de la lámina (ver cuadro No. 8 capítulo II). Lo anterior posiblemente se deba al mayor grado de endurecimiento logrado por el concreto.

Según norma C - 459 de la ASTM para pruebas de láminas, la absorción máxima en porcentaje es el siguiente:

TIPO F        25 %

TIPO U        30 %

Como puede apreciarse el valor obtenido (10.92%) cumple con la norma al igual que con los valores obtenidos en los estudios específicos sobre la lámina.

#### Prueba de Flexión

Es importante mencionar la procedencia de los especímenes de prueba para el ensayo de flexión estática, ya que según esta se puede tener una idea general del porque presentaban agrietamientos transversales y longitudinales, así como también perforaciones en los extremos.

Los especímenes utilizados en el ensayo fueron láminas que estaban sirviendo de paredes exteriores en una bodega de la Facultad de Ingeniería. Una de las cuatro láminas de prueba era del lote que se desmontaron de las aulas provisionales, lo cual, indica que la lámina ya estuvo sirviendo de cubierta y posteriormente de pared.

Los resultados de las pruebas se muestran en el cuadro No. 16, como puede observarse los valores encontrados.

dos son similares a los obtenidos en el Estudio de Factibilidad (ver cuadro No. 6), y mayores a los obtenidos en la Evaluación del Deterioro (ver cuadro No. 7).

Comparando la carga de rotura en los especímenes probados (cuadro No. 16), contra las carga de rotura (de 561 Kgs. para un claro de 1.07 m.), que presentan las láminas onduladas fabricadas por Eureka se puede observar que la resistencia de la lámina de cemento henequén es cinco veces menor a la que presentan las de Eureka.

La resistencia especificada mínima para láminas acanaladas de asbesto cemento que sirvan para techos y paredes, según la ASTM son los siguientes :

TIPO	RESISTENCIA PROMEDIO DE PRUEBA (Kg.m/m)	PIEZAS INDIVIDUALES (Kg.m/m)
A	56.67	48.01
B	142.81	121.40

Comparando los resultados obtenidos (ver cuadro No. 16) contra los especificados por la ASTM, se puede ver que la lámina de cemento henequén no es aceptable, no obstante, la cercanía de los resultados, la convierten en apta para ser utilizada en vivienda de bajo costo.

### 3.1.7. DEDUCCIONES OBTENIDAS EN BASE A OBSERVACION.

Según observaciones realizadas en las aulas provisionales durante su funcionamiento, se pudo observar que la estructura de soporte flexionó demasiado, factor que



se cree ocasionó el agrietamiento de las láminas y como consecuencia la filtración (goteo).

CUADRO No. 15

LAMINA DE CEMENTO-HENEQUEN  
PRUEBA DE ABSORCION

MUESTRA No.	PESO HUMEDO (grs.)	PESO SECO (grs.)	ABSORCION %	PROMEDIO %
1	832.0	753.5	10.41	
2	711.6	640.0	11.19	
3	743.5	669.5	11.05	
4	371.0	334.1	11.04	10.92

CUADRO No. 16

LAMINA DE CEMENTO-HENEQUEN  
PRUEBA DE FLEXION ESTATICA.

MUESTRA	LONG. L (m)	ANCHO a (m)	CARGA DE RUPTURA P (Kgs.)	MOMENTO CUR- VATURA * (Kgs.m/m)	DEFORM. 10E-3pu1	MAX. cm.
1	1.21	0.6047	35	14.61	110	0.2794
2	1.20	0.6003	90	37.48	94	0.23876
3	1.20	0.6053	90	37.17	154	0.39116
4	1.20	0.6020	100	41.53	53	0.13462

Donde:

El espesor es de 6 mm.  
\* =  $M = Pl/4a$   
l = L - 0.20

### 3.2. BLOQUE HUECO DE SUELO CEMENTO.

#### 3.2.1. TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE SU CONSTRUCCION.

A la fecha en que se realiza este estudio las viviendas en la comunidad 10 de Abril poseen 4 años de construidas, ( Ver anexo No. 2.1.3 ).

#### 3.2.2. MOVIMIENTOS SISMICOS EXPERIMENTADOS.

Los temblores que se han dado en el lapso de tiempo que la comunidad tiene de construida no han afectado a las viviendas. La energía liberada por los temblores fue absorbida por ésta sin presentar daños.

Según el Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de El Salvador (REDSSES), la comunidad se encuentra ubicada en la zona I.

#### 3.2.3. SUELO SOBRE EL QUE ESTA CIMENTADA LA CONSTRUCCION.

La investigación de campo consistió de 7 sondeos exploratorios y la profundidad máxima en las perforaciones fue de 7.5 mts. detectándose suelo compacto en el fondo de cada sondeo.

Los aspectos importantes para los fines que se persiguen se desarrollan a continuación:

- 1.- Estratigrafía: El terreno es homogéneo y puede describirse de la siguiente forma; un estrato de arena limosa (SM) que aparece en la totalidad de los sondeos, en algunos de estos dicho estrato aparece contiguo a otro estrato formado por limo arenoso (ML).

Es importante mencionar que las tres unidades habitacionales coinciden aproximadamente con algunos sondeos que según la estratigrafía predomina la arena limosa.

2.- Contenido de Humedad: Los contenidos de humedad en las muestras recuperadas indican valores elevados en los estratos areno-limosos, manteniéndose normales en los estratos limosos. Los contenidos de humedad en los diferentes sondeos se muestran a continuación.

Sondeo No.	w (%) prom.
1	20.8
2	26.7
3	23.0
4	18.0
5	16.2
6	21.0
7	19.5

3.- Capacidad de Carga: La capacidad de carga mínima y máxima encontrada en los sondeos 5 y 6 es de 1.6 y 3.7 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

#### 3.2.4. DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS.

Siendo un proyecto de autoconstrucción, sin tecnología apropiada, es por demás que no existan anomalías, las cuales están regidas por diferentes factores entre los cuales tenemos:

1.- Falta de adiestramiento en cuanto a construcción.

2.- Pegado deficiente de bloques.

3.- Malas uniones y traslapes de varillas en las soleras utilizadas.

### 3.2.5. FALLAS QUE PRESENTAN LAS CONSTRUCCIONES.

Considerando que las 3 viviendas elaboradas, se hicieron sin contar con ayuda profesional para dirigir dicha obra éstas se encuentran en buen estado.

### 3.2.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.

El sistema constructivo utilizado en la comunidad es a base de mampostería con refuerzo integral. Existen varios ensayos de laboratorio que sirven para evaluar el comportamiento real de este tipo de construcciones, las cuales consisten en tomar muestras de la pared (técnicamente se conoce como prismas), y evaluar parámetros tales como: esfuerzos de cortante y compresión, adherencia entre el mortero y los bloques, lo anterior evidentemente no es posible realizarlo, ya que las pruebas son destructivas.

La dificultad de no poder realizar los ensayos a los prismas da cabida solamente a la realización de ensayos de compresión según normas ASTM (C - 140 - 75) y prueba de absorción según ASTM (C - 90 - 75) en elementos individuales (bloques) para la especificación de dichos ensayos (ver anexos No. 7.1 y 7.2)

Los resultados de laboratorio que se obtuvieron de dichos especímenes con una edad igual al tiempo que tienen de estar construidas las viviendas se presenta en los cua-

dros 17 y 18, al comparar los resultados de resistencia a la compresión obtenidos en las pruebas realizadas contra los resultados obtenidos en el diseño realizado en la tesis implementada, se tiene que los resultados obtenidos en los ensayos recientes son mayores a los del diseño, lo cual nos indica que la resistencia del material es aceptable y por lo tanto funciona adecuadamente desde el punto de vista estructural, además el bloque de paredes satisface las condiciones de estabilidad.

De acuerdo a la especificación 3 de la norma ASTM (C - 90 - 85) que corresponde a la clasificación por grado de las unidades de mampostería, corresponde al bloque de suelo-cemento en estudio el grado N. Dicho grado cubre mampostería de uso general, como en paredes exteriores abajo o arriba del nivel del suelo, que pueden o no estar expuestas a la humedad o a la intemperie y para paredes interiores y de apoyo.

La resistencia a la compresión para unidades de mampostería de concreto de grado N establecido por la ASTM (C - 90 - 85) es de 70.4 Kg/cm<sup>2</sup> en promedio de 3 unidades y de 56.3 Kg/cm<sup>2</sup> para unidades individuales.

Comparando los datos obtenidos en el laboratorio (ver cuadro No. 17), contra los valores anteriores mencionados, se puede apreciar la calidad de los bloques utilizados en la comunidad, y que tanto individuales como en promedio los valores de resistencia andan cerca de los

especificados para bloques de concreto.

CUADRO No. 17

BLOQUE HUECO DE SUELO CEMENTO  
RESISTENCIA A LA COMPRESION

BLOQUE No.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARG (Kg)	ESFUERZOS NETO (Kgs/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZOS BRUTO (Kgs/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZOS PROMEDIOS (Kgs/cm <sup>2</sup> )
1	39.45	14.33	379.27	565.32	22700	59.85	40.15	NETO
2	39.60	14.47	385.60	573.01	44000	116.11	76.79	86.42
3	39.45	14.57	389.03	574.79	33500	86.11	58.28	BRUTO
4	39.63	14.73	272.05	583.75	22750	83.62	38.97	53.55

CUADRO No. 18

BLOQUE HUECO DE SUELO CEMENTO  
PRUEBA DE ABSORCION

MUESTRA No.	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	ABSORCION %	PROMEDIO %
1	735.5	600.5	22.48	
2	577.0	466.7	23.63	
3	538.0	439.9	22.30	
4	391.0	320.5	21.99	
5	442.1	368.5	19.97	22.07

Con respecto a la absorción obtenida en los bloques de prueba (22.07%) y comparando con los resultados de absorción obtenidos para bloques de suelo-cemento y bloque de concreto de varias fábricas del país, en el trabajo de graduación, "Materiales y Métodos constructivos para la Vivienda Marginal y Rural". Parte II. (ver cuadro No. 19) nos podemos dar cuenta que los bloques en cuestión, presentan condiciones de absorción aceptables.

### 3.2.7. DEDUCCIONES EN BASE A OBSERVACION.

Cuando se realizó la visita a la comunidad, se hizo una revisión de las tres unidades determinándose en forma general las condiciones en que se encuentran éstas.

Dichas viviendas cimentadas sobre suelos SM y ML no presentan asentamientos que afecten la estructura general, o grietas provocadas por deslizamiento que ponga en peligro la estabilidad de las viviendas.

Las paredes se encuentran repelladas en el exterior de estas y en partes de su interior (ver fotos 1 y 2 de anexo No. 2.1.2) así como los pisos se encuentran enladrillados en el interior de la vivienda y el patio se encuentra encementado, lo cual impide la filtración del agua tanto en las paredes como en el suelo evitando que éste pierda su resistencia. A partir de lo anterior puede decirse que no es posible evaluar eficientemente el material y por lo tanto la durabilidad.

CUADRO No. 19

PRUEBA DE ABSORCION

Banco de préstamo No.	Absorción (%) (28 días)		
	8%	10%	12%
1.	20.83	19.42	18.61
	promedio = 19.62		
2.	12.48	10.41	9.82
	promedio = 10.90		
Bloquitubo	11.23 *		
Arena-block	11.50 *		
La Roca	10.00 *		
Norma	10 - 13		
A.S.T.M.	10 - 18		
C - 90 - 75	15 - 18		

Fuente : Materiales y Métodos Constructivos para la  
Vivienda Marginal y Rural II.

\* = Datos promedios obtenidos en varias series de  
pruebas en muestreos realizados en el Centro  
de Investigaciones Geotécnicas.



### 3.3. BLOQUE SOLIDO DE SUELO-CEMENTO

#### 3.3.1. TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE SU CONSTRUCCION.

Los edificios donde se utiliza este tipo de bloque constan de diferentes edades entre las que se tienen 22, 12, 10 y 3 años de haber sido construidos. Por lo cual para el estudio se investigarán los bloques que tienen edades de 12, 3 y 1/12 de años al momento de la visita, por no existir bloques con las otras edades.

#### 3.3.2. MOVIMIENTOS SISMICOS EXPERIMENTADOS.

Los edificios que se encontraban construidos antes del terremoto de 1986, soportaron los movimientos sísmicos que se dieron, los daños que sufrieron no son observables por lo cual se considera que se encuentran en buen estado. Según estudios sobre sismicidad la colonia donde se encuentran está ubicada en la zona I (REDSSES).

#### 3.3.3. SUELO SOBRE EL QUE ESTA CIMENTADA LA CONSTRUCCION.

El terreno donde estan ubicados los edificios de bloque sólido de suelo-cemento no contiene vegetación y de configuración topográfica irregular. El trabajo de campo para tener una idea general de las condiciones del suelo en el sector, consistió de 2 sondeos exploratorios ubicados en un área próxima a todos los edificios, dichas perforaciones fueron realizadas por medio del tipo de penetración normal estandarizado por la norma ASTM designación D-1586.

En cada uno de los sondeos exploratorios se obtuvieron muestras representativas de suelo a cada 0.5 mts. de

profundidad, con el objeto de clasificarlas y obtener contenidos de humedad.

Es importante mencionar que los sondeos no están referenciados en una planimetría, ni altimétricamente, por que esto significaría hacer los correspondientes levantamientos topográficos, actividades que están fuera del alcance y objetivos de este trabajo, los cuales son obtener una idea general del suelo en el sector.

#### Condiciones del Sub-suelo:

Los resultados de laboratorio y campo (ver cuadros Nos. 20 y 21 de anexo No. 2.2.2 ), indican que existe un primer estrato de arena limosa pomítica color café claro con un porcentaje de arena que varía del 60 al 90%. Este primer estrato presenta una resistencia a la penetración que varía de 15 a 47 golpes/pie.

Subyacente a este primer estrato se encuentra un estrato de limo arenoso con un porcentaje de arena de más o menos 40%. La resistencia a la penetración que presenta este segundo estrato es de 22 a 34 golpes/pie.

Las propiedades de humedad del suelo varían según la profundidad obteniéndose valores de 16.6 hasta 33.2%.

En conclusión se puede decir que:

- 1.- El suelo está constituido por arena limosa y limo arenoso.
- 2.- La humedad natural que posee el suelo se puede decir que es medianamente húmeda, (33.2%, humedad

máxima encontrada).

3.- La densidad relativa de la arena limosa varía de media a densa.

4.- La consistencia de el limo arenoso varía de medio a densa.

#### 3.3.4. DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS.

A pesar de que algunos de los edificios han soportado sismos y uso, existen anomalías en cuanto a su estructura, los edificios fueron construidos sin ningún control ni espaciamiento adecuado, y sin regirse por reglamentos de construcción, solamente con criterios empíricos. Observándose deficiencias como mal pegado de bloques, algunas paredes interiores no poseen verticalidad. Considerando que los edificios son de varios niveles, estos no poseen un cubo de escaleras que permita dirigirse a los niveles superiores y viceversa, debiéndose llegar a ellos por el exterior subiendo por el terreno natural que rodea el edificio. También no utiliza reforzamiento en marcos de puertas y ventanas, el colado de las losas es deficiente ya que en la conformación de las cimbras utiliza lámina sostenida sobre puntales que no son bien apoyados y el conjunto sufre asentamientos, además al refuerzo que absorbe el momento positivo por carga muerta y viva no se le da el recubrimiento adecuado, para evitar la pérdida de material en el colado de las losas utiliza papel en exceso el cual queda adherido produciendo amontonamientos, no utiliza vigas

de coronamiento para el apoyo de la losa, lo cual impide una distribución de carga uniforme del área tributaria sobre las paredes respectivas.

### 3.3.5. FALLAS QUE PRESENTAN LAS CONSTRUCCIONES.

Los edificios presentan agrietamientos producidos por las contracciones sufridas por malos curados, también se puede observar en algunas losas la exposición del refuerzo producidos por cargas soportantes ó por tener recubrimientos muy pequeños observándose que el hierro está en proceso de corrosión (ver fotos 3 y 4 de anexo No. 2.2.1).

### 3.3.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.

Para el análisis de este material se obtuvieron las mismas limitantes que con el bloque hueco de suelo-cemento, es decir se prueban unidades individuales del bloque sólido, haciéndoles pruebas de compresión, cortante y absorción.

Resistencia a la Compresión: para indagar la calidad del material con respecto a esta propiedad mecánica, se ensayaron varios bloques que se encontraron en el lugar y los resultados obtenidos en el laboratorio se muestran en los cuadros No. 22, 23 y 24, como puede observarse el promedio de las resistencias obtenido en las diferentes edades es bastante alto (44.51 Kg/cm<sup>2</sup>, 77.75 Kg/cm<sup>2</sup> y 70.25 Kg/cm<sup>2</sup> para 1/12, 3 y 12 años respectivamente), comparando con los resultados obtenidos en la misma prueba en el bloque hueco de suelo-cemento fabricado en condiciones de campo y bajo

control de laboratorio (ver cuadros No. 9, 10, 11, y 17), inclusive en dos casos presenta resistencias mayores a la especificada por las pruebas ASTM C - 90 - 85 para bloque de concreto. (Ver anexo No. 7.3).

Resistencia a la fuerza cortante: esta prueba se realiza para determinar la resistencia última del bloque cuando es sometido a cargas laterales externas.

La prueba de cortante se realiza de la siguiente manera:

- 1.- Se seleccionan 6 muestras (2 por cada una de las edades)
- 2.- Cada muestra se prepara cortándola con una sierra eléctrica en dimensiones de 12.4 cms. (máxima dimensión dada por el ancho del bloque), para que sea ortogonal y en relación de 1 a 1 con el objeto de evitar cargas excéntricas.

CUADRO No. 22

BLOQUE SOLIDO DE SUELO CEMENTO  
RESISTENCIA A LA COMPRESION  
1/12 DE AÑO

MUESTRA No.	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTURA (cm.)	PESO (gr)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kgs)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	26.97	13.42	7.38	3525.0	361.94	19250	53.19	
2	26.80	13.18	7.30	3105.0	353.22	12250	34.68	
3	26.80	13.32	7.40	3100.0	356.98	11500	32.21	
4	27.13	12.88	7.33	3541.5	349.43	20250	57.95	44.51

CUADRO No. 23

BLOQUE SOLIDO DE SUELO CEMENTO  
RESISTENCIA A LA COMPRESION  
3 AÑOS

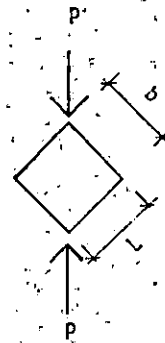
MUESTRA No.	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTURA (cm.)	PESO (gr)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kgs)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	26.97	13.33	8.12	4389.0	359.51	33500	93.18	
2	28.32	14.42	7.52	4035.0	408.37	22500	55.10	
3	28.28	14.27	7.52	4023.0	403.56	37500	92.92	
4	28.00	14.07	7.55	3983.0	393.96	27500	69.80	77.15

CUADRO No. 24

BLOQUE SOLIDO DE SUELO CEMENTO  
RESISTENCIA A LA COMPRESION  
12 AÑOS

MUESTRA No.	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTURA (cm.)	PESO (gs)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kgs)	ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	28.33	14.03	8.50	4042.5	397.47	25250	63.53	
2	26.45	12.88	7.18	3220.5	340.68	21000	61.64	
3	26.48	13.28	7.45	3457.0	351.65	28250	80.34	
4	26.50	13.00	7.40	3363.0	344.50	26000	75.47	70.25

3.- La carga se aplica a una velocidad constante de 10 mm/min.. La forma de aplicación de la carga se ilustra en la siguiente figura.



El esfuerzo cortante se determina con la siguiente fórmula:

$$V = P / (t * (b^2 + L^2)^{1/2})$$

Donde:

V = Esfuerzo Cortante  
P = Fuerza Aplicada  
L = Longitud de la Muestra  
b = Ancho de la Muestra  
t = Espesor de la Muestra

Los resultados obtenidos en esta prueba se muestran en el cuadro No. 25, como puede observarse los resultados obtenidos en esta prueba comparados con los obtenidos en la tesis "Materiales y Métodos constructivos para la vivienda Marginal y Rural", Parte I. (ver cuadros No. 26, 27 y 28), son menores, lo cual se debe a que el material de los bloques sólidos no tienen una buena granulometría (en la falla de las muestras se pudo observar mucho pómez de tamaño considerable).

CUADRO No. 25

BLOQUE SOLIDO DE SUELO CEMENTO  
PRUEBA DE CORTANTE

EDAD (años)	MUESTRA No.	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ESPESOR (cm.)	DIAGONAL (cm.)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kgs)	ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
1/12	1	12.40	12.40	7.55	17.54	132.43	1000	7.55
	2	12.40	12.40	7.65	17.54	134.18	650	4.84
3	1	12.40	12.40	7.70	17.54	135.06	950	7.03
	2	12.35	12.40	7.40	17.50	129.50	750	5.79
12	1	12.40	12.35	8.20	17.50	143.50	800	5.57
	2	12.40	12.40	7.50	17.54	131.55	1000	7.60

CUADRO No. 26

RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO AL CORTE  
EDAD 7 DIAS

PORCENTAJE EN PESO SECO			A/C	Va (kg/cm <sup>2</sup> )
ARENA LIMOSA	ARCILLA	CEMENTO		
90	10	5	7.02	3.82
90	10	7	5.02	5.16
85	15	5	7.02	4.79
85	15	7	5.02	6.40
80	20	5	7.02	3.90
80	20	7	5.02	7.35



CUADRO No. 27

RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO AL CORTE  
EDAD 14 DIAS

PORCENTAJE EN PESO SECO			A/C	Va (Kg/cm <sup>2</sup> )
ARENA LIMOSA	ARCILLA	CEMENTO		
90	10	5	7.02	6.65
90	10	7	5.02	9.52
85	15	5	7.02	8.58
85	15	7	5.02	13.52
80	20	5	7.02	7.70
80	20	7	5.02	14.51

CUADRO No. 28

RESISTENCIA DEL SUELO CEMENTO AL CORTE  
EDAD 28 DIAS

PORCENTAJE EN PESO SECO			A/C	Va (Kg/cm <sup>2</sup> )
ARENA LIMOSA	ARCILLA	CEMENTO		
90	10	5	7.02	9.23
90	10	7	5.02	12.48
85	15	5	7.02	12.51
85	15	7	5.02	17.40
80	20	5	7.02	10.00
80	20	7	5.02	17.15

Fuente: Materiales y Métodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural I. Tesis U.E.S. Esc. de Ing. Civil. Julio de 1986.  
Autores: Cirilo Méndez y otros.

Prueba de Absorción: La absorción obtenida de las muestras analizadas se presentan en el cuadro No. 29 para las edades especificadas.

Como puede observarse la absorción promedio en estos bloques es mayor a la obtenida en los bloques huecos, atribuible posiblemente a la mala granulometría del material y falta de finos.

### 3.3.7. DEDUCCIONES EN BASE A OBSERVACION.

Como pudo apreciarse los bloques han resistido las diversas cargas a las que han sido sometidas desde su construcción utilizandose el bloque en paredes de carga las cuales presentan agrietamientos en un bajo porcentaje. Estos edificios no se encuentran repellados y han estado expuestos a sol, viento y lluvia y no han sufrido desprendimiento de material, lo mismo se observa al material que ha sido empleado en columnas, vigas y entrepisos; considerándose los datos obtenidos de las pruebas estos pueden emplearse sin ningún temor, lo que si es importante es dar una granulometría al agregado para obtener una mayor resistencia y con ello también se evitara mayor gasto de cemento.

Los edificios de ser repellados tendrían una buena apariencia, en la cual no se distinguiría que tipo de bloque se utilizó, otra cosa que afecta la funcionalidad de

estos es el no contar con agua en los niveles superiores,  
 así como circulación vertical interior.

CUADRO No. 29

BLOQUE SOLIDO DE SUELO CEMENTO  
 PRUEBA DE ABSORCION

EDAD (AÑOS)	MUESTRA No.	PESO HUMEDO (grs.)	PESO SECO (grs.)	ABSORCION %	PROMEDIO %
----------------	----------------	-----------------------	---------------------	----------------	---------------

1/12	1	341.0	275.1	23.95	28.74
	2	407.7	308.2	32.28	
	3	495.0	376.3	31.54	
	4	590.5	464.3	27.18	
3	1	426.5	335.0	27.31	24.41
	2	623.1	525.6	18.55	
	3	497.0	400.0	24.25	
	4	414.5	325.0	27.54	
12	1	569.0	452.5	25.75	25.75
	2	613.2	485.5	26.30	
	3	650.7	519.7	25.21	

### 3.4. BLOQUES DE CONCRETO LIGERO DE POMEZ.

#### 3.4.1. TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE SU CONSTRUCCION.

Las viviendas en las cuales se implementó este tipo de bloque, cuentan al momento de estarse realizando este estudio con un tiempo de 15 años de construidas. (Ver anexo No. 3.4).

#### 3.4.2. MOVIMIENTOS SISMICOS EXPERIMENTADOS.

Las unidades habitacionales construidas con poméz no presentan daños ocasionados por sismos, por lo cual estas soportan dichos movimientos.

Según los moradores del lugar es poca la actividad sísmica de él y cuando esto ocurre no libera gran cantidad de energía. Corroborándose esto por el análisis realizados por REDSES en la cual ubica este sector en la zona II.

#### 3.4.3. SUELO SOBRE EL QUE ESTA CIMENTADA LA CONSTRUCCION.

El terreno donde están ubicadas las viviendas de bloque hueco de pómez, es un sector urbanizado y por lo tanto con drenaje de aguas lluvias y aguas negras.

El proyecto habitacional está constituido por una hilera de casas situadas a orillas de la calle principal de acceso al sector.

La exploración del sub-suelo consistió de dos sondeos exploratorios ubicados de la siguiente forma:

- 1.- Un sondeo ubicado en la parte lateral de una de las casas más inmediatas al acceso.
- 2.- Un sondeo ubicado en la parte posterior de la

hilera de casas.

Condiciones del Sub-suelo:

Los resultados de laboratorio y campo (ver cuadros No. 30.a y 30.b y 31 de anexo No. 3.3), indican que existe un primer estrato de arcilla con arena de mediana plasticidad, color café oscuro. Este primer estrato presenta una resistencia a la penetración que varía de 9 a 31 golpes/pie.

Contiguo a este estrato se encuentra un estrato de arena arcillosa de mediana plasticidad con más o menos un 60% de arena. La resistencia a la penetración que presenta este segundo estrato varía de 8 a 24 golpes/pie.

Existe un tercer estrato de arena limosa pomítica, no plástica, color café claro con más o menos 85% de arena. La resistencia a la penetración varía de 17 a 23 golpes/pie.

Las propiedades de humedad del sub-suelo varía según la profundidad, obteniéndose valores de 14.5% hasta de 80.1%.

En conclusión se puede decir que:

1.- El suelo está constituido por arcilla arenosa, arena arcillosa y una arena limosa pomítica.

2.- La humedad natural que posee el suelo en las capas superficiales es medianamente húmeda (menores a 33.5%); siendo bastante grande en los estratos más profundos (80.1%, valor máximo encontrado).

3.- La consistencia de la arcilla varía de compacta a muy compacta.

4.- La densidad relativa de la arena arcillosa varía de suelta a media.

5.- La arena limosa pomítica presenta una densidad relativa media.

#### 3.4.4. DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS.

La elaboración de los bloques no presenta deficiencias debido a que tuvo control por parte de FUNDASAL, supervisando tanto la dosificación de la mezcla como la producción de los bloques.

No existe cuatrapeo (traslape) en las esquinas de paredes, como lo muestra la foto No. 5 de anexo No. 3.2.

#### 3.4.5. FALLAS QUE PRESENTAN LAS CONSTRUCCIONES.

Fallas características en la mayoría de las casas de poméz es la separación de las paredes, que puede observarse en las esquinas de las mismas producto de la falta de un amarre adecuado. También los cargaderos de las puertas presentan agrietamientos como puede observarse en la foto No. 6 de anexo No. 3.2, además de las fallas anteriores también las paredes presentan agrietamientos en otros puntos pero de menor importancia.

#### 3.4.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.

La densidad del concreto depende del tipo y granulometría del agregado que se use, de las proporciones de la mezcla, y de la compactación, a su vez la resistencia del

concreto varía generalmente con la densidad, pero también depende del tipo de agregado y de la relación agua-cemento.

Los concretos cuyas densidades están comprendidas entre 800 y 950 Kg/m<sup>3</sup>, son generalmente apropiados para soportar cargas. No existe una definición de aceptación general de concreto ligero. El reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-89), aceptan como concreto ligero estructural, el fabricado con agregados ligeros que tengan un peso menor de 1800 Kg/m<sup>3</sup>.

Las normas Alemanas consideran como concreto ligero al que pesa 300 a 1600 Kg/m<sup>3</sup> y estiman como capaz de soportar carga al que tenga un peso no menor de 800 Kg/m<sup>3</sup> y una resistencia mayor de 25 Kg/cm<sup>2</sup>. 9/

Las pruebas de laboratorio realizadas al material en cuestión son las siguientes:

---

9/ Victor Manuel Aguirre Serpas  
Estudio Experimental Sobre Concreto Ligero de Poméz  
1978.

- 1.- Resistencia a la compresión en unidades individuales (bloques).
- 2.- Resistencia al esfuerzo cortante en unidades individuales.
- 3.- Absorción.

Los resultados de las pruebas anteriores se presentan en los cuadros No. 32, 33 y 34.

De cuadro No. 32 se obtienen los siguientes pesos volumétricos:

BLOQUE No.	P. VOLUMETRICO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO (Kg/m <sup>3</sup> )
1	986.09	
2	1099.96	1051.93
3	1064.74	

Resistencia a la compresión: como puede observarse en el cuadro No. 32, la resistencia a la compresión en promedio de tres bloques es de 38.50 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual según las normas alemanas lo califica como apto para soportar carga. Como puede apreciarse la resistencia obtenida de las pruebas es mayor al límite superior que se obtuvo en el estudio de dosificación realizado por FUNDASAL (30 - 35 Kg/cm<sup>2</sup>), factor que hace resaltar la calidad del material utilizado en las viviendas del proyecto la Periquera.



CUADRO No. 32

BLOQUE HUECO DE POMEZ  
RESISTENCIA A LA COMPRESION

BLOQUE No.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	PESO (Kg)	AREA		CARGA (Kgs)	ESFUERZO	
					NETA (cm <sup>2</sup> )	BRUTA (cm <sup>2</sup> )		NETO (Kg/cm <sup>2</sup> )	BRUTO (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	39.97	15.13	14.93	5.095	346.1	604.8	12250	35.40	20.26
2	39.77	15.03	14.80	5.570	342.1	597.7	15700	45.89	26.27
3	39.77	15.07	15.43	5.619	340.4	599.3	11650	34.22	19.44

CUADRO No. 33

BLOQUE HUECO DE POMEZ  
PRUEBA DE CORTANTE

BLOQUE No.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	DIAGONAL (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kgs)	ESFUERZO PROMEDIO CORTANTE	
							(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
1	14.25	14.25	8.20	20.15	165.23	1100	6.66	
2	14.10	14.10	8.40	19.94	167.50	3100	18.51	
3	12.50	12.50	8.00	17.68	141.44	550	3.89	7.94
4	12.80	12.80	8.35	18.10	151.14	845	5.59	
5	12.30	12.20	8.50	17.32	147.22	745	5.06	

CUADRO No. 34

BLOQUE HUECO DE POMEZ  
PRUEBA DE ABSORCION

MUESTRA No.	PESO HUMEDO (grs)	PESO SECO (grs)	ABSORCION %	PROMEDIO %
1	316.5	249.7	26.75	
2	225.0	178.0	26.40	27.10
3	392.7	306.7	28.04	

Comparando el resultado obtenido (38.50 Kg/cm<sup>2</sup>) contra valores reportados por Aguirre Serpas (ver cuadro No. 35), podemos observar que es mayor que todos los valores reportados en tesis aún para las relaciones A/C más estrictas, a excepción de las resistencias a los 28 y 45 días para una relación A/C = 0.35.

Resistencia al Esfuerzo Cortante: los resultados de esta prueba realizada en especímenes sólidos del material, se presentan en cuadro No. 33.

Es de mencionar que los resultados obtenidos en los tres últimos especímenes pueden no ser muy concluyentes ya que al ser probados, se pudo observar en la falla, que el material no era homogéneo, pues presentaba pedazos de ripio, situación que no permite evaluar correctamente el cortante resistido por el material.

Absorción: los resultados de absorción se muestran en el cuadro No. 34. Comparando la absorción del poméz contra la absorción obtenida en los bloques sólidos y huecos de suelo cemento se puede observar la cercanía de los valores, lo cual nos da un indicativo de que el bloque a pesar de estar constituido por agregados altamente absorbente, presenta un porcentaje de absorción aceptable.

#### 3.4.7. DEDUCCIONES EN BASE A OBSERVACIONES.

Las casas presentan agrietamientos provocados por impactos de balas o de piedras ofreciendo éstos poca resistencia, observándose toda la tipología de la vivienda, sólo

aquellas que no han tenido mejorías (repello, etc.), presentan desprendimiento de material en los bloques por lo cual para que su vida útil aumente estos deben de reprellarse evitando así el desgaste ocasionado por el viento, asoleamiento, lluvia, etc. como filtraciones en invierno. Las viviendas no presentan asentamientos por lo cual el suelo sobre el que está cimentada no ha fallado.

CUADRO No. 35

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS  
DE CONCRETO LIGERO DE PIEDRA POMEZ  
BANCO LA PERIQUERA

EDAD DE CURADO (días)	RELACION A/C	P. VOLUMETRICO PROMEDIO (Kg/m <sup>3</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
3	0.35	1242.6	13.90
	0.45	1179.6	8.15
	0.55	1233.5	6.47
	0.65	1171.2	5.25
7	0.35	1334.6	16.05
	0.45	1229.6	9.85
	0.55	1257.6	8.75
	0.65	1155.3	7.42
14	0.35	1275.4	28.63
	0.45	1234.2	14.58
	0.55	1257.9	17.33
	0.65	1247.4	10.03
28	0.35	1253.0	43.19
	0.45	1142.2	23.64
	0.55	1232.7	23.85
	0.65	1166.8	16.57
45	0.35	1212.2	55.29
	0.45	1235.0	35.33
	0.55	1254.3	27.52
	0.65	1212.3	18.43

Fuente: Estudio Experimental Sobre Concreto Ligero de Piedra Pómez. Banco La Periquera.

Autor: Victor Manuel Aguirre Serpas  
Tesis U.E.S. Junio de 1978.

### 3.5. PANELES DE SUELO CEMENTO.

#### 3.5.1. TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE SU CONSTRUCCION.

Estas unidades experimentales fueron construidas en 1972, al momento de realizarse el estudio éstas tienen 20 años de haber sido construidas. (Ver anexo No. 4.3).

#### 3.5.2. MOVIMIENTOS SISMICOS EXPERIMENTADOS.

Las unidades habitacionales soportaron los movimientos sísmicos ocasionados por el terremoto de 1986, produciendo en las uniones algunos agrietamientos los cuales no son de alto riesgo.

Según el Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de El Salvador (REDSSES), la comunidad se encuentra ubicada en la zona I.

#### 3.5.3. SUELO SOBRE EL QUE ESTA CIMENTADA LA CONSTRUCCION.

Las viviendas de paneles de suelo cemento están ubicadas sobre un terreno circundado en su mayor parte por el río Acelhuate y de configuración topográfica barrancosa.

La exploración del sub-suelo consistió únicamente en un sondeo de 6.5 mts. de profundidad, debido a la disponibilidad de espacio para montar el equipo de penetración. Dicha perforación se hizo en el patio común a las tres viviendas.

#### Condiciones del Sub-Suelo.

Los resultados de laboratorio y campo, (ver cuadros No. 36.a y 36.b de anexo No. 4.2), indican que existe un primer estrato de arena limosa pomítica con un

porcentaje de arena de aproximadamente 65% con finos no plásticos color café. Este primer estrato presenta una resistencia a la penetración que varía de 5 a 19 golpes/pie.

Subyacente a este primer estrato, se encuentra un segundo estrato de arena sucia, fina, mal graduada, con una resistencia a la penetración de 26 golpes/pie.

Las propiedades de humedad del suelo varían según la profundidad obteniéndose valores de 7.8% hasta 20.5%.

En conclusión se puede decir que:

- 1.- El suelo está constituido por una arena limosa pomítica y una arena sucia mal graduada.
- 2.- La humedad que posee el suelo se puede decir que es medianamente húmeda. (20.5%, humedad máxima encontrada.)
- 3.- La densidad relativa de la arena limosa pomítica varía de muy suelta a media.
- 4.- La densidad relativa de la arena sucia, fina, mal graduada es media.

#### 3.5.4. DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS.

Deficiencias en cuanto a la construcción de la vivienda no son visibles, de lo que sí se tiene conocimiento es de las anomalías que se tuvieron con el transporte y colocación de los paneles, debido a su peso, estas sufrieron agrietamientos y algunas de estas fueron utilizadas en las viviendas.

Debido a que las unidades experimentales se construyeron en las proximidades de un talud, debió de dársele protección a éste, para darle una mayor estabilidad debido a que éste juega un papel importante en el comportamiento de la vivienda.

#### 3.5.5. FALLAS QUE PRESENTAN LAS CONSTRUCCIONES.

En la vivienda más próxima al talud se observa hundimiento de la solera de fundación que redundó en el agrietamiento de las paredes como se aprecia en las fotos No. 7 y 8 de anexo 4.1, a consecuencia de la inestabilidad del talud sobre el cual se sustentan las tres viviendas.

En las uniones se observan pequeñas grietas ocasionadas por deficiencias constructivas o por los eventos sísmicos acontecidos en el tiempo transcurrido.

Exceptuando estos aspectos las unidades han tenido un comportamiento aceptable.

#### 3.5.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.

No se realizaron debido a que no fue posible la obtención de especímenes de prueba.

#### 3.5.7. DEDUCCIONES EN BASE A OBSERVACION.

Las viviendas se encuentran en buen estado si observamos la tipología general, los daños que se observan no son producto de el tipo de material que se ha implementado, sino, que éstos son consecuencia de el talud sobre el que se encuentran cimentadas las viviendas

### 3.6. BLOQUE DE ADOBE ESTABILIZADO.

#### 3.6.1. TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE SU CONSTRUCCION.

Las viviendas fabricadas con este tipo de bloque se hicieron en 1978 obteniéndose una edad de servicio al momento de realizarse este estudio de 14 años. (Ver anexos No. 5.3.a y 5.3.b)

#### 3.6.2. MOVIMIENTOS SISMICOS EXPERIMENTADOS.

Según manifestaron habitantes de la comunidad existen agrietamientos en las paredes que surgieron durante algunos eventos sísmicos importantes y por las vibraciones ocasionadas al dinamitar un puente en las proximidades de la comunidad.

Las investigaciones realizadas por el REDSES ubican a esta comunidad dentro de la zona 1.

#### 3.6.3. SUELO SOBRE EL QUE ESTA CIMENTADA LA VIVIENDA.

El terreno donde están ubicadas las viviendas de adobe estabilizado es una zona urbanizada. El proyecto habitacional está constituido por dos grupos de casas separadas por un pasaje peatonal y en posición frente a frente. El proyecto se localiza en las cercanías del río Grande de San Miguel.

Para indagar las condiciones del suelo en el lugar se tomaron como base dos perforaciones realizadas en el proyecto La Presita II, ubicada al costado norte y contiguo al proyecto en cuestión.

En la inspección de campo se observó que los suelos predominantes en la zona son de tipo arcilloso, de baja a alta plasticidad; evidenciándose agrietamiento causados por las contracciones del mismo. En la observación de campo se pudo verificar la existencia de pozos artesianos, cuyos niveles freáticos se localizan entre 3 y 5 metros de profundidad.

La humedad del suelo varía, obteniéndose valores entre 16 % hasta 61 %.

La capacidad de carga admisible del suelo es variable a diferentes profundidades, sin embargo en general se puede decir, que a una profundidad de 0.6 metros, ésta es mayor que 0.8 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.6.4. DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS.

En algunas de las viviendas, la solera de fundación está agrietada lo cual puede deberse al tipo de suelo (arcilloso) y deficiencias en la compactación del terreno (zonas de relleno).

Puede destacarse el hecho que la erosión de los adobes también se debe a una mala revoltura de la mezcla con la cual fueron hechos, en tanto que se observan grumos lo que indica que no existe homogeneidad del material y es precisamente en estos puntos en donde la erosión es más evidente.

Los adobes que sirvieron de molde, se han desprendido sobre todo en los huecos de puertas y ventanas, lugar



dónde posiblemente no existe suficiente adherencia entre adobe y concreto, debido a que esos puntos no se transmiten fuerzas de compresión que ayuden a dicha adherencia.

### 3.6.5. FALLAS QUE PRESENTAN LAS CONSTRUCCIONES.

Las fallas que las viviendas presentan en mayor cantidad son agrietamientos verticales en paredes producidos por el expandimiento y contracción del suelo de cimentación (ver foto No. 11 de anexo No. 5.2), también es notable el deterioro producido por el intemperismo al que se encuentran sometidas las paredes exteriores sin repello, siendo evidente las oquedades producidas por el golpe de las gotas de lluvia (ver fotos Nos. 11 y 12), también se encuentran fallas diagonales en paredes producidas por asentamientos del terreno cediendo ante el peso de la vivienda o por influir en éstas las ondas expansivas de explosiones, las cuales pueden producir deslizamientos en el suelo (ver foto No. 10 de anexo No. 5.2).

### 3.6.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.

No se realizaron debido a que no fue posible la obtención de especímenes de prueba.

### 3.6.7. DEDUCCIONES EN BASE A OBSERVACION.

Las cimentaciones de las unidades, la componen una solera corrida de concreto simple, por la misma naturaleza

de este elemento, los fenómenos naturales como la lluvia, el viento y el asoleamiento, inciden sobre él a través del terreno adyacente. Sobre la evaluación de este elemento, pudo observarse en la mayoría de los casos un desgaste en los pasos de puerta.

Las paredes de adobe, son elementos que actúan por su propio peso y no poseen ningún tipo de refuerzo; este elemento ante la acción de la lluvia, el viento y el sol, se ha erosionado en la parte exterior de las viviendas, aspecto que se ve agudizado en las viviendas de esquina; donde por la falta de vegetación las paredes están mayormente expuestas a la intemperie.

Por otro lado, las paredes también se encuentran bastante deterioradas en el interior de la vivienda, esto es por el uso y roce de muebles. Entre otros aspectos observados, en las esquinas interiores de las viviendas el uso de hamacas han provocado en algunos casos el rompimiento casi total de los adobes.

La solera de coronamiento constituye la estructura principal del sistema, en tanto que sirve de amarre a las paredes y rigidiza la vivienda como tal ante los movimientos sísmicos. En la mayoría de los casos este elemento se encuentra en perfecto estado.

El techo lo constituye láminas acanaladas de asbesto cemento formando dos aguas apoyadas directamente en las paredes. En éstas, se observó que las que fueron cons

truidas con capotes del mismo material, están en perfecto estado, no así aquellos cuyo capote lo conforman tejas pegadas con mortero, en las que se producen filtraciones en invierno, incluso estas filtraciones han provocado la erosión de los adobes en el parteaguas y en algunos casos también los de la pared y el piso como tal.

### 3.7. PAREDES DE BAMBU.

#### 3.7.1. TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE SU CONSTRUCCION.

Considerándose la importancia que se le está dando a este material para ser empleada en la construcción se estudiará una casa experimental construida por el DUA, dicha casa no se encuentra habitada y cuenta al momento de realizarse este estudio con dos años de haber sido construida. (Ver anexo No. 6.3).

#### 3.7.2. MOVIMIENTOS SISMICOS EXPERIMENTADOS.

La vivienda en el lapso de tiempo que tiene, ha soportado los eventos sísmicos que se han producido, los daños que se pueden relacionar con este fenómeno son mínimos debido a las bondades que éste presenta bajo influencia sísmica.

#### 3.7.3. SUELO SOBRE EL QUE ESTA CIMENTADA LA CONSTRUCCION.

La vivienda experimental de bambú está ubicada en un vivero de DUA. Como se verá posteriormente a pesar de que la vivienda está en un vivero, el suelo sobre el que descansa posee ligeramente materia orgánica.

La exploración del sub-suelo consistió de dos sondeos exploratorios ubicados uno en la parte frontal y otro en la parte posterior de la vivienda.

#### Condiciones del sub-suelo.

Los resultados de laboratorio y campo (ver cuadros Nos. 37, 38.a y 38.b anexo No. 6.2), indican que el sub-suelo es más o menos uniforme, compuesto de limo areno-

so, no plástico, color café claro con un porcentaje de arena que varía del 20% al 30%.

En la parte superior del material se descubrió la ligera presencia de materia orgánica, y a mayor profundidad, se descubrió la presencia de pómez; no obstante, el material básico del sector es limo arenoso. La resistencia a la penetración varía de 9 a 44 golpes/pies.

Las propiedades de humedad del sub-suelo varían según la profundidad, obteniéndose valores que varían del 10% al 24:4%.

En conclusión se puede decir que:

- 1.- El suelo está constituido por un limo arenoso con presencia de materia orgánica en la parte superior y pómez a mayor profundidad.
- 2.- La humedad natural que posee el suelo es medianamente húmeda.
- 3.- La consistencia del suelo varía de compacta en la parte superior hasta dura en el sector más profundo.

#### 3.7.4. DEFICIENCIAS CONSTRUCTIVAS.

Considerando que para la elaboración de esta unidad se utilizaron conocimientos técnicos adecuados para bambú, ésta no presenta deficiencias, tampoco cuando ha sido utilizado como refuerzo en paredes por que éstas no presentan agrietamientos. Si es importante de hacer ver que se utilizó, demasiado concreto por la poca adherencia

que existe entre el bambú y el concreto, porque la esterilla utilizada para la pared fue muy tupida, lo cual se hubiese solucionado dejando separadas las esterillas para que el concreto se uniese en ambas caras.

#### 3.7.5. FALLAS QUE PRESENTA LA VIVIENDA.

Las paredes no presentan fallas visibles, pero si las barras de bambú que han sido utilizadas como puntales y que han estado expuestas directamente a la intemperie pudiéndose notar que están agrietadas en la parte que está en contacto con el terreno.

La vivienda no presenta asentamientos y en los puntales que sustentan el techo no se ve pandeo o flexión, por lo cual ésta, en forma general se encuentra en buenas condiciones.

#### 3.7.6. PRUEBAS DE LABORATORIO.

No se realizaron debido a que no fue posible la obtención de especímenes de prueba.

#### 3.7.7. DEDUCCIONES EN BASE A OBSERVACION.

La casa es fresca, a pesar de que su techo es de lámina galvanizada, respecto al ancho de las paredes éste se puede reducir si se espacia la esterilla, los agrietamientos en los puntales no significan un gran problema si estos son tratados con preservantes. Queda la interrogante de como se comportaría, ésta respecto al uso por el constante abrir y cerrar de puertas y ventanas.

### 3.8. COSTOS.

El estudio "Durabilidad vrs. Costo entre alternativas no tradicionales para la solución del problema habitacional", presenta como uno de sus objetivos el obtener el costo de los diversos materiales no tradicionales estudiados (costo de producción), así como obtener el costo de las unidades tal como se encuentran en la actualidad (según vivienda tipo construida en ese entonces).

Es importante evaluar el costo de producción actual de estos materiales y verificar si en realidad son de bajo costo.

Los costos de las unidades habitacionales se han obtenido teniendo en consideración ciertos aspectos:

- No se consideró el costo de terreno de la vivienda.
- Por ser viviendas destinadas al sector no formal, en el cual se acostumbra a construir bajo el sistema de autoconstrucción o de ayuda mutua, no se han considerado costos indirectos, es decir, aquellos ocasionados o debidos a la administración.
- Los costos de las viviendas incluyen:

- Materiales.
- Mano de obra.

Aquellos materiales de fácil obtención (caso de la tierra blanca) han sido considerados como si fueran comprados a un proveedor, (precio de venta en el mercado).

Aunque en el momento de que fueron construidas las

viviendas dicho material no se haya pagado.

En cuanto a la mano de obra, por lo general, se pretende que ésta sea proporcionada por las personas que serán propietarias de las viviendas, sin embargo su costo ha sido tomado en cuenta en la obtención de la inversión que se hace en la construcción de la vivienda.

Los materiales empleados tanto en la elaboración de bloques de suelo-cemento, paneles de S - C, Bloques de pómes, etc. han sido cotizados en el mercado actual (al 15/6/92).

Es de aclarar que no todas las viviendas estudiadas poseen la misma área construida, aspecto que influye en el momento de obtener el costo de vivienda por metro cuadrado.



### 3.8.1. LAMINA DE CEMENTO-HENEQUEN.

Las láminas de cemento-henequén son hechas con mortero compuesto de arena, cemento y fibra de henequén, adicionándole un tratamiento químico para mejorar la calidad.

#### 3.8.1.1. COSTOS DE PRODUCCION

Lámina de 7' x 3' (2.1 x 0.92 mts.)

Materia Prima:

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	COSTO
Cemento	17.95 kg	¢ 0.55/kg	¢ 9.90
Arena	0.0046 m <sup>3</sup>	¢40.00/m <sup>3</sup>	¢ 0.18
Fibra	0.60 kg	¢11.58/kg	¢ 6.65
Plastificante	0.018 gal	¢72.00/gal	¢ 1.30
Plástico	2.5 ydas(2 usos)	¢ 3.00/yda.	¢ 3.75
Agua	10.0 lts.	¢ 0.014/lt	¢ 0.14
Otros			<u>¢ 5.00</u>
		Total	¢27.22

Mano de Obra:

Se pueden fabricar 88 láminas en una semana laboral, empleando a 8 personas en el proceso de fabricación (13 láminas por día aproximadamente).

Salario de un auxiliar por día: ¢ 28.07

Costo de mano de obra: 8 auxiliares x ¢ 28.07 x 7 días  
= ¢ 1,571.92

Costo de mano de obra por lámina : ¢ 17.86

Depreciación de equipo X/: ¢7.00/lámina.

Costo de lámina sin tratar: ¢52.08

Lámina de 5' x 3' ( 1.5 x 0.92, mts.)

Materia Prima:

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	COSTO
Cemento	14.70 kg	¢ 0.55/kg	¢ 8.09
Arena	0.0025 m3	¢40.00/m3	¢ 0.11
Fibra	0.45 kg	¢11.58/kg	¢ 5.21
Plastificante	0.012 gal	¢72.00/gal	¢ 0.86
Plástico	2.5 ydas(2 usos)	¢ 3.00/yda.	¢ 3.75
Agua	10.0 lts.	¢ 0.014/lt	¢ 0.14
Otros			<u>¢ 5.00</u>
		Total	¢23.16
		Mano de Obra	¢17.86
		Depreciación de equipo	<u>¢ 7.00</u>
		Total	¢48.02

Costo de lámina sin tratar: ¢48.02

X/ Ver al final costo de equipo necesario.

### TRATAMIENTO QUIMICO DE LA FIBRA DE HENEQUEN.

El tratamiento consiste en remojar la fibra de henequén en una solución de alquitrán al 2% v/v. Los costos se han obtenido en base a 4 galones de solución:

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	COSTO
Alquitrán	0.08 gal	¢ 35.00/gal	¢ 2.80
Kerosene	3.92 gal	¢ 15.00/gal	<u>¢ 58.80</u>
		Costo de Solución	¢ 61.60
		Regeneración sol.	<u>¢ 3.50</u>
			¢ 65.10

Con los cuatro galones de solución se pueden tratar 81.75 lbs. de fibra (37.09 kg).

Costo de tratamiento por kg:  $\frac{¢ 65.10}{37.09} = ¢ 1.76/\text{kg}$

### TRATAMIENTO POR IMPREGNACION CON ALQUITRAN.

Este costo se determinó, respecto a una solución al 5% v/v.

El rendimiento de esta solución es de 0.0397 m<sup>3</sup>/gal. soluc.

Volumén de lámina: 2.1 x 0.92 x 0.009 mts. = 0.017388 m<sup>3</sup>.

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	COSTO
Alquitrán	0.0219 gal	¢ 35.00/gal	¢ 0.72
Kerosene	0.416 gal	¢ 15.00/gal	<u>¢ 6.24</u>
		T =	¢ 6.96

Costo de impregnación por lámina : ¢ 6.96



Estructura de acero: Polín C de 4"

7 Polines C de 4" ( 6 mts.)      ₡.770.00.

Mano de Obra: Para cualquier alternativa (de madera o polín) según cotización se considerará un costo de ₡350.00.

Costo estructura de madera y lámina cemento-henequén:

₡ 1,930.60      =      ₡ 80.44 /m2

Costo estructura de polín y lámina cemento-henequén:

₡2,336.70      =      ₡ 97.36 /m2

#### DEPRECIACION DE EQUIPO:

Inversión inicial necesaria para la producción de las láminas de cemento-henequén, considerándose que después de 10 semanas el equipo se deprecia totalmente (se considerará una producción en esas 10 semanas de 750 láminas).

MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	COSTO
Lámina de 7'	16	₡101.50/unidad	₡1624.00
Lámina de 5'	8	₡ 81.50/unidad	₡ 652.00
Palas	2	₡ 35.00	₡. 70.00
Baldes	3	₡ 15.00	₡ 45.00
Báscula	1	₡750.00	₡ 750.00
Escobas	4	₡ 10.00	₡ 40.00
Serrucho 26"	1	₡ 50.00	₡ 50.00

Tijera	1	¢ 20.00	¢ 20.00
Brocha 4"	2	¢ 20.00	¢ 40.00
Cepillo de Ho.	2	¢ 22.00	¢ 44.00
Martillo de oreja	1	¢ 35.00	¢ 35.00
Malla colar arena	3	¢ 29.00/yda.	¢ 87.00
Guantes plásticos	2	¢ 30.00/par	¢ 60.00
		T =	¢3517.00
		Imprevistos :	¢ 500.00
Costo de mesa de cuartón forrada de pleywood (material)			¢ 750.00
Mano de obra por mesa:			¢ 200.00
		Total =	¢4952.50

Costo por lámina :  $¢ 4952.50 / 750 \text{ lám} = ¢ 6.6 \approx ¢ 7.00 / \text{lám}$

### 3.8.2 BLOQUE HUECO DE SUELO-CEMENTO.

#### 3.8.2.1. COSTOS DE PRODUCCION.

Los bloques de suelo-cemento fueron elaborados con una mezcla de proporción 1:11. Dimensiones del bloque: 14 x 19 x 39 cms.

Costo de Producción por Bloque:

Area gruesa:  $14 \times 39 = 546 \text{ cm}^2$

Area huecos:  $2 \times 11 \times 5 + 2 \times 1 \times 5 = 120 \text{ cm}^2$

Area neta :  $426 \text{ cm}^2$

Volumen :  $426 \times 19 = 8094 \text{ cm}^3 = 0.008094 \text{ m}^3$

Considerando que el peso del suelo-cemento (PVS) oscila entre 1650 y 1700 kg/m<sup>3</sup>.

Peso del bloque:  $1700 \text{ kg/m}^3 \times 0.008094 \text{ m}^3 = 13.76 \text{ kg}$

Considerando un 5% de desperdicio se tiene:

Peso del bloque : 14.5 kg.

Dosificación suelo-cemento 11:1 = 12 vol.

14.5 kg	-----	12		
x	-----	1(cemento)	-----	1.21 kg(cemento)
x	-----	11(tierra)	-----	13.30 kg(tierra)

Costo de Materia Prima:

Tierra blanca: ₡ 20.00/m<sup>3</sup> P.V. = 1100 kg/m<sup>3</sup>

$\frac{₡ 20.00}{m^3} \times \frac{13.3 \text{ kg}}{1100 \text{ kg/m}^3} = ₡ 0.25/\text{bloque}$

Cemento: ₡ 25.00/bls.

$\frac{₡ 25.00}{42.5 \text{ kg}} \times 1.2 \text{ kg} = ₡ 0.71/\text{bloque}$

Costo de fabricación (mano de obra)

Tomando en cuenta que las personas de la comunidad elaboraban aproximadamente 25 bloques por hora ( 3 auxiliares y un caporal )

Caporal		₡ 33.00/día	
3 Auxiliares	3 x	₡ 28.07/día	= ₡ 84.21

Tomando una jornada de trabajo de 8 horas, se tendrá una producción de 200 bloques al día.

Costo de mano de obra al día: ₡ 117.21

Costo por bloque  $\frac{₡ 117.21}{200 \text{ bloques}} = ₡ 0.59/\text{bloque}$

Los bloques se fabricaron con una máquina tipo CINVA-RAM (máquina de 4 bloques simultáneos).

Costo de uso de la máquina por bloque: ¢ 0.02/bloque

Costo total del bloque:

Tierra	¢ 0.25
Cemento	¢ 0.71
Mano de obra	¢ 0.59
Depreciación	¢ 0.02
Máquina	_____
Total	¢ 1.57/bloque

Costo total del bloque ¢ 1.57 (incluye materia prima y mano de obra)

### 3.8.2.2. COSTO DE VIVIENDA ANALIZADA.

La vivienda tiene un área de 50 m<sup>2</sup> y se utilizaron un total de 1120 bloques (920 enteros y 200 mitades)

Costo de materia prima y mano de obra de fundaciones y techos:

Solera de fundación: Concreto armado de 20 x 30 cms.

l = 35 mts. 4 ø 3/8". Est: 1/4" cada 15 cms.

Para un m<sup>3</sup>  $1/(0.2 \times 0/3) = 16.67$  ml

Ho. 3/8" 4 ref x 16.67 x 1.10 = 73.33 ml

= 12.22 varillas = 0.94 qq

Ho. 1/4"  $(\frac{16.67}{0.15} + 1) \times 0.85 \times 1.10 = 104.84$  ml



$= 17.5 \text{ varillas} = 0.60 \text{ qq}$   
 Alambre :  $1.5 \text{ qq} \times 5\% = 0.078 \text{ qq}$

Concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> (1:2:2) para 1 m<sup>3</sup>  
 Cemento : 9.8 bls x ₡ 25.00 = ₡ 245.00  
 Arena : 0.55 m<sup>3</sup> x ₡ 40.00 = ₡ 22.00  
 Grava : 0.55 m<sup>3</sup> x ₡ 110.00 = ₡ 60.50  
 Agua : 227 lts x ₡ 0.014 = ₡ 3.96  
 Total ₡ 328.60 .m<sup>3</sup>

Costo de solera de fundación:

Volumen de solera de fundación:  $0.2 \times 0.35 \times 35 \text{ m} = 2.1 \text{ m}^3$

Ho. 3/8"  $0.94 \text{ qq/m}^3 \times 2.1 \text{ m}^3 \times ₡ 200.00/\text{qq} = ₡ 394.80$   
 Ho. 1/4"  $0.60 \text{ qq/m}^3 \times 2.1 \text{ m}^3 \times ₡ 200.00/\text{qq} = ₡ 252.00$   
 alambre  $0.0078 \text{ qq/m}^3 \times 2.1 \text{ m}^3 \times ₡ 250.00/\text{qq} = ₡ 40.95$   
 concreto  $₡ 328.60/\text{m}^3 \times 2.1 \text{ m}^3 = ₡ 690.06$   
 concreteado ( M. de O. )  $₡ 90.00/\text{m}^3 \times 2.1 \text{ m}^3 = ₡ 189.00$   
 armadura ( M. de O. )  $₡ 50.51/\text{qq} \times 3.234 \text{ qq} = ₡ 163.35$

Total = ₡ 1730.16

costo de solera de fundación por vivienda:

₡ 1730.16 /viv.

Tensor: concreto armado de  $0.2 \times 0.20 \text{ m}$

L= 10 mts.                      4  $\phi$  3/8" est.  $\phi$ 1/4" cada 15 cms.

para un m<sup>3</sup> se tiene:  $1/(0.20 \times 0.20) = 25$  m.l

Ho.  $\phi$  3/8"      4 ref. x 25 x 1.1 = 110 m.l

= 18.35 varillas = 1.41 qq

Ho.  $\phi$  1/4"      ( 25/0.15 + 1 ) x 0.85 1.10 = 156.77 m.l

= 26.16 varillas = 0.87 qq

alambre      2.28 qq x 5 %      = 0.114 qq

concreto f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup>

costo de tensor:

volumen de tensor:  $0.2 \times 0.2 \times 10 = 0.4$  m<sup>3</sup>

Ho.  $\phi$  3/8 "      1.41 qq/m<sup>3</sup> x 0.4 m<sup>3</sup> x  $\phi$  200.00      =  $\phi$  112.80

Ho.  $\phi$  1/4 "      0.87 qq/m<sup>3</sup> x 0.4 m<sup>3</sup> x  $\phi$  200.00      =  $\phi$  69.60

alambre      0.114 qq/m<sup>3</sup> x 0.4 m<sup>3</sup> x  $\phi$  250.00/qq      =  $\phi$  11.40

concreto       $\phi$  328.60/m<sup>3</sup> x 0.4 m<sup>3</sup>      =  $\phi$  131.44

concreteado (M. de O.)       $\phi$  90.00/m<sup>3</sup> x 0.4 m<sup>3</sup>      =  $\phi$  36.00

armadura (M. de O.)       $\phi$  50.51/qq x 2.28 qq      =  $\phi$  46.07

-----  
Total =  $\phi$  407.30

Costo de Tensor por vivienda:  $\phi$  407.30/ viv.

Paredes: Bloques enteros: 920, Mitades : 200 por viv..

Costo de bloques:

Enteros:      920 x  $\phi$  1.57      =  $\phi$  1444.40

Mitades:      200 x  $\phi$  0.85      =  $\phi$  170.00

$\phi$  1634.40

Mortero para pegado de bloque (1:4)      ₡ 117.60

Refuerzo vertical:

Ho.  $\phi$  3/8" 72 bastones de 3 m. = 216 m.l. = 36 varillas  
= 2.77 qq x ₡ 200/qq  
= ₡ 554/ viv.

Refuerzo Horizontal:

Grapas: Ho.  $\phi$  1/4" 40 m.l.      = 6.5 varillas  
= 0.22 qq x ₡ 200/qq  
= ₡ 44.00

Refuerzo horizontal      = 124.19 m.l.  
= 25 var.  
= 0.83 qq  
= 0.83 qq x ₡ 200.00 = ₡ 166.00

Concreto Fluido:

Area de huecos :      0.11 x 0.05 = 0.0055 m2

Altura de bastones verticales: 3.00 m.

Volumen de concreto: 72 x (0.0055 x 3) = 1.19 m3

Concreto fc' = 140 Kg/cm2 ( 1:2:4 )

Arena 0.41 x 1.19 m3 x ₡ 40.00/m3 = ₡ 19.52

Grava 0.82 x 1.19 m3 x ₡ 100.00/m3 = ₡ 107.34

Agua 211 lts x 1.19 x ₡ 0.004 = ₡ 1.00

Cemento 7.3 bol. x 25.0 x 1.19 m3 = ₡ 182.50

Concreteado ₡ 90.00 x 1.19 m3 = ₡ 107.10

Costo de concreto fluido (material y mano de obra)

Total      ₡ 417.46/ viv.

Pegado de bloques:      ₡ 0.75 c/u

1120 bloques x  $\phi 0.75/\text{bloque} = \phi 840.0 / \text{viv}$

Techos:

Polines: Se usaron polines espaciales de 3  $\phi$  3/8"  
celosía de  $\phi$  1/4" a 60° de 15 x 20 cms.

$$\begin{aligned} \text{tg } 60^\circ &= 0.20/x \quad \text{-----} \quad x = 11.55 \text{ cms.} \quad L = (0.1155)^2 \\ &= 0.231 \text{ m.} \end{aligned}$$

En un metro lineal se tiene:  $1/0.1155 = 8.6$  veces

$$\text{Celosía} = 8.6 \times 0.231 \text{ m.} = 2\text{m.1} \times 2 = 4 \text{ m.1/m}$$

$$\text{tg } 60^\circ = 0.15/x \quad \text{-----} \quad x = 8.66 \text{ cms} \quad L = 0.1732 \text{ m}$$

en un metro lineal:  $1/0.0866 = 11.55$  veces

$$\text{celosía} = 11.55 \times 0.1732 = 2 \text{ m.1./m}$$

Total/m. de polín 6 x 5 = 30 m = 5 varillas  $\phi$  1/4"

$$= 0.17 \text{ qq/ polín}$$

Ho.  $\phi$  3/8" 5 x 3 var.

$$= 2.5 \text{ var.}$$

$$= 0.19 \text{ qq/ polín}$$

electrodo: 25 electrodos / polín = 1.67 lbs.

costo de material de polín:

$$\text{Ho. } \phi \text{ 3/8" } \quad 0.19 \text{ qq} \times \phi 200.00/\text{qq} = \phi 38.00$$

$$\text{Ho. } \phi \text{ 1/4" } \quad 0.17 \text{ qq} \times \phi 200.00/\text{qq} = \phi 34.00$$

$$\text{electrodo} \quad 1.67 \text{ lbs.} \times \phi 4.25 \text{ lbs.} = \phi 7.08$$

---

$$\text{Total} = \phi 79.08/\text{polín}$$

$$\text{se instalaron 6 polines: } 6 \times \phi 79.08 = \phi 474.50/\text{viv.}$$

$$\text{hechura e instalación } \phi 50.00 \times 6 = \phi 300.00/\text{viv.}$$

---

$$\text{Total} = \phi 774.50/\text{viv.}$$

Láminas de fibrolit: área techada: 35.6 m<sup>2</sup>

12 láminas de 8'		¢	1497.00
6 láminas de 7'		¢	609.00
4 láminas de 4'		¢	348.00
6 capotes	¢46.90 c/u	¢	281.00
2 tapones	¢ 3.20 c/u	¢	6.40
94 tramos de 7"	¢ 0.70 c/u	¢	65.80
94 capuchones plásticos	¢ 0.10 c/u	¢	9.40
94 tuercas galvanizadas	¢ 0.10 c/u	¢	9.40

---

Total      ¢ 2826.40/viv.

costo total de vivienda : 5 x 10 m = 50 m<sup>2</sup>

costo de bloque	¢	1634.00
pegado de bloque	¢	840.00
solera de fundación	¢	1730.16
tensor	¢	407.30
refuerzo vertical y horizontal	¢	764.00
concreto fluido	¢	417.46
polines	¢	774.50
techo	¢	2826.40

---

Total      ¢ 9394.22

Costo por m<sup>2</sup>

¢ 9394.22/50 = ¢ 187.90

### 3.8.3. BLOQUE DE CONCRETO LIGERO : POMEZ

#### 3.8.3.1. COSTO DE PRODUCCION.

Los bloques de concreto ligero, están hechos de pómez con la siguiente dosificación:

Cemento	1
Pómez de 1mm	2
Pómez de 5 mm	3
Pómez de 0.5 mm	1

Peso volumétrico de pómez combinado: 1041 Kg/m<sup>3</sup>

Los bloques presentan las siguientes dimensiones:

15 x 15 x 40 cms.

Costo de Producción de Bloques.

Area gruesa = 15 x 40 = 600 cm<sup>2</sup>

Area huecos = 2 x 12 x 10 = 240 cm<sup>2</sup>

Area neta = 360 cm<sup>2</sup>

Volumen del bloque: 360 x 15 = 5400 cm<sup>3</sup> = 0.0054 m<sup>3</sup>

Peso del bloque : 0.0054 x 1041 = 5.6 Kg.

Proporción : pómez-cemento: 6:1 = 7 vol.

5.6 Kg. ----- 7

x ----- 6 (pómez) ----- 4.8 Kg. (pómez)

x ----- 1 (cemento) ----- 0.8 Kg. (cemento)

Costo de materia prima:

Pómez: ₡ 20/m<sup>3</sup> x 4.8 Kg. x 1/1041 Kg/m<sup>3</sup> = ₡0.09/bloque

Cemento: ₡ 25 x 1/42.5 Kg. x 0.8 Kg = ₡0.47/bloque

Con un m<sup>3</sup> de pómez (ya tamizado), se pueden obtener 170

bloques.

Un m<sup>3</sup> de pómez es tamizado por dos auxiliares en un día.

Costo por tamizado:  $\text{¢ } 50/170 \text{ bloques} = \text{¢ } 0.29/\text{bloque}$

Costo de mano de obra: 2 personas pueden fabricar 120

bloques en un día con una máquina manual tipo cinva ram (de un bloque).

1 aux.  $\text{¢ } 28.07$   $\text{¢ } 56.14 / 120 \text{ bloques} = \text{¢ } 0.47/\text{bloque}$

Total costo de obtención de un bloque:

Pómez  $\text{¢ } 0.09$

Cemento  $\text{¢ } 0.47$

Tamizado  $\text{¢ } 0.29$

Producción  $\text{¢ } 0.47$

Total  $\text{¢ } 1.32$

(Incluye materia prima y mano de obra de fabricación)

### 3.8.3.2. COSTO DE VIVIENDA ANALIZADA.

La vivienda tiene un área de 20.5 m<sup>2</sup> y se utilizaron 650 bloques enteros y 150 mitades.

Costo de materia prima y mano de obra de fundaciones, paredes y techo.

Solera de Fundación: concreto armado 15 x 30 cms.

L = 23.7 m. H<sub>0</sub>  $\varnothing$  3/8" (una Varilla) -- 4.16 var ll = 0.32 qq

Concreto fc' = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  $\text{¢ } 328/\text{m}^3$

Volumen de solera de fundación 0.15 x 0.3 x 23.7 = 1.07 m<sup>3</sup>

Costo de solera de fundación:

Concreto	¢ 328/m <sup>3</sup>	x 1.07 m <sup>3</sup>	= ¢ 351.60
Concreteado	¢ 90/m <sup>3</sup>	x 1.07 m <sup>3</sup>	= ¢ 97.20
Ho. ø 3/8"	0.32 qq	x ¢ 200/qq	= ¢ 64.00
Armaduría	0.32 qq	x ¢ 50.5/qq	= ¢ <u>16.50</u>
		Total	¢ 529.30

Paredes:

Costo de bloques: 800 bloques x ¢ 1.32/bloque ¢ 1024/viv.

Pegado de bloques 800 bloques x ¢ 0.75/bloque ¢ 600/viv.

Mezcla para pegar bloques ¢ 175/viv.

Refuerzo vertical Ho. ø 3/8" 33 m.l. = 5.5 varillas

= 0.42 qq' x ¢ 200/qq = ¢ 84/viv.

Armado ¢ 25/viv.

Concreto fluido: 0.1 x 0.12 x 3.5 = 0.042 m<sup>3</sup>

Volumen total = 0.042 m<sup>3</sup>/baston x 19 bastones = 0.80 m<sup>3</sup>

Concreto fc' = 140 kg/cm<sup>2</sup>

Arena : 0.41 x 0.8 m<sup>3</sup> x ¢ 40 = ¢ 13.12

Grava : 0.82 x 0.8 m<sup>3</sup> x ¢ 100 = ¢ 65.60

Cemento: 7.3 bolsas x 0.8 m<sup>3</sup> x 25.0 = ¢ 146.00

Agua : 211 lts x 0.8 m<sup>3</sup> x ¢ 0.004 = ¢ 0.70

Concreteado : ¢ 90/m<sup>3</sup> x 0.8 m<sup>3</sup> = ¢ 72.00

Total ¢ 297.42

Costo total de paredes:

Costo de bloques ¢ 1024

Pegado de bloques ¢ 600



Mezcla para pegar bloques ¢ 175  
 Ref. vertical y armado ¢ 109  
 Concreto fluido ¢ 297.42/viv.  
 ¢ 2205.42/viv.

Techo: El área techada es de 25.5 m2 con estructura de soporte metálica de polín C de 4" y lámina fibrolit.

2 polines C de 4" 2 x ¢116/pol. = ¢232.00

Láminas:

6 láminas de 6' 6 x ¢ 87.00 = ¢ 522.00

6 láminas de 7' 6 x ¢ 101.50 = ¢ 609.00

6 láminas de 4' 6 x ¢ 49.25 = ¢ 295.50

Capotes y accesorios = ¢ 180.00

= ¢1838.50/viv.

Mano de obra : ¢ 4/m2 x 25.5 m2 ¢ 102.00/viv.

Solera de Coronamiento:

Costo total de vivienda de 25.5 m2

Fundaciones ¢ 529.30

Paredes ¢ 2205.42

Techo ¢ 1838.50

Instalaciones de techo ¢ 102.00

Solera de coronamiento ¢ 400.00

¢ 5075.22/viv.

Costo por m2:

¢ 5,075.22/ 25.5 m2 = ¢ 199.03/M2

### 3.8.4. PANELES DE SUELO-CEMENTO.

#### 3.8.4.1. COSTO DE PRODUCCION.

Los paneles de suelo-cemento son de forma rectangular, hechos con una mezcla de proporción 10:1.

#### COSTO DE PRODUCCION DE LOS PANELES.

- Cálculo de materiales:

$$\text{Area gruesa: } 15 \times 40 = 600 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area huecos: } 3 \times \frac{(3 \times 2.54)^2}{4} = 136.81 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area neta: } 463.19 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen: Area neta} \times \text{Altura:}$$

$$\text{Vol} = 463.19 \text{ cm}^2 \times 250 \text{ cm} = 115,797.16 \text{ cm}^3 = 0.1158 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso volumétrico del suelo-cemento: } 1650 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del panel: } 1650 \text{ Kg/m}^3 \times 0.1158 \text{ m}^3 = 191 \text{ Kg}$$

$$191 \text{ kg} + 5\% \text{ (desperdicio)} = 200 \text{ kg}$$

$$10:1 = 11 \text{ vol.}$$

$$200 \text{ kg} \quad \text{----} \quad 11$$

$$\times \quad \text{----} \quad 1(\text{cemento}) \quad \text{----} \quad 18.18 \text{ kg (cemento)}$$

$$\times \quad \text{----} \quad 10(\text{tierra}) \quad \text{----} \quad 181.82 \text{ kg (tierra)}$$

- Costo de materia prima:

$$\text{tierra blanca } \text{¢ } 20.0/\text{m}^3 \quad \text{Peso volumétrico: } 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{\text{¢ } 20.0}{\text{m}^3} \times \frac{181.82 \text{ kg}}{1100 \text{ kg/m}^3} = \text{¢ } 3.31/\text{panel.}$$

$$\text{Cemento: } \text{¢ } 25.00/\text{bolsa} \quad 1 \text{ bolsa} = 42.5 \text{ kg}$$

$$\frac{\text{¢ } 25.00}{42.5 \text{ kg}} \times 18.18 \text{ kg.} = \text{¢ } 10.70$$

Se usaron 3 varillas de 1/4" de 2.5 mts. ¢ 200.00/qq

7.5 m.l = 1.25 varillas + 5% desperdicio = 1.3 varillas = 0.042 qq

¢ 200.00/qq x 0.042 qq = ¢ 8.33/panel

Considerando hacer 6 paneles diarios (utilizando 9 tubos de hierro galvanizado de 3" ¢ 345/tubo.

Cada casa esta formada por 52 paneles ( 156 paneles en 3 viviendas)

9 x ¢345 = ¢ 3105 / 156 = 19.90 / panel.

Moldes para elaboración de paneles:

Haciendo uso de madera de pino: tabla (3 usos)

6.5 vrs. x ¢ 7.00 = ¢ 45.00/3 = ¢ 15.00

Clavos 2 1/2" 15 ¢ 0.17

¢ 15.17 /panel

Haciendo uso de polín C de 6" ( 20 usos)

1 polín C 6" ¢ 170.00

0.5 lbs electrodo ¢ 3.50

M. de O. ¢ 25.00

Total ¢ 198.50 /20 = ¢ 9.90 /panel

Para efectos de este trabajo se considerará solamente los moldes de de polín C, es decir, un costo por panel de ¢ 9.90.

Para la elaboración de los paneles se necesitará de un espacio de 9 m2, preparados con una mezcla de arena cemento 6:1 (2 cm de espesor)

0.02 m3 arena x 9 m2 x ¢40.00 /m3 = ¢ 7.20

0.14 bls cemento x 9 m2 x ¢ 25.00 /bls= ¢31.50

Total ₡38.70

Costo por panel: ₡ 38.70 /156 = ₡ 0.27 /panel

- Costo de mano de obra:

En la elaboración de los paneles se utilizaron 3

personas:

2 Auxiliares 2 x ₡ 28.07 = ₡ 56.14

1 Caporal 1 x ₡ 35.00 = ₡ 35.00

Total ₡ 91.14 diarios

Costo de mano de obra por panel:

₡ 91.14 /6 = ₡ 15.19 /panel.

Total costo de panel (materia prima y mano de obra)

Materia Prima:	Tierra	₡ 3.31
	Cemento	₡ 10.70
	Ho. 1/4"	₡ 8.33
	Tubo gal. 3"	₡ 19.90
	Molde polín C 6"	₡ 9.90
	Preparacion terreno	₡ 0.27
	M. de O.	<u>₡ 15.19</u>

Total ₡ 67.60 /panel

Costo de materia prima y mano de obra de los paneles:

₡ 67.60 por panel.

#### 3.8.4.2. COSTO DE VIVIENDA ANALIZADA.

Costo de materia prima y mano de obra de los diferentes elementos en que se apoyaran los paneles.

- Solera de Fundación : Concreto armado de 15 x 20 cms.  
 L = 21.6 4 ø 3/8" Est. 1/4" cada 20 cms.  
 Area de sección: 0.03 m<sup>2</sup>  
 para un m<sup>3</sup> de concreto armado  
 tendremos:

$$\frac{1 \text{ m}^3}{0.03 \text{ m}^2} = 33.33 \text{ mts.}$$

Varillas de 3/8" : 4 ref. x 33.33 x 1.10 = 140.67 ml  
 = 24.4 varillas = 1.88 qq

Varillas de 1/4" :  $\frac{33.33}{0.20} + 1$  x 0.85 x 1.10 = 156.75 ml.  
 = 26.13 varillas = 0.87 qq

Concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> (1:2:2) para 1 m<sup>3</sup> (igual que anterior)

Costo por m<sup>3</sup> = ₡ 328.00

Costo por m<sup>3</sup> de solera de fundación:

Concreto :	₡ 328.00 /m <sup>3</sup>	₡ 328.00
Ho. 3/8" :	₡ 200 x 1.88 qq	₡ 376.00
Ho. 1/4" :	₡ 200 x 0.87 qq	₡ 198.30
Alambre :	₡ 250 x 0.125 qq	₡ 31.25
Armaduria:	₡ 50.51 /qq x 2.75 qq	₡ <u>141.63</u>
		₡1075.18 /m <sup>3</sup>

Volumen de solera de fundación: 0.2 x 0.15 x 21.6 mts. =  
 0.648 m<sup>3</sup>

Costo de solera de fundación: ₡1075.18 /m<sup>3</sup> x 0.648 m<sup>3</sup> =  
 ₡ 697.11 /viv.

Bastones de amarre vertical (entre paneles)

53 bastones 3/8" de 3 mts. 159 m.l.

= 26.5 varillas = 2.04 qq

¢ 200.00 x 2.04 qq = ¢ 408.00

Concreto (1:2:2)

0.21 m<sup>3</sup> x ¢ 328.00 = ¢ 68.80

¢ 476.80 / viv

Solera de coronamiento: concreto armado de 15 x 15 cms:

(0.0225 m<sup>2</sup>)

L = 21.6 mts 4 ¢ 3/8" Est. 1/4" cada 20 cms.

para un m<sup>3</sup> se tiene: 1 / 0.0225 m<sup>2</sup> = 44.44 m.l.

Ref. 3/8" : 4 x 44.44 x 1.1 = 195.56 m.l.

32.59 varillas = 2.5 qq

Ref. 1/4" :  $\frac{(44.44 + 1)}{0.2} \times 0.45 \times 1.1 = 110.48$  m.l.

= 18.4 varillas = 0.66 qq

Concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> (1:2:2) ¢ 328.00 / m<sup>3</sup>

Costo por m<sup>3</sup> de solera de coronamiento:

Concreto ¢ 328.00

Ho. 3/8" : ¢ 200.00 x 2.5 qq ¢ 502.00

Ho. 1/4" : ¢ 200.00 x 0.61 qq ¢ 122.67

Alambre : ¢ 250.00 x 0.3 qq ¢ 75.00

Armaduría: ¢ 50.51/qq x 3.56 qq ¢ 179.82

¢1207.50 / m<sup>3</sup>

Volumen de solera de coronamiento: 0.15 x 0.15 x 21.6 mts

= 0.486 m<sup>3</sup>

Costo de solera de coronación: ₡ 1207.50 /m<sup>3</sup> x 0.486 m<sup>3</sup> =  
₡ 586.84 / viv.

Para apoyar el techo se uso un mojinete de ladrillo de barro cocido con una pendiente del 12%.

200 ladrillos de obra x ₡ 0.60	₡ 120.00
Arena 0.098 m <sup>3</sup> x ₡ 40.00	₡ 3.88
Cemento 0.55 bls x ₡ 25.00	₡ 13.75
M. de O. 200 x ₡ 0.16	<u>₡ 32.00</u>
	₡ 169.63 /viv.

El techo esta formado por lámina fibrolit, apoyadas en un polín C de 4".

7 láminas de 10'	₡ 175.00 x 7	₡ 1225.00
7 láminas de 8'	₡ 124.75 x 7	₡ 873.25
24 tramos de 7"	₡ 0.70 x 24	₡ 16.80
1 polín C de 4"	₡ 116.00 x 1	₡ 116.00
2 varillas de 3/8"		₡ 30.77
Mano de obra	₡ 3.04 x 29 m <sup>2</sup>	<u>₡ 88.16</u>
	Total	₡ 2349.98 /viv

Costo total de vivienda: vivienda de 6' x 4.8 mts. = 29 m<sup>2</sup>

Costo de paneles	52 x ₡ 67.67	₡ 3518.84
Solera de fundación		₡ 697.11
Bastones verticales		₡ 476.88

Solera de coronamiento	¢ 586.84
Mojinete	¢ 169.63
Techo	¢ <u>2349.97</u>
Total	¢ 7799.27 /viv.

Costo por m2:

$$\frac{\text{¢ } 7799.27}{29 \text{ m}^2} = \text{¢ } 268.94 / \text{m}^2$$

### 3.8.5. ADOBE ESTABILIZADO.

#### 3.8.5.1. COSTO DE PRODUCCION.

Los adobes estabilizados son una mezcla de arena, arcilla y cal en una proporción de 3:3:1 y poseen una dimensión de 23 x 23 x 10.5 cms.

Volumen del adobe : 5554.5 cm<sup>3</sup>

Proporción de mezcla : 3:3:1      7 vol.

$$1/7 = 0.1429$$

Costo de materiales:

cal : p.v. = 600 kg/m<sup>3</sup>

$$5554.5 \text{ cm}^3 \times (1 \times 0.1429) = 793.7 \text{ cm}^3$$

$$\frac{\text{¢ } 0.90}{\text{kg}} \times 0.00079 \text{ m}^3 \times \frac{600 \text{ kg}}{\text{m}^3} = \text{¢ } 0.43$$

arena : p.v. = 1333 kg/m<sup>3</sup>

$$5554.5 \text{ cm}^3 \times (3 \times 0.1429) = 2380.5 \text{ cm}^3$$

$$\frac{\text{¢ } 40.00}{1000000 \text{ cm}^3} \times 2380.50 \text{ cm}^3 = \text{¢ } 0.09$$

arcilla: p.v. = 1310 kg/m<sup>3</sup>

$$5554.5 \text{ cm}^3 \times (3 \times 0.1429) = 2380.5 \text{ cm}^3$$



$$\frac{\text{¢ } 40.00}{1000000 \text{ cm}^3} \times 2380.50 \text{ cm}^3 = \text{¢ } 0.09$$

Costo de materia prima: ¢ 0.61

Hechura del adobe: 2 auxiliares producen cerca de 150 adobes al día

$$2 \times \text{¢ } 28.07 = \text{¢ } 56.14 / 150 = 0.37 / \text{adobe}$$

Costo de fabricación del adobe:

$$\text{¢ } 0.98 / \text{adobe}$$

### 3.8.5.2. COSTO DE VIVIENDA ANALIZADA.

Costo de materia prima y mano de obra de fundaciones, paredes y techo.

Solera de fundación: Concreto simple: 20 x 40 cms.

L = 25 mts. Plantilla de cascajo (fondo).

Volumen de solera: 0.2 x 0.4 x 25 mts. = 2.00 m<sup>3</sup>

Concreto f'c = 140 kg/cm<sup>2</sup> (1:2:4) (para un m<sup>3</sup>)

Cemento: 7.5 bls. x ¢ 25.00 /bls.	¢ 187.50
Arena : 0.42 m <sup>3</sup> x ¢ 40.00 /m <sup>3</sup>	¢ 16.80
Grava : 0.82 m <sup>3</sup> x ¢110.00 /m <sup>3</sup>	¢ 90.20
Agua : 227. lts x ¢ 0.014/lts.	¢ <u>3.18</u>
Total	¢ 297.68 /m <sup>3</sup>

Costo de solera de fundación:

Plantilla de cascajo (3 cm.)	¢ 8.00
Concreto: 2.00 m <sup>3</sup> x ¢ 297.68 /m <sup>3</sup>	¢ 595.36
Concreteado: 2.00 m <sup>3</sup> x ¢ 90.00 /m <sup>3</sup>	¢ <u>180.00</u>
Total	¢ 783.36 /viv.

Paredes: se emplearon en totalidad 2680 bloques.

Costo de adobes: 2680 adobes x ¢ 0.98 ¢2626.40

Pegamento de adobes: 2680 x ¢0.20/adobe ¢ 536.00

Mezcla para unir adobes (cal y arcilla) ¢ 250.00

Total ¢3412.40 /viv.

Solera de coronamiento (viga perimetral). Concreto armado.

23 x 10.5 cm L 25.00 mts 2 varillas Ho. 3/8"

alacran 1/4" a 0.25 m vol = 0.567282608 = 0.57 m<sup>3</sup>

concreto f'c = 140 kg /cm<sup>2</sup>

Ho. 3/8" 0.71 qq x ¢ 200.00 /qq ¢ 142.00

Ho. 1/4" 0.76 qq x ¢ 200.00 /qq ¢ 152.00

Concreto: 0.62 m<sup>3</sup> x ¢ 297.68 /m<sup>3</sup> ¢ 184.56

Concreteado: 0.62 m<sup>3</sup> x ¢ 90.00 /m<sup>3</sup> ¢ 55.80

Armaduría: 1.06 qq x ¢ 50.51 /qq ¢ 53.54

Alambre : 10 lbs x ¢ 3.50 /lb ¢ 35.00

Total ¢ 540.60 /viv

Techo: Se usaron polines C de 4" para apoyar láminas tipo fibrolit.

Area techada: 25 m<sup>2</sup>

2 polines C de 4" ¢ 116.00 x 2 ¢ 232.00

10 láminas de 7' ¢ 101.50 x 10 ¢1015.00

10 láminas de 4' ¢ 49.25 x 10 ¢ 492.50

Accesorios: ¢ 190.00

Instalación: ¢ 4.00 x 25 m<sup>2</sup> ¢ 100.00

Total      ₡ 2029.50/viv.

Costo total de vivienda:

Fundación                      ₡ 783.36

Paredes                            ₡ 3412.40

Solera coronamiento          ₡ 540.60

Techo                              ₡ 2029.50

Total      ₡ 6765.86 /viv.

Costo por m<sup>2</sup>:

₡ 6,765.86 / 25 m<sup>2</sup>      =      ₡ 270.63 /m<sup>2</sup>

3.8.6. BAMBU.

3.8.6.1. COSTO DE VIVIENDA ANALIZADA.

FUNDACIONES.

La vivienda de bambú posee una fundación que consiste en una solera corrida de concreto reforzada de 20 x 20 cms., formada por 3 varillas de 3/8" con estribo de 1/4" cada 20 cms. f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

Longitud de solera de fundación: 22.4 mts.

Area de solera: 0.2 x 0.2 = 0.04 m<sup>2</sup> v = 0.9 m<sup>3</sup>

Para un m<sup>3</sup> de solera de fundación se tiene: 1/0.04 = 25 m.l.

Ho. 3/8" : 3 ref. x 25 x 1.10 = 82.5 m.l. = 13.75 varillas =  
1.1 qq.

Ho. 1/4" : (0.25 + 1) x 0.5 x 1.1 = 69.3 m. l. = 55 var. =

0.4 qq.

Alambre:  $1.5 \text{ qq} \times 0.05 = 0.075 \text{ qq}$

Para  $0.9 \text{ m}^3$  de solera de fundación se tiene:

Concreto  $0.9 \text{ m}^3 \times \text{¢} 328.00 / \text{m}^3 = \text{¢} 295.20$

Ho.  $3/8'' : 0.9 \text{ m}^3 \times 1.1 \text{ qq}/\text{m}^3 \times \text{¢} 200.00/\text{qq} = \text{¢} 198.00$

Ho.  $1/4'' : 0.9 \text{ m}^3 \times 0.4 \text{ qq}/\text{m}^3 \times \text{¢} 200.00/\text{qq} = \text{¢} 72.00$

Alambre:  $0.9 \text{ m}^3 \times 0.075 \text{ qq}/\text{m}^3 \times \text{¢} 250.00 \text{ qq} = \text{¢} 16.87$

Armaduría:  $\text{¢} 50.51/\text{qq} \times 1.5 \text{ qq}/\text{m}^3 \times 0.9 \text{ m}^3 = \text{¢} 67.50$

Concreteado:  $\text{¢} 90.00 / \text{m}^3 \times 0.90 \text{ m}^3 = \text{¢} \underline{81.00}$

Total  $\text{¢} 730.57/\text{viv}$

Zoquete: son hechos de concreto simple, y portan 2 cañas de bambú verticales. (2 zoquetes).

Dimensiones:  $0.6 \times 0.20 \times 0.15 \text{ mts.}$  (parte ancha)

$0.4 \times 0.05 \times 0.15 \text{ mts.}$  (parte angosta)

Volumen de concreto:  $0.021 \text{ m}^3 \times 2 = 0.042 \text{ m}^3$

Concreto:  $0.042 \text{ m}^3 \times \text{¢} 328.00 / \text{m}^3 = \text{¢} 13.78$

Mano de obra =  $\text{¢} \underline{20.00}$

Total  $\text{¢} 33.78/\text{viv}$

Soportes de bloques de concreto (2 hiladas)

Ho. vertical : 32 varillas de  $1/4''$  de  $0.7 \text{ mts.}$  de longitud

$24.64 \text{ m.l.} = 4.11 \text{ varillas} = 0.14 \text{ qq} \times \text{¢} 200.00$

$= 27.38 / \text{viv.}$

2 hiladas de bloques de concreto de  $15 \times 20 \times 40 \text{ cms.}$

102 enteros  $\text{¢} 2.85 / \text{unidad} = \text{¢} 290.70$

2 mitades  $\text{¢} 1.50 / \text{unidad} = \text{¢} \underline{3.00}$

$\text{¢} 293.70 / \text{viv.}$

Concreto fluido  $f'c = 140 \text{ kg}/\text{cm}^2 \text{ ¢} 75.00 / \text{viv.}$



Precio de caña de bambú de 3" en:

Ahuachapán:

Costo de caña .....¢ 2.50 por caña de 4 mts.

Costo de transporte (Ahuacha.-San Salv.)..¢500.00/200 cañas

Costo de transporte por caña .....¢ 2.50.

Costo total de caña :   ¢ 5.00

San Miguel:

Precio por caña .....¢ 1.50 por caña de 4 mts.

Costo de transporte (San Miguel-San Salv.). ¢500.0/200 cañas

Costo de transporte por caña .....¢ 2.50

Costo total de caña:   ¢ 4.25

Nejapa (San Salvador)

Precio por caña ..... ¢ 3.00 por caña de 4 mts.

Costo de transporte (Nejapa-San Salva.) ..¢ 90.00/200 cañas

Costo de transporte por caña: .....¢ 0.45

Costo total de caña:   ¢ 3.45

Tomando el costo más bajo (cercano a San Salvador) por caña de ¢ 3.45 se tiene:

120.5 cañas x ¢ 3.45 /caña           ¢ 415.75

4 cañas de 4"                       ¢ 20.00

Costo de bambú . ¢ 435.75 /viv.

Costo de alambre para amarre de bambú:

0.5 qq x ¢ 250.00 /qq                      ¢ 125.00 /viv.

Costo de mano de obra de esterilla                      ¢ 200.00 /viv.

Costo de M. de O. de estructura de techo                      ¢ 225.00 /viv.

Costo de repello de la esterilla: 2 cm. 1:4

Material                      ¢ 559.00

Mano de obra                      ¢ 500.00

¢1059.00 / viv.

Lámina galvanizada:

12 láminas de 3 ydas.                      ¢90.00 /lám.                      ¢ 1080.00

otros                      ¢ 50.00

Mano de Obra                      ¢ 70.00

¢ 1200.00 /viv.

Afinado, pintura de paredes repelladas                      ¢ 200.00 /viv.

Puerta y 3 ventanas de bambú                      ¢ 300.00 /viv.

(incluye mano de obra)

CUADRO RESUMEN.

Solera de fundacion .....	¢ 730.57
Zoquetes .....	¢ 33.78
Soporte de bloques de concreto .....	¢ 494.73
Estructura de paredes (cuartones y costaneras ) .....	¢ 578.50
Costo de bambú .....	¢ 435.75
Alambre .....	¢ 125.00
M. de O. esterilla .....	¢ 200.00
M. de O. estructura de techo .....	¢ 225.00
Lámina galvanizada (material y mano de obra ) .....	¢ 1200.00
Repello de esterilla (material y mano de obra ) .....	¢ 1059.00
Afinado y pintura (cal) .....	¢ 200.00
Puertas y ventanas .....	¢ 300.00
(incluye mano de obra).	
TOTAL .....	¢ 5482.33

Vivienda de 6 x 5 mts. = 30 m2

Costo por m2:

$$¢ 5,482.33 / 30 \text{ m}^2 = ¢ 182.74 / \text{m}^2$$



## CAPITULO IV

### COMPARACION DE COSTOS ENTRE MATERIALES TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES

#### 4.0. INTRODUCCION.

Este capítulo, no tendría razón de ser si previamente no se hubiera constatado que los materiales en estudio poseen buenas características, y que algunos de éstos ya poseen un tiempo de servicio representativo.

El capítulo se enmarca en la determinación de costos de materiales tradicionales y no tradicionales considerando las partidas principales de techos, paredes y pisos. El objeto de incluir materiales tradicionales es para ver la diferencia con respecto a los no tradicionales similares, y poder concluir si en realidad éstos son de bajo costo o no.

Aprovechando la diversidad de materiales para paredes que se posee se hacen combinaciones variando los tipos de pared y pisos y manteniendo constantes los diferentes tipos de cubierta.

La finalidad de las combinaciones obedece a que los usuarios puedan optar por los materiales que más les convenga, es decir, materiales que existan en, o cerca del lugar donde se pretende construir la casa en particular, y

lo más importante, que puedan elegir de acuerdo a los recursos económicos que las familias interesadas posean.

#### 4.1. DESCRIPCION DE LA UNIDAD HABITACIONAL CONSIDERADA EN EL ANALISIS DE COSTOS DE DIFERENTES MATERIALES

Las dimensiones de la unidad habitacional considerada posee 5 metros de frente por 4 metros de profundidad, el análisis se ha realizado tomando como base las partidas principales de techo, paredes y pisos.

En la partida de paredes, el análisis se hace incluyendo en el costo, lo que es la fundación, elemento cuyas dimensiones y refuerzo se ha colocado en función del tipo de pared a soportar. El repello, puertas y ventanas no se ha tomado en cuenta por considerar que éstos incrementarán el costo en la misma proporción en todos los materiales y por lo tanto la relación de un material respecto a otro se mantendrá.

En cuanto al dimensionamiento de paredes se ha tomado como base las siguientes medidas:

Parte Frontal, altura de 2.5 metros a partir del N.P.T. y nivel de desplante con una variación de 0.5 metros a 0.6 metros, ancho de 5.0 metros definido por el ancho de la vivienda.

Los huecos de puertas y ventanas que se le han colocado a la unidad habitacional están ubicados en esta pa-

red en una posición tal que se adapte al material utilizado.

Pared Posterior, la altura de esta pared difiere de la anterior por el incremento, producto de la pendiente dada a la unidad habitacional, la cual es del 20%, lo que implica que la pared posee una altura de 3.30 metros a partir del NPT.

Paredes Laterales, la altura de estas paredes está definida por la pendiente de la casa (20%), presentando forma de un trapecio con altura mínima de 2.50 metros y altura máxima de 3.30 metros con respecto al NPT.

El ancho está dado por la profundidad de la vivienda, el cual es de 4.0 metros.

En la partida de techos se optó por analizar una cubierta de una sola agua por el hecho de que, utilizar techos con más aguas complica la estructura de soporte elevando el costo de materiales y de mano de obra y por consiguiente el costo total de la casa analizada.

En esta partida se analizan diferentes tipos de cubiertas tales como: lámina de cemento-henequén, lámina galvanizada, lámina fibrolit y teja en combinación con varios materiales para la estructura de soporte, los cuales son: madera, polín "C" y polín espacial. La pendiente utilizada en los techos de lámina galvanizada, lámina fibrolit y cemento henequén es de 15%, y la utilizada en la cubierta de teja es de 20% por considerar que esta necesita mayor

pendiente que las otras para desalojar adecuadamente la lluvia. El alero se ha colocado únicamente en la parte frontal con una dimensión de 20 cm.

En la partida de pisos no se conocen materiales no tradicionales que se hallan implementado por lo tanto se analizarán los pisos tradicionales más comunes de ladrillo de cemento y encementado.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

42.

4.2.1.

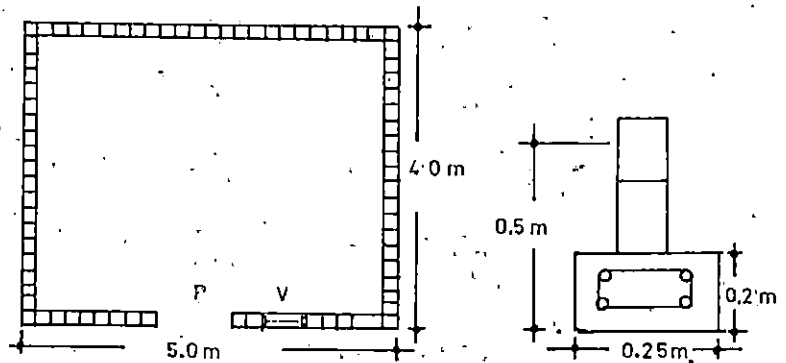
**PARTIDA : PAREDES**

# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

Pared de Adobe Estabilizado

- S.F. concreto armado de 25 x 20 cm.  
4  $\phi$  3/8" y estribos  $\phi$  1/4" A/C 20 cm.
- S.C. concreto armado de 23 x 10.5 cm.  
2  $\phi$  3/8" y est.  $\phi$  1/4" A/C 20 cm.
- Dimension bloque: 23 x 23 x 10.5 cm.



## 1. MATERIALES

	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Bloques de adobe	U	2393	0.97	2321.25
Concreto (1:2:2)	M3	1.40	328.00	459.20
Hierro $\phi$ 3/8"	qq	1.60	210.00	336.00
Hierro $\phi$ 1/4"	qq	0.60	232.50	139.50
Alambre de amarre	lb	22.00	3.50	77.00
Regla pacha	vr.	25.00	2.70	67.50
Cuarton	vr.	24.00	6.50	156.00
Tabl $\frac{1}{2}$	vr.	24.00	8.50	204.00
Tierra	M3	0.10	40.00	4.00
Clavos 2 1/2"	lb	10.00	3.90	39.00
Cal	lb	270.00	0.70	189.00
TOTAL 1				3992.45

## 2. MANO DE OBRA

	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Concreteado	M3	1.40	90.00	126.00
Armadura: Solea de Fundacion	M	20.00	2.95	59.00
Solea de Coronamiento	M	41.40	1.46	60.45
Hechura de andamios y encofrado	M	18.00	12.40	223.20
Excavacion	M3	2.25	3.24	45.00
Pegado de bloques	U	2279	0.20	455.80
TOTAL 2				969.45

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

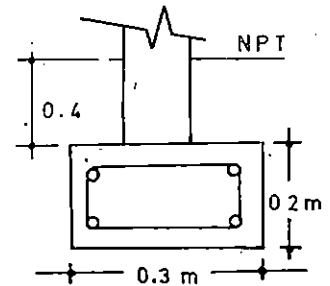
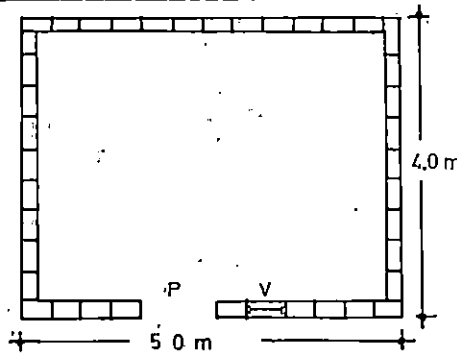
COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 4983.90, costo/M2 = 94.85

# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

### Pared de Paneles de Suelo-Cemento

- S.F. concreto armado de 30 x 20 cm.
- 4  $\varnothing$  3/8" y estribos  $\varnothing$  1/4" A/C 20 cm.
- S.C. concreto armado de 15 x 15 cm.
- 4  $\varnothing$  3/8" y est.  $\varnothing$  1/4" A/C 20 cm.
- Ref. vertical entre paneles de  $\varnothing$  3/8"
- Hojinete de bloque de suelo-cemento



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Paneles	U	42.00	67.70	2843.40
Concreto (1:2:2)	M3	1.50	328.00	492.00
Bloques de suelo-cemento	U	234.00	1.20	280.80
Concreto fluido	M3	0.20	286.00	57.20
Hierro $\varnothing$ 3/8"	qq	3.70	210.00	777.00
Hierro $\varnothing$ 1/4"	qq	0.00	232.50	186.00
Alambre de amarre	lb	29.00	3.56	101.56
Cuarton	vr.	24.00	6.50	156.00
Tabla	vr.	24.00	8.50	204.00
Clavos 2 1/2"	lb	10.00	3.90	39.00
TOTAL 1				5136.90

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Concreteado	M3	1.70	90.00	153.00
Armaduria: Solera de Fundacion	m	16.60	2.95	49.00
Solera de Coronamiento	m	44.50	1.46	65.00
Hechura de andanios y encofrado	m	18.00	12.40	223.20
Excavacion	M3	2.25	3.24	45.00
TOTAL 2				535.20

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

COSTO TOTAL 1+2+3 = 5694.10, costo/M2 = 187.45

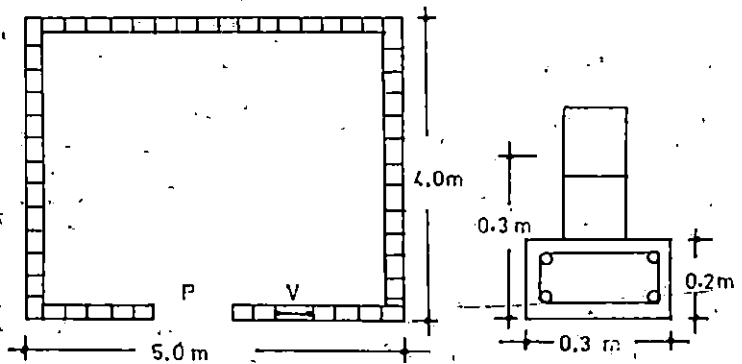


# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

Pared de Bloque Hueco de Suelo-cemento

- S.F. concreto armado de 30 x 20 cm.  
4  $\varnothing$  3/8" y estribos  $\varnothing$  1/4" A/C 10 cm.
- S.C. y S.I. concreto armado de 15 x 20 cm.  
2  $\varnothing$  3/8" y est.  $\varnothing$  1/4" A/C 15 cm.
- Ref. vert. A/C 0.80 , y horizontal  
A/C 2 hiladas



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Bloques de suelo cemento	U	733.7	1.6	1173.90
Medio bloque de suelo cemento	U	54.1	1.0	54.10
Concreto ( 1:2:2 )	M3	5.7	328.8	1869.60
Mezcla ( 1:6 )	M3	0.6	232.0	139.20
Hierro $\varnothing$ 1/4"	qq	2.4	232.5	558.00
Hierro $\varnothing$ 3/8"	qq	3.1	210.0	651.00
Alambre de amarre	lb	54.4	3.5	190.40
Regla pacha	vr	25.0	2.7	67.00
Cuarton	vr	24.0	6.5	156.00
TOTAL 1				4959.20

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Armaduria: Solera fundacion	M	16.00	2.95	49.60
Solera int. y solera corona	M	35.20	1.46	51.40
Refuerzo vertical ( A/C 0.8 )	M	66.00	0.51	33.70
Pegamento de bloque	U	685.00	0.76	520.60
Hechura de andamio	M	3.34	5.60	18.70
Concreteado	M3	5.71	98.00	513.90
Excavacion	M3	3.24	20.00	64.80
TOTAL 2				1252.70

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

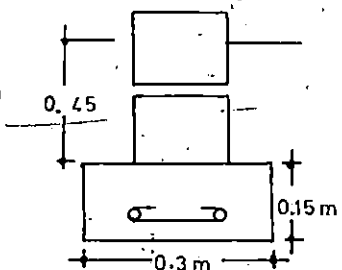
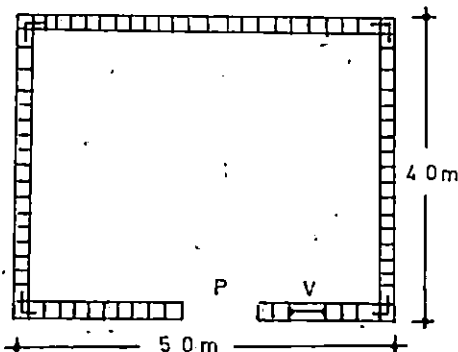
COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 6133.90, costo/M2 = 115.82

# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

### Pared de Bloque de Pomez

- S.F. concreto armado de 30 x 15 cm.  
2 # 3/8" y estribos # 1/4" A/C 20 cm.
- Refuerzo vertical A/C 80 cm. # 3/8"
- Refuerzo horizontal A/C 2 hiladas # 1/4"
- Dimension del bloque 15 x 15 x 40 cm.



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Bloque entero de pomez	U	1007.00	1.31	1319.17
Bloque mitad de pomez	U	92.00	0.90	82.80
Concreto 1:2:2	M3	2.22	328.00	726.52
Mezcla 1:6	M3	0.52	232.00	120.64
Hierro # 3/8"	qq	2.01	210.00	421.36
Hierro # 1/4"	qq	1.92	232.50	446.40
Cuartones de pino de 4 vrs.	U	6.00	26.00	156.00
Clavos de 2 1/2"	lb	2.00	3.90	7.80
Alambre de amarre	lb	39.30	3.50	137.55
TOTAL 1				3418.25

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Concreteado	M3	2.22	90.00	199.80
Armadura: Solera de Fundacion	m	18.00	1.46	26.30
Solera de Coronamiento	m	18.00	1.46	26.30
Refuerzo Vertical (c/0.80 m)	m	72.60	0.51	37.05
Pegamento de bloque	U	1699.00	0.76	835.25
Hechura de Andamio	m	3.34	5.60	18.70
Excavacion	M3	3.24	20.00	64.80
TOTAL 2				1203.20

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

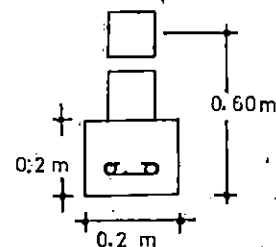
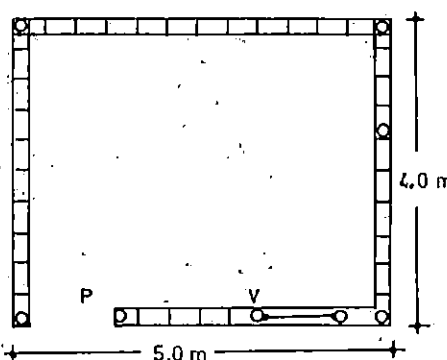
COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 4648.45, costo/M2 = 87.00

# ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

Pared de Bambu con Base de Bloque

- Base de bloque de concreto (2 hil.)
- Fundacion de concreta armado (alacran) de 20 x 20 cm., 2 # 3/8" y est. # 1/4" A/C 20 cm



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Hierro de 3/8 "	qq	0.50	210.0	105.00
Hierro de 1/4"	qq	0.20	232.5	51.15
Alambre de amarre	lb	166.50	3.5	372.75
Bambu: # 3" de 4 mts.	U	121.00	3.4	411.40
# 3" de 5 mts.	U	9.00	5.0	45.00
# 4" de 4 mts.	U	13.00	5.0	65.00
Clavo 2 1/2"	lb	15.00	3.9	58.50
Concreto (1:2:2)	M3	0.80	320.0	262.40
Bloques	U	66.00	2.5	136.70
Mezcla (1:6)	M3	0.03	232.0	18.48
Repello	M3	2.40	232.3	556.00
Cuarton	vr	24.00	6.5	156.00
<b>T O T A L 1.</b>				<b>2239.10</b>

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Concreteado	M3	0.85	90.00	76.70
Armaduria	M	18.00	1.66	29.95
Pegado de bloque	U	66.00	0.73	48.00
Carpinteria	M2	91.78	21.80	2000.00
Excavacion	M3	3.24	20.00	64.80
Hechura de andamio	M	3.34	5.00	26.80
<b>T O T A L 2</b>				<b>2239.45</b>

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

**C O S T O T O T A L 1 + 2 + 3 = 4478.55 costo/M2 = 84.50**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQ.  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CUADRO No. 4.6  
 FECHA JUNIO/92  
 PARTIDA Paredes

ESTUDIO COMPARATIVO DURABILIDAD VRS. COSTO,  
 ENTRE ALTERNATIVAS NO TRADICIONALES PARA  
 LA SOLUCION DEL PROBLEMA HABITACIONAL.

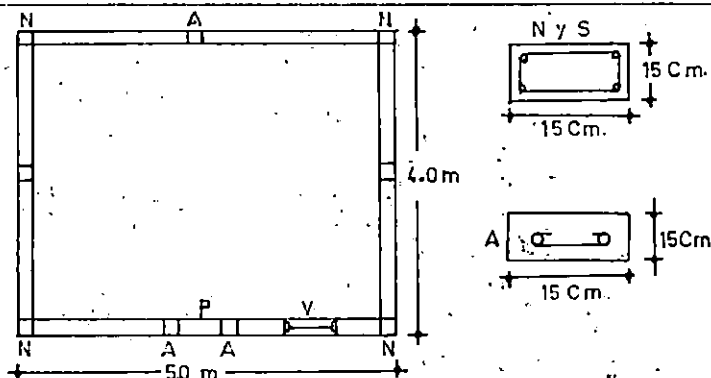
# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES.

Pared de Ladrillo de Barro Cocido

- S.F. concreto armado de 30 x 20 cm.
- 4  $\varnothing$  3/8" y estribos  $\varnothing$  1/4" A/C 15 cm.
- Nervios y solera de coronamiento de 15 x 15 cm con 4  $\varnothing$  3/8" u est. 1/4" A/C 15 cm
- Alacranes de 15 x 15 cm con 2  $\varnothing$  3/8" y est  $\varnothing$  1/4" A/C 15 cm.

N= nervio , A= alacran



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB- TOTAL
Ladrillo de barro cocido	U	3000	0.65	1950.00
Concreto (1:2:2)	M3	2.45	328.00	803.60
Mezcla (1:6)	M3	1.22	232.00	283.04
Hierro $\varnothing$ 3/8"	qq	4.50	210.00	945.00
Hierro $\varnothing$ 1/4"	qq	1.84	232.50	427.80
Alambre de anarre	lb	63.40	3.90	247.30
Cuartones de pino de 4 vrs.	U	6	26.00	156.00
Tabla de pino de 4 vrs.	U	6	34.00	204.00
regla pacha	vr	25	2.70	67.00
barril de agua	U	7	3.00	21.00
TOTAL 1				5104.74

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Concreteado	M3	2.45	90.00	220.50
Armaduria: Solera de fundacion	M	18.00	2.95	53.10
Nervios y solera coronamiento	M	53.00	2.75	145.75
Alacran	M	18.00	1.46	26.30
Pegamento de ladrillo	U	3000	0.20	600.00
Hechura de Andamio y encofrado				140.00
Excavacion	M3	3.24	20.00	64.80
TOTAL 2				1250.45

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

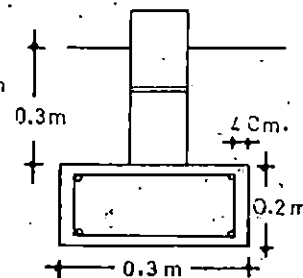
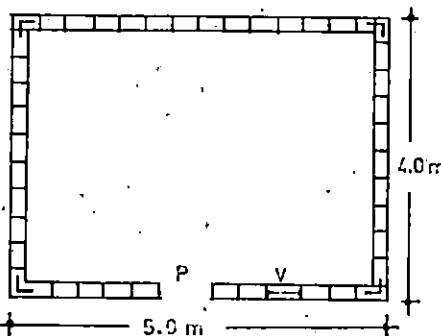
COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 6377.20, costo/M2 = 120.50

# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

Pared de Bloque de Concreto

- S.F. concreto armado 0.30 x 0.20,  
4  $\phi$  3/8" y est.  $\phi$  1/4" A/C 0.10 m.
- S.I. concreto armado 0.15 x 0.20, ref.  
2  $\phi$  3/8" y est.  $\phi$  1/4" A/C 15 ca.
- S.C. concreto armado con utilizacion de  
bloque solera y refuerzo igual al utili-  
zado en S.I.
- Ref. vert. A/C 0.80 y hor. A/C 2 hiladas.



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Bloque entero de concreto	U	725.0	2.2	1595.00
Medio bloque	U	52.0	1.2	62.40
Bloques soleras enteros	U	21.0	2.4	50.40
Bloques soleras mitades	U	3.0	1.2	3.60
Concreto ( 1:2:2 )	M3	5.7	328.0	1869.60
Mezcla ( 1:6 )	M3	0.6	232.0	139.20
Hierro de $\phi$ 1/4	qq	2.4	232.5	558.00
Hierro de $\phi$ 3/8	qq	3.1	210.0	651.00
Alambre de amarre	lb	54.4	3.5	190.40
Regla pacha ( niveletas )	vr	25.0	2.7	67.00
Cuarton ( andamio )	vr	24.0	6.5	156.00
<b>TOTAL 1</b>				<b>5342.60</b>

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Armadura: Solera Fundacion	m	16.00	2.95	49.60
Solera int. y solera coron.	m	35.20	1.46	51.40
Refuerzo vertical (n/C 0.8)	m	66.00	3.51	232.70
Pegamento de bloque	U	695.00	0.76	528.20
Hechura de andamio	m	3.32	5.68	18.70
Concreteado	M3	5.71	90.00	513.90
Excavacion	M3	3.24	20.00	64.80
<b>TOTAL 2</b>				<b>1260.30</b>

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 6624.90; Costo/M2 = 125.10

4.2.2.

PARTIDA : PISOS







4.2.3.

PARTIDA : TECHOS





# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

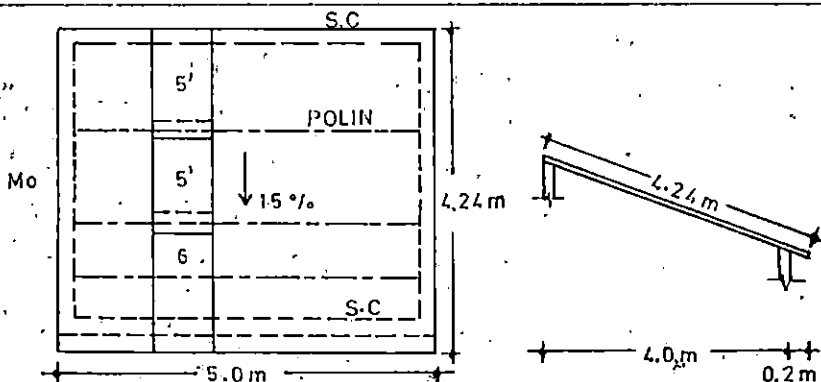
## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

Techo de Lamina Cemento Henequen con Polin "C"

- Ancho util = 0.87 m
- Apoyos de laminas :  
 Laminas mayores de 5', usar 3 apoyos  
 Laminas menores de 5', usar 2 apoyos

S.C. = Solera de coronamiento

Mo = Mojinete



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Lamina de cemento henequen de 6'	U	7.00	57.10	399.70
Lamina de cemento henequen de 5'	U	14.00	54.10	757.40
Tramo galvanizado de 7"	U	70.00	0.70	49.00
Capuchon plastico para tramo	U	70.00	0.10	7.00
Tuerca galvanizada 1/4" para tramo	U	70.00	0.10	7.00
Ganchos para sostenimiento de tramos en paredes:				
Hierro de $\phi$ 3/8"	kg	9.15	210.00	32.35
Hierro de $\phi$ 1/2"	kg	8.25	236.00	67.45
Polin C de 4"	U	3.00	100.00	300.00
Pintura anticorrosiva	Gls.	0.00	124.00	10.00
Electrodo	lb	4.00	5.90	23.60
<b>TOTAL 1</b>				<b>1653.50</b>

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Enlaminado	M2	21	3.34	70.15
Hechura de cevo	R	5	4.89	24.45
Montaje de polin				45.00
<b>TOTAL 2</b>				<b>139.60</b>

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

**COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 1811.10. Costo/M2 = 20.25**



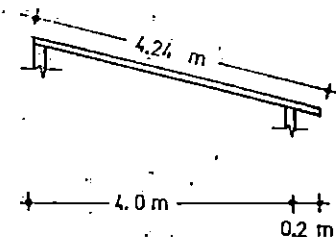
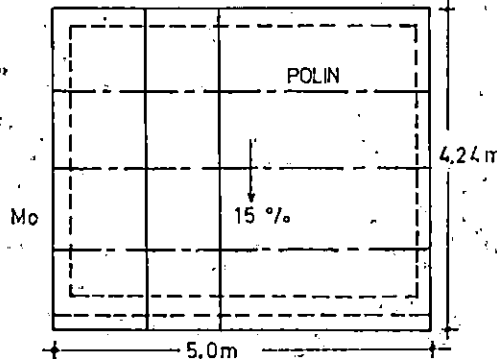


# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

TECHO DE LAMINA GALVANIZADA CON POLIN "C"

- Ancho util de lamina = 0.82 m
- Pendiente = 15 %
- Area = 21.2 M<sup>2</sup>
- Alero frontal = 20 cm
- Calibre de lamina utilizada : #26
- Mo = mojinete



## 1. MATERIALES

	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Lamina galvanizada acanalada 3 x 1 yda.	U	7	95.00	665.00
Lamina galvanizada acanalada 2 x 1 yda.	U	6	65.00	390.00
Ganchos para sostenimiento de tramos en paredes :				
Hierro de Ø 3/8"	qq	0.15	210.00	32.35
Hierro de Ø 1/2"	qq	0.29	236.00	67.45
Tramo galvanizado de 7"	U	65	0.70	45.50
Capuchon plastico para tramo	U	65	0.10	6.50
Tuerca galvanizada para tramo	U	65	0.10	6.50
Polin "C" de 4	U	3	100.00	300.00
Pintura anticorrosiva	Gl	0.08	124.00	10.00
Electrodo	lb	4	5.90	23.60
<b>TOTAL 1</b>				<b>1546.90</b>

## 2. MANO DE OBRA

	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Hechura de cepo	H	5	4.09	20.45
Enlaminado de techo	M <sup>2</sup>	21	3.50	73.50
Montaje de polin				45.00
<b>TOTAL 2</b>				<b>139.95</b>

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

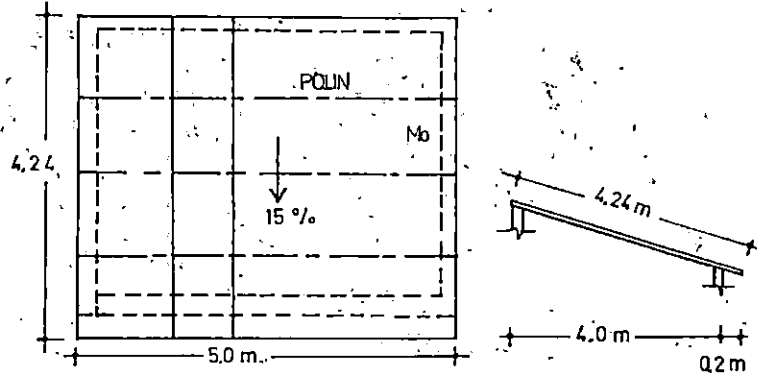
**COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 1707.85 , costo/M<sup>2</sup> = 81.35**

# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES

TECHO DE LAMINA GALVANIZADA CON POLIN ESPACIAL

- Ancho util de lamina = 0.82 m
  - Pendiente = 15 %
  - Area= 21.2 M2
  - Alero frontal = 28 cm
  - Calibre de lamina utilizada : #26
- Mo = mojinete



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Lamina galvanizada acanalada 3 x 1 yda.	U	7	95.00	665.00
Lamina galvanizada acanalada 2 x 1 yda.	U	6	65.00	390.00
Ganchos para sostenimiento de tramos en paredes :				
Hierro de Ø 3/8"	kg	0.15	210.00	32.30
Hierro de Ø 1/2"	kg	0.29	210.00	67.42
Tramo galvanizado de 7"	U	65	0.70	45.50
Capuchon plastico para tramo	U	65	0.10	6.50
Tuerca galvanizada para tramo	U	65	0.10	6.50
Polin espacial	m	15	69.40	1041.00
TOTAL 1				2224.22

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Hechura de cebo	M	5	4.09	20.45
Enlaminado de techo	M2	21	3.50	73.50
TOTAL 2				93.95

## 3. HERRAMIENTAS

				22.00
COSTO TOTAL 1 + 2 + 3 = 2340.17 , costo/M2= 111.45				





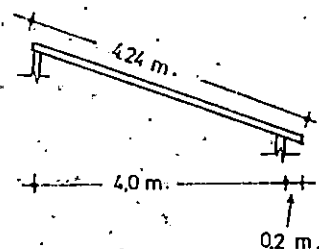
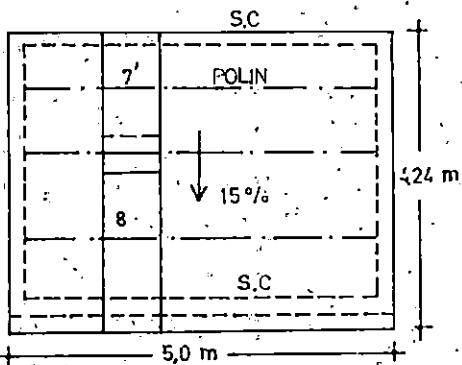
# ANALISIS DE COSTO UNITARIO

## ESQUEMA Y ESPECIFICACIONES.

TECHO DE LAMINA FIBROLIT CON POLIN "C"

- Area = 21.2 M2
- Pendiente = 15 %
- Alero frontal = 20 cm.

S.C. = Solera de Coronamiento  
 Mo. = Mojinete



1. MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Lamina fibrolit 8'	U	6'	124.75	748.50
Lamina fibrolit 7'	U	5	101.50	507.50
Tramo galvanizado de 7"	U	60	0.70	42.00
Capuchones para tramos	U	60	0.10	6.00
Tuerca galvanizada para tramo	U	60	0.10	6.00
Ganchos para sostenimiento de tramos en paredes:				
hierro de Ø 3/8"	qq	0.15	218.00	32.35
hierro de Ø 1/2"	qq	0.29	236.00	67.45
polin C de 4"	U	3	100.00	300.00
pintura anticorrosiva	Gl5	0.08	124.00	10.00
electrodo	lb	4	5.90	23.60
<b>TOTAL 1</b>				<b>1743.48</b>

2. MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
Enlaminado	M2	21	3.34	70.15
Hechura de cepe	N	5	4.09	20.45
Montaje de polin				45.00
<b>TOTAL 2</b>				<b>135.60</b>

## 3. HERRAMIENTAS

22.00

COSTO TOTAL 1+2+3 = 1901.00, costo/M2 = 90.55





4.3.

## ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS

4.3.1.

**ANALISIS COMPARATIVO DE DISTINTOS TIPOS DE PARED  
CON TECHO DE LAMINA CEMENTO - HENEQUEN  
Y DOS TIPOS DE PISO.-**

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
1.- Paredes de adobe es- tabilizado.  4,983.98	Lamina Cemento-Henequen s/ estructura de madera.  1,894.75	Mortero Cemento Arena 592.40	7,471.85
		Ladrillo de cemento 843.85	7,721.78
2.- Paneles de Suelo Ce- mento.  5,694.18	1,894.75	Mortero Cemento Arena 592.40	8,121.25
		Ladrillo de cemento 843.85	8,431.98
3.- Bloques huecos de suelo cemento  6,133.98	1,894.75	Mortero Cemento Arena 592.40	8,643.98
		Ladrillo de cemento 843.85	8,894.55
4.- Bloque hueco de Ponez  4,648.45	1,894.75	Mortero Cemento Arena 592.40	7,158.45
		Ladrillo de cemento 843.85	7,489.18
5.- Paredes de Banbu repelladas.  4,478.55	1,894.75	Mortero Cemento Arena 592.40	6,988.55
		Ladrillo de cemento 843.85	7,239.28

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
6.- Ladrillo de Obra  6,377.20	Laminas Cemento Henequen s/ estructura de madera.  1,894.75	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,864.35  9,115.80
7.- Bloque hueco de con- creto.  6,624.90	  1,894.75	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	9,112.85  9,362.70
1.- Paredes de adobe estabilizado  4,983.90	Lamina Cemento Henequen s/ estructura con polin "C". 1,811.10	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	7,387.40  7,638.85
2.- Paneles de Suelo Cemento.  5,694.10	  1,811.10	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,097.60  8,348.25
3.- Bloque hueco de suelo Cemento.  6,133.90	  1,811.10	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,537.40  8,788.85
4.- Bloque hueco de Ponez  4,648.45	  1,811.10	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	7,851.95  7,392.60

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
5.- Paredes de bambu repelladas 4,478.55	Laminas Cemento Henequen s/ estructura con polin "C" 1,911.18	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	6,882.85 7,132.78
6.- Ladrillo de obra. 6,377.28	1,811.18	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	8,788.78 9,831.35
7.- Bloque hueco de Concreto. 6,624.98	1,811.18	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	9,828.48 9,279.85
1.- Paredes de Adobe Estabilizado. 4,983.98	Lamina Cemento Henequen s/ estructura con polin Espacial. 2,443.58	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	8,819.88 8,278.45
2.- Paneles de Suelo Ce- mento. 5,694.18	2,443.58	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	8,738.88 8,988.65
3.- Bloque hueco de Suelo Cemento. 6,133.98	2,443.58	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	9,169.88 9,428.45



TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
4.- Bloque Hueco de Pomez.  4,648.45	Lamina Cemento Henequen s/ estructura con polin Espacial  2,443.50	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	7,684.35   7,935.00
5.- Paredes de Bambu Repelladas.  4,478.55	  2,443.50	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	  7,514.45  7,765.10
6.- Ladrillo de Obra.  6,377.20	  2,443.50	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	  9,413.10  9,663.75
7.- Bloque hueco de Concreto.  6,624.90	  2,443.50	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	  9,660.00  9,811.45

4.3.2.

ANALISIS COMPARATIVO DE DISTINTOS TIPOS DE PARED  
 CON TECHO DE LAMINA GALVANIZADA.  
 Y DOS TIPOS DE PISO.-

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
1.- Paredes de adobe es- tabilizado.  4,993.99	Lamina Galvanizada s/ estructura de madera.  1,561.75	Mortero Cemento Arena 592.40	7,138.85
		Ladrillo de cemento 843.85	7,398.70
2.- Paneles de Suelo Ce- mento.  5,694.18	1,561.75	Mortero Cemento Arena 592.40	7,848.25
		Ladrillo de cemento 843.85	8,188.98
3.- Bloques huecos de suelo cemento  6,133.98	1,561.75	Mortero Cemento Arena 592.40	8,288.85
		Ladrillo de cemento 843.85	8,548.70
4.- Bloque hueco de Pomez  4,648.45	1,561.75	Mortero Cemento Arena 592.40	6,802.68
		Ladrillo de cemento 843.85	7,863.25
5.- Paredes de Bambu repelladas.  4,478.55	1,561.75	Mortero Cemento Arena 592.40	6,632.78
		Ladrillo de cemento. 843.85	6,993.35

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
6.- Ladrillo de Obra  6,377.28	Laminas Galvanizada s/ estructura de nadera.  1,561.75	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,531.35  8,792.88
7.- Bloque hueco de con- creto.  6,624.98	  1,561.75	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,779.85  9,839.78
1.- Paredes de adobe estabilizado  4,983.98	Lamina Galvanizada s/ estructura con polin "C". 1,787.85	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	7,284.15  7,534.88
2.- Paneles de Suelo Cemento.  5,694.18	  1,787.85	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	7,994.35  8,245.88
3.- Bloque hueco de suelo Cemento.  6,133.98	  1,787.85	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,434.15  8,684.88
4.- Bloque hueco de Ponez  4,648.45	  1,787.85	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	6,948.78  7,199.35

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
5.- Paredes de bambu repelladas 4,478.55	Laminas Galvanizada s/ estructura con polin "C" 1,787.85	Mortero Cemento Arena 592.40 Ladrillo de cemento 843.85	6,778.88 7,829.45
6.- Ladrillo de obra. 6,377.28	1,787.85	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	8,677.45 8,928.18
7.- Bloque hueco de Concreto. 6,624.98	1,787.85	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	8,925.15 9,175.88
1.- Paredes de Adobe Estabilizado. 4,983.98	Lamina Galvaniza s/ estructura con polin Espacial. 2,348.17	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	7,916.47 8,167.12
2.- Paneles de Suelo Ce- mento. 5,694.18	2,348.17	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	8,626.67 8,877.32
3.- Bloque hueco de Suelo Cemento. 6,133.98	2,348.17	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	9,866.47 9,317.12

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
4.- Bloque Hueco de Ponez. 4,648.45	Laminas Galvanizada /s Estructura con polin Espacial 2,348.17	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	7,581.82 7,831.67
5.- Paredes de Bambu Repelladas. 4,478.55	2,348.17	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	7,411.12 7,661.77
6.- Ladrillo de Obra. 6,377.20	2,348.17	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	9,389.77 9,568.42
7.- Bloque hueco de Concreto. 6,624.90	2,348.17	Mortero Cemento Arena 592.48 Ladrillo de cemento 843.85	9,557.47 9,888.12

4.3.3.

ANALISIS COMPARATIVO DE DISTINTOS TIPOS DE PARED  
CON TECHO DE FIBROLIT Y DOS TIPOS DE PISO

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
1.- Paredes de adobe es- tabilizado.  4,983.98	Laminas fibrolit s/ es- tructura de madera.  1,917.68	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.40	7,493.98
		Ladrillo de cemento	
		843.85	7,744.55
2.- Paneles de Suelo Ce- mento.  5,694.18	1,917.68	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.40	8,284.18
		Ladrillo de cemento	
		843.85	8,454.75
3.- Bloques huecos de suelo cemento  6,133.98	1,917.68	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.40	8,643.98
		Ladrillo de cemento	
		843.85	8,894.55
4.- Bloque hueco de Pomez  4,648.45	1,917.68	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.40	7,158.45
		Ladrillo de cemento	
		843.85	7,489.10
5.- Paredes de Bambu repelladas.  4,478.55	1,917.68	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.40	6,988.55
		Ladrillo de cemento	
		843.85	7,239.28

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
6.- Ladrillo de Obra  6,377.20	Laminas fibrolit s/ es- tructura de nadera.  1,917.60	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,887.20  9,137.85
7.- Bloque hueco de con- creto.  6,624.90	  1,917.60	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	9,134.90  9,385.55
1.- Paredes de adobe estabilizado  4,983.90	Lamina Fibrolit s/es- tructura con polin "C".  1,981.80	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	7,477.30  7,727.95
2.- Paneles de Suelo Cemento.  5,694.10	  1,981.80	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,187.50  8,438.15
3.- Bloque hueco de suelo Cemento.  6,133.90	  1,981.80	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	8,627.30  8,877.95
4.- Bloque hueco de Pomez  4,648.45	  1,981.80	Mortero Cemento Arena 592.40  Ladrillo de cemento 843.85	7,141.85  7,392.50

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
5.- Paredes de bambu repelladas  4,478.55	Laminas fibrolit s/ es- tructura con polin "C"  1,981.00	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	6,971.95   7,222.60
6.- Ladrillo de obra.  6,377.28	  1,981.00	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	8,878.68   9,121.25
7.- Bloque hueco de Concreto.  6,624.98	  1,981.00	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	9,118.38   9,368.95
1.- Paredes de Adobe Estabilizado.  4,983.98	Lamina Fibrolit s/es- tructura con polin Es- pacial. 2,533.35	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	8,189.65   8,368.38
2.- Paneles de Suelo Ce- mento.  5,694.18	  2,533.35	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	8,819.85   9,878.58
3.- Bloque hueco de Suelo Cemento.  6,133.98	  2,533.35	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	9,259.65   9,518.38



TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
4.- Bloque Hueco de Pomez. 4,648.45	Laminas fibrolit s/ estructura con polin Espacial. 2,533.35	Mortero Cemento Arena 592.40 Ladrillo de cemento 843.85	7,774.28 8,024.85
5.- Paredes de Bambu Repelladas. 4,478.55	2,533.35	Mortero Cemento Arena 592.40 Ladrillo de cemento 843.85	7,684.38 7,854.95
6.- Ladrillo de Obra. 6,377.28	2,533.35	Mortero Cemento Arena 592.40 Ladrillo de cemento 843.85	9,582.95 9,753.68
7.- Bloque hueco de Concreto. 6,624.98	Lamina Fibrolit s/ estructura con polin Espacial. 2,533.35	Mortero Cemento Arena 592.40 Ladrillo de cemento 843.85	9,758.65 10,001.38

## 4.3.4.

ANALISIS COMPARATIVO DE DISTINTOS TIPOS DE PARED  
CON TECHO DE TEJA Y DOS TIPOS DE PISO

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
1.- Paredes de adobe es- tabilizado.  4,983.98	Teja de barro s/ estru- tura de madera.  1,398.85	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.48	6,966.35
		Ladrillo de cemento	
		843.85	7,217.80
2.- Paneles de Suelo Ce- mento.  5,694.18	1,398.85	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.48	7,676.55
		Ladrillo de cemento	
		843.85	7,927.28
3.- Bloques huecos de suelo cemento  6,133.98	1,398.85	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.48	8,116.35
		Ladrillo de cemento	
		843.85	8,367.80
4.- Bloque hueco de Ponez  4,648.45	1,398.85	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.48	6,638.98
		Ladrillo de cemento	
		843.85	6,881.55
5.- Paredes de Bambu repelladas.  4,478.55	1,398.85	Mortero	
		Cemento	
		Arena 592.48	6,461.88
		Ladrillo de cemento	
		843.85	6,711.65

TIPO DE PARED COSTO TOTAL	TIPO DE TECHO COSTO TOTAL	TIPO DE PISO COSTO TOTAL	COSTO TOTAL P/VIVIENDA
6.- Ladrillo de Obra  6,377.20	  1,398.85	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	  8,359.65  8,618.30
7.- Bloque hueco de con- creto.  6,624.90	Teja de barro s/ estru- tura de madera.  1,398.85	Mortero Cemento Arena 592.48  Ladrillo de cemento 843.85	  8,687.35  8,858.00

#### 4.4. SELECCION ENTRE COMPARACIONES DE COSTOS TOTALES Y SU RESPECTIVA DURABILIDAD

Determinar cual de las viviendas resultaría la más barata y con buena durabilidad tiene una serie de dificultades porque no todos los materiales se han utilizado en condiciones similares como podría ser fenómenos naturales, tipo de suelo, tiempo de construcción, etc. También el elegir una determinada vivienda por ser la de menos costo no indica que siempre será así porque ésta se idealiza considerando que los materiales se encuentran en el lugar o que su transporte no resulta demasiado caro.

Las paredes que resultan ser las más económicas son las de bloque hueco de pómez y paredes de bambú repelladas, obteniéndose una diferencia entre ambas de ₡ 170 colones.

Entre los tipos de cubierta, las más baratas resultaron ser la teja y la lámina galvanizada utilizando estructura de madera, limitándose al piso, el que resulta más económico como es el encementado. Uniendo lo anterior tenemos que:

El costo total de la vivienda con pared de bloque hueco de pómez, con techo de teja sobre estructura de madera y piso encementado costaría ₡ 6,630.90 y la vivienda con pared de bambú repellada con techo de teja sobre estructura de madera y piso encementado costaría ₡ 6,441.00

Considerando la durabilidad, tenemos que las viviendas que más tiempo han durado y su comportamiento es aceptable son las que han utilizado paredes de adobe, aportando una vida útil de funcionamiento aceptable de 14 años, paredes con bloques huecos de pómez con una vida útil de 15 años hasta el momento, pudiéndose ésta prolongar por encontrarse las viviendas en buen estado y, los paneles de suelo-cemento que hasta la fecha cuentan con 20 años de servicio y las viviendas no presentan daños considerables, por lo tanto esta también puede incrementar su vida considerablemente. De los tres tipos, la vivienda que resulta con ventajas es la de bloque de pómez por lo cual recomendamos como la más favorable para la implementación en los sectores de escasos recursos por aportar un buen tiempo de servicio en el cual los habitantes de éstas pueden hacerle mejoras para prolongar su existencia y por ser una vivienda con un proceso de construcción sencillo y barato.

Cabe mencionar que esta alternativa resulta ser la más favorable para una posible construcción en San Salvador, pero en otro departamento ésta podría variar dependiendo de si exista o no materia prima en el sector.

Se podría generar la pregunta de por que no se implementa la lámina de cemento-henequén siendo un material no tradicional, supuestamente de bajo costo en lugar de teja o la lámina galvanizada que son tradicionales, la razón está en que su costo no es adecuado al tipo de material te-

niéndose un ahorro en cubrir toda la vivienda de ₡ 22.00 colones en comparación con el fibrolit que es un material costoso, por lo tanto se empleará la teja como favorable.

Comparando la vivienda de bloque de pómez con aquellas en las que se utiliza materiales tradicionales (ladrillo de obra y bloque de concreto), se obtiene un ahorro de ₡ 2000.00, lo cual es una suma significativa y su diferencia en cuanto a la durabilidad se ve superado pero no en gran proporción, por lo cual, la vivienda resulta ser buena siempre y cuando se tengan bancos de pómez disponibles.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones planteadas en este trabajo están basadas en resultados de pruebas de laboratorio, observación de campo, análisis cuantitativo de costos, así como también en consultas a personas que participaron en la construcción y/o dirección de los proyectos abordados en el estudio.

Es importante mencionar que los resultados que se obtienen en cuanto al costo se han considerado tomando en cuenta que la materia (como tierra blanca, pómez, etc.) se tuvo que comprar, además se incluye en los costos, la mano de obra para hacer una comparación real con los materiales tradicionales. Estos materiales al ser implementados por autoconstrucción y al utilizar los bancos de material existentes en el lugar ofrecerán una mayor economía que la plasmada en este estudio.

#### LAMINA DE CEMENTO-HENEQUEN

##### CONCLUSIONES.

- 1.- La lámina de cemento henequén según las pruebas realizadas (flexión, absorción y permeabilidad) ofrecieron

resultados similares a los del diseño, así se tiene que:

- La resistencia obtenida en la prueba de flexión estática en los especímenes de prueba es de aproximadamente un 80% de la resistencia de diseño atribuible su disminución a los agrietamientos que éstos presentaban previo a los ensayos (ver cuadros No. 6 y 16).
  - La absorción de la lámina después de aproximadamente 4 años ha disminuido pasando de un valor de 15.24% obtenido en el diseño hasta un 10.92% al momento de efectuarle la prueba, lo que significa que la lámina con el transcurso del tiempo se vuelve más impermeable.
- 2.- Según las observaciones de campo realizadas la causa de falla en el techo de lámina de cemento henquén de las aulas provisionales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, se debió a la deformación excesiva de la estructura de madera soportando, lo que ocasionó agrietamientos en la rígida y frágil lámina.
- 3.- El ahorro de costo por metro cuadrado de techo ya instalado entre la lámina de cemento henquén y la lámina fibrolit, utilizando una misma estructura de soporte



es de 1.2% favorable al primero, lo cual no ofrece ventajas por considerarse éste un material no tradicional.

- 4.- Considerando la fragilidad y los resultados de laboratorio (ver cuadros Nos. 15 y 16) se puede decir que la vida útil de la lámina de cemento henequén es pequeña a la que presentan las láminas de asbesto cemento (25 - 30 años) ya que éstas poseen mejores resultados en cuanto a resistencia y absorción, además de ser antisísmica. En base a lo anterior se estima que la lámina puede durar de 10 a 15 años, estando sujeta dicha duración a eventos sísmicos considerables.

#### RECOMENDACIONES.

- 1.- Basándose en el análisis de costos para la producción de la lámina no se recomienda su elaboración cuando el número de unidades que se desee fabricar sea inferior a 750, pues el ahorro no es significativo sobre el fibrolit, ya que de suceder esto se reflejaría en el incremento de los costos, debido a gastos de equipo y mano de obra que inciden directamente en el valor de la lámina.
- 2.- Si se emplea la lámina de cemento henequén, se recomienda con la finalidad de evitar agrietamientos que

la estructura de soporte sea metálica o en el caso de utilizar madera reducir los espaciamientos mencionados en el apartado 2.1.3.1.

#### BLOQUE HUECO DE SUELO CEMENTO

#### CONCLUSIONES.-

- 1.- Los resultados obtenidos en el laboratorio para elementos sometidos a compresión comparados con los datos del diseño resultaron mayores, lo cual indica que la resistencia del material ha mejorado con el tiempo (ver cuadros Nos. 9, 10, 11 y 17).
- 2.- Comparando los datos obtenidos para los bloques con los que establece la norma ASTM C-90-85 para compresión (ver cuadro No. 17 y anexo No. 7.3) se aprecia que éstos son mayores a la resistencia mínima promedio que establece la norma, por lo cual, se deduce que los bloques son de buena calidad.
- 3.- La absorción que se obtuvo para los bloques es aceptable como puede contemplarse en el cuadro No. 18, después de ser comparados con bloques de concreto y suelo cemento del cuadro No. 19, teniendo en cuenta que la relación de cemento de los primeros es menor.

4.- La durabilidad de este material se plasma tanto en los resultados obtenidos así como en las observaciones hechas, teniéndose que la resistencia ha mejorado después de su fabricación, el deterioro de los bloques es ligeramente mayor a los de concreto por lo cual se determinó que el material es durable, éste implementado como se encuentra, se le estima una vida útil de 20 a 30 años. En cuanto a la comparación respecto a su valor se tienen que el ahorro de 8% por metro cuadrado, en relación al bloque de concreto resulta ser poco por ser éste un material no tradicional.

#### RECOMENDACIONES.-

- 1.- Se recomienda la implementación de este material para aquellos lugares donde existen abundantes depósitos de tierra blanca.
- 2.- Al elegir este tipo de material para la ejecución de viviendas se le pueden hacer mejoras como es proporcionarle repello a las paredes lo cual evitaría el desgaste por el uso y por la exposición a la intemperie, mejorándose con esto, la apariencia de la vivienda así como su vida útil.

## BLOQUE SOLIDO DE SUELO CEMENTO.

### CONCLUSIONES.-

- 1.- A pesar que los bloques carecen de control de calidad los resultados obtenidos en ensayos de compresión (según cuadros Nos. 22, 23 y 24) muestran que:
  - Para las edades de 3 y 12 años, los bloques cumplen los requisitos mínimos de resistencia para vivienda marginal, y aún más, cumplen los requisitos establecidos por la norma ASTM C-90-85 para bloques de concreto.
  - Para los bloques con edad de 1 mes, la resistencia no supera los requisitos mencionados anteriormente, sin embargo, los resultados muestran la cercanía respecto a los requisitos para vivienda marginal (25 kg/cm<sup>2</sup> para 7 días, 42 kg/cm<sup>2</sup> para 14 días y 50 kg/cm<sup>2</sup> para los 20 días).
  
- 2.- Según comparación de resultados de cortante en el bloque (ver cuadro No. 25) con los valores obtenidos en el estudio Materiales y Métodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural Parte I. (Ver cuadros Nos. 26, 27 y 28) concluimos que el material no posee una buena resistencia a la fuerza cortante, lo cual lo atribuimos a la mala granulometría que se pudo obser-

var en el material (por la predominancia de granos gruesos).

- 3.- Según comparación de resultados de absorción obtenidos (ver cuadro No. 29) con los resultados encontrados en el bloque hueco (ver cuadro No. 18) se puede apreciar que los bloques sólidos poseen una mayor absorción, atribuible a la falta de finos en el material.
- 4.- En la producción de los bloques no existe una dosificación específica por parte de la persona que ha implementado éste material, ya que en cada lote producido se cambian las relaciones volumétricas de cemento, tierra y cascajo.
- 5.- La durabilidad de este material se refleja sobre todo en el tiempo que tienen de estar contruídos los edificios, la exposición a la que ha sido sometida, así como a los movimientos sísmicos resistidos sin presentar daños, lo cual indica que el material es durable y confiable, agregándosele también las observaciones de campo, se estima que pueden durar alrededor de 35 a 40 años.
- 6.- La determinación del costo de este tipo de bloque se sale de los parámetros que se adoptaron para los de-

más, por lo cual, se obtuvo el costo de unidad producida siendo ésta de ¢ 0.90, lo cual en comparación con el ladrillo de obra se obtiene un incremento de 38% por unidad.

Se compara únicamente con éste material por sus dimensiones y su forma de empleo similares.

#### RECOMENDACIONES.

- 1.- Para un futuro trabajo de investigación se propone analizar estructuralmente los edificios de suelo cemento, para poder determinar en que radica su buen comportamiento demostrado a la fecha.
- 2.- Implementar la técnica de uso del suelo cemento reforzado en columnas, nervios y soleras para viviendas de un nivel.
- 3.- Se debe mejorar las propiedades mecánicas y de absorción del bloque a través de un diseño de mezcla utilizando la misma materia prima (cemento, tierra blanca y cascajo).

## BLOQUE DE CONCRETO LIGERO DE POMEZ

### CONCLUSIONES.

- 1.- Como puede comprobarse en los cuadros Nos. 28, 29 y 30, el diseño de mezcla utilizado en el bloque hueco de pómez da resultados aceptables de resistencia y absorción en el concreto endurecido.
- 2.- Las fallas que presentan las viviendas de bloque hueco de pómez como separación de paredes en esquinas y agrietamiento en cargaderos de puertas y ventanas, con producto de deficiencias constructivas.
- 3.- Las condiciones del suelo de cimentación donde se localizan las viviendas de bloque hueco de pómez son deficientes puesto que presenta baja resistencia y altos contenidos de humedad (ver cuadros Nos. 30 y 31 de anexo No. 4), sin embargo, la influencia sobre las viviendas no es notoria y puede decirse que no ha tenido intervención, ya que la carga que las casas transmiten al suelo es mínima, y además el nivel de desplante está bastante superficial.
- 4.- Los bloques huecos de pómez se encuentran en buenas condiciones mecánicas como físicas después de estar im

plementados más de 15 años, lo cual indica que el material es durabale, según lo que se constató, el material puede durar de 25 a 30 años en estas condiciones por otra parte, el costo de este material resulta ser uno de los más económicos entre los no tradicionales, obteniéndose hasta el 30% de ahorro por metro cuadrado al compararlo con bloques de concreto.

#### RECOMENDACIONES.

- 1.- Difundir ampliamente la utilización de pómez hacia proyectos habitacionales que se localicen donde hay bancos de material con miras a beneficiar a personas de bajos recursos económicos, ya que sus propiedades mecánicas son buenas, además de ser un material de bajo costo.
- 2.- Utilizar mejores técnicas constructivas a las empleadas en las viviendas de pómez que se presentan en éste estudio, por ejemplo uso de cuatrapeo en esquinas, reforzamiento con acero en cargaderos, impermeabilizar las paredes, etc.



## PANELES DE SUELO CEMENTO



### CONCLUSIONES.

- 1.- El transporte y colocación de los paneles presenta dificultades por su peso, produciendo en algunos de ellos agrietamientos, también son causantes de éstos, los deslizamientos que ha sufrido el talud, no obstante las condiciones para ser habitadas son buenas.
- 2.- Los paneles de suelo cemento en comparación con el costo de los otros materiales no tradicionales no ofrece ventaja, pero al compararlo con los tradicionales sí, pues el costo por metro cuadrado de pared es menor un 14% en relación al bloque de concreto y de 10.71% respecto al ladrillo de barro cocido.
- 3.- La durabilidad estimada de este tipo de material está limitada al tiempo que tiene de construida la vivienda, las observaciones de campo efectuadas así como el ataque de los agentes naturales, determinándose que ésta ha respondido satisfactoriamente por lo cual se concluye que éstas unidades pueden tener una vida útil de 30 a 40 años.

## RECOMENDACIONES.

- 1.- Modificar ligeramente el diseño que presentan las viviendas, adicionándoles nervios en las esquinas para que éstas posean mayor rigidez y evitar que en las intersecciones de paredes se produzcan separaciones.
- 2.- Implementar el sistema constructivo a base de paneles en proyectos habitacionales de personas de bajos recursos económicos, ya que su utilización resulta factible en términos de duración y costo.
- 3.- No cimentar sobre áreas de protección en terrenos que se encuentren cercanos a quebradas.

## ADOBE ESTABILIZADO

### CONCLUSIONES.

- 1.- Las viviendas construidas con adobe estabilizado a la fecha, ya no presentan condiciones aceptables de seguridad para ser habitadas, ya que es apreciable el daño ocasionado por agrietamiento debido a las malas condiciones del suelo (suelo altamente plástico con elevados contenidos de humedad) y al desgaste producto del intemperismo y uso (ver fotos No.s 11 y 12).
- 2.- El costo de este material presenta un ahorro del 25% por metro cuadrado de pared siendo comparado con el bloque de concreto y de 22% en relación al ladrillo de barro cocido.
- 3.- La durabilidad de este material en condiciones desfavorables de suelo y sin reparaciones se estima en 14 años expandible a 35 años con reparaciones y algunos cambios que se recomiendan más adelante en cuanto al diseño actual que poseen las viviendas.

## RECOMENDACIONES.

- 1.- Si se pretende la construcción de casas de adobe similares a la que se presenta en este estudio es conveniente utilizar una solera de fundación de concreto armado para contrarrestar los esfuerzos que inducen las contracciones y expansiones del suelo a fin de prolongar la vida de las mismas.
- 2.- Para mejorar la vida útil de las viviendas de adobe es conveniente proporcionarle repello a las paredes para impermeabilizarlas a fin de protegerlas de las condiciones de uso y exposición a la intemperie.

## CASA DE BAMBU

### CONCLUSIONES.

- 1.- La adherencia entre el mortero del repello y la estera de bambú, no es muy buena, ya que se pudo observar desprendimiento de material en algunos puntos de las esquinas de las paredes de la vivienda experimental.
- 2.- Las cañas de bambú que se han utilizado como columnas expuestas directamente a la intemperie, no presentan daños ocasionados por insectos o humedad, producto del curado con aceite quemado dado a las cañas.
- 3.- Entre todas las alternativas no tradicionales, el bambú es la solución más económica, obteniéndose un ahorro de 32.4% respecto al costo de un metro cuadrado de pared de bloque de concreto y de 29.77% referido al ladrillo de barro cocido.
- 4.- Respecto a la durabilidad de la vivienda de bambú no se cuenta con parámetros suficientes que puedan ayudar a cuantificar la vida útil de las mismas, sin embargo, considerando las observaciones de campo, el aspecto que éstos presentan después de dos años de construi-

das, la experiencia que se tiene en otros países con implementaciones similares, y la utilización que se le ha dado al material sin tratar se le estima una vida de 20 años.

#### RECOMENDACIONES.

- 1.- Darle una mayor separación a la esterilla con el objeto de mejorar la adherencia entre mortero y bambú con lo que también se conseguiría un ahorro de mortero y bambú y, consecuentemente de dinero.
- 2.- Se recomienda a las instituciones públicas y privadas que se relacionan con el sector vivienda fomentar en mayor escala el cultivo del bambú, así como promover y enseñar las técnicas de construcción con el objeto de una utilización masiva en un futuro próximo.
- 3.- No se recomienda una implementación inmediata de éste material, pues actualmente no existen abundantes reservas de bambú.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguirre Serpas, Victor Manuel. "Estudio Experimental sobre Concreto Ligero de Piedra Pómez" (Banco La Periquera).  
Tesis: U.E.S. Esc. de Ing. Civil. Junio 1978.
- 2.- Avila Rodríguez, Luis Alonso. "El Problema de la Vivienda en El Salvador y las Leyes, Normas y Reglamentos como Limitantes en su Resolución".  
Tesis: U.E.S. Esc. de Ing. Química. 1989.
- 3.- Barrera Méndez, Walter Milton. "Evaluación del Deterioro de la Lámina de Fibra Henequén-Cemento y de las Alternativas de Tratamiento".
- 4.- Berganza Estrada, Roberto Otoniel. "Materiales y Métodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural". Parte II.  
Tesis: U.E.S. Esc. de Ing. Civil. Febrero de 1987.
- 5.- Calderón Calderón, Gustavo Alejandro. "Materiales y Métodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural". Parte III.  
Tesis: U.E.S. Esc. de Ing. Civil, 1988.

- 6.- Castro, Cornejo, José Zoilo. "Estudio de Factibilidad y Diseño de Láminas de Cemento-Henequén" Parte II. Tesis: U.E.S. Esc. de Ing. Civil. Julio de 1987.
- 7.- Méndez Raymundo, Cirilo. "Materiales y Métodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural" Parte I. Tesis: U.E.S. Esc. Ing. Civil. Julio de 1986.
- 8.- Rico Peña, Glina Zulema. "Diseño de Módulos de Entrenamiento y Organización de Unidades Productivas de Materiales No Tradicionales para la Vivienda Marginal y Rural". Tesis: U.E.S. Esc. de Ing. Civil. Septiembre de 1989.
- 9.- Documentos de Estudio. FUNDASAL. Volumen I. Número 3-4. Julio-Diciembre 1988.
- 10.- Documentos de Estudio. FUNDASAL. Volumen II. Números 2-3. Abril-Septiembre 1989.



11.- Perfil del Proyecto.

Construcción de Vivienda Popular en Areas Urbanas  
y Rural. San Salvador, Junio de 1990.

F.N.V., VMVDU.

12.- Boletín Informativo. CASALCO.

Septiembre de 1991.

13.- Boletín Informativo. CASALCO.

Marzo de 1990.

14.- Utilización del Bambú y la Caña en la Construcción.

Naciones Unidas.

15.- Plan Nacional de Vivienda. 1990 - 1994.

VMVDU, M.O.P.

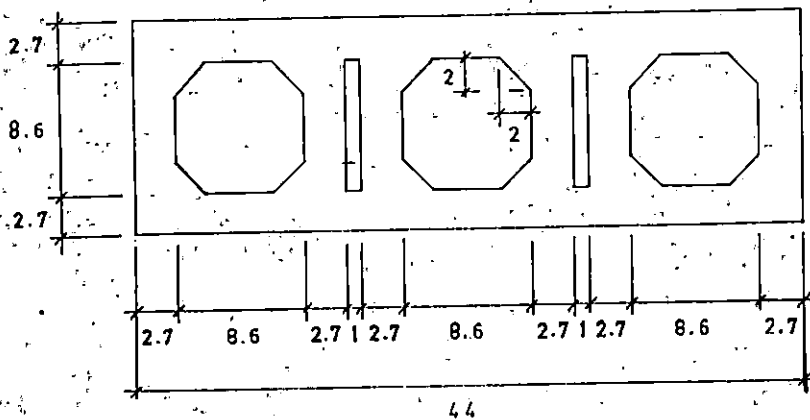
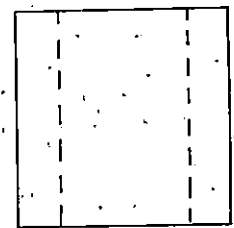
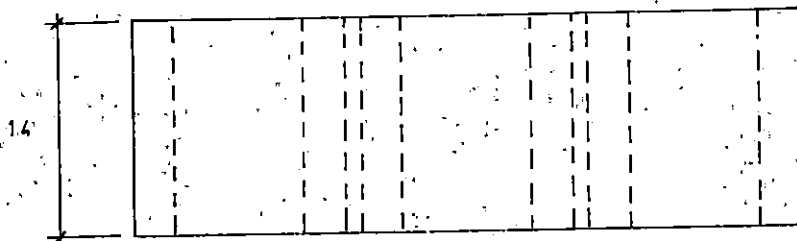
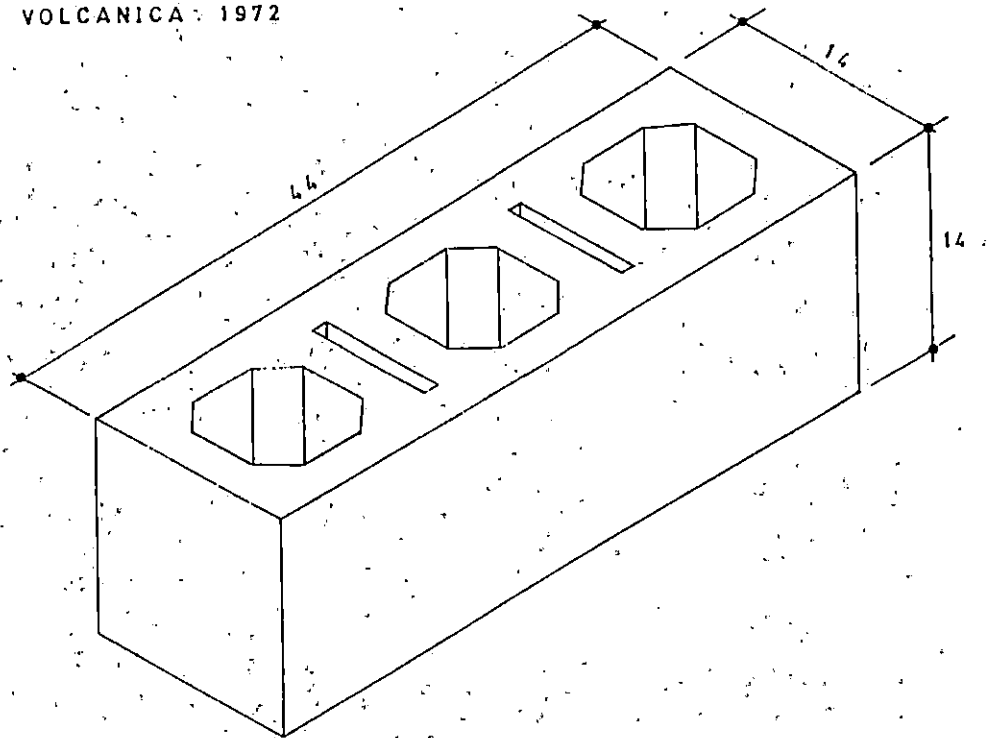
El Salvador, Centro América.

ANEXOS

ANEXO No. 1.

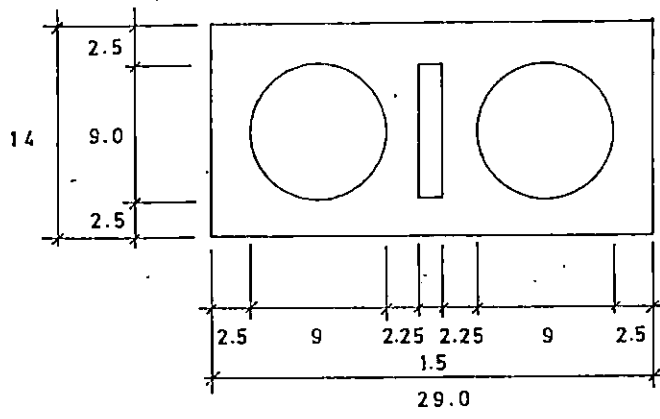
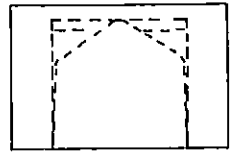
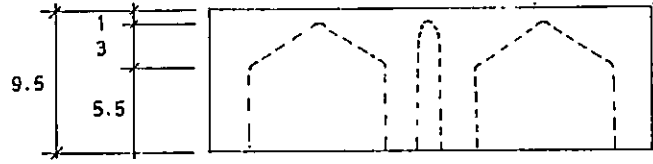
Evolución del Bloque de Suelo-Cemento, en la Facultad  
de Ing. y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

BLOQUE DE SUELO CEMENTO TIPO CAPS  
 TESIS: SUELO CEMENTO DE CENIZA  
 VOLCANICA 1972



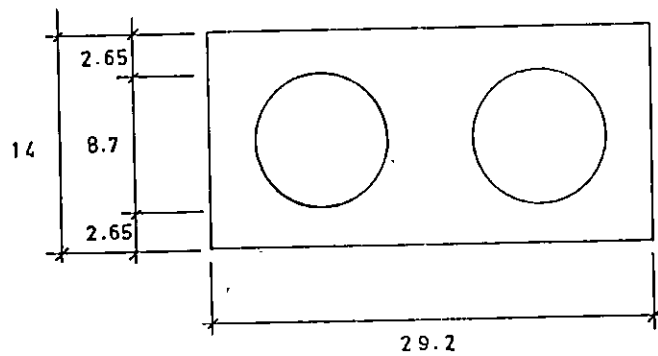
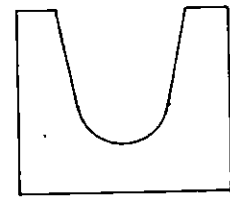
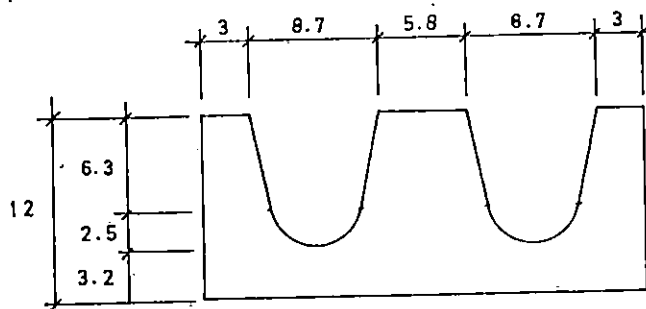
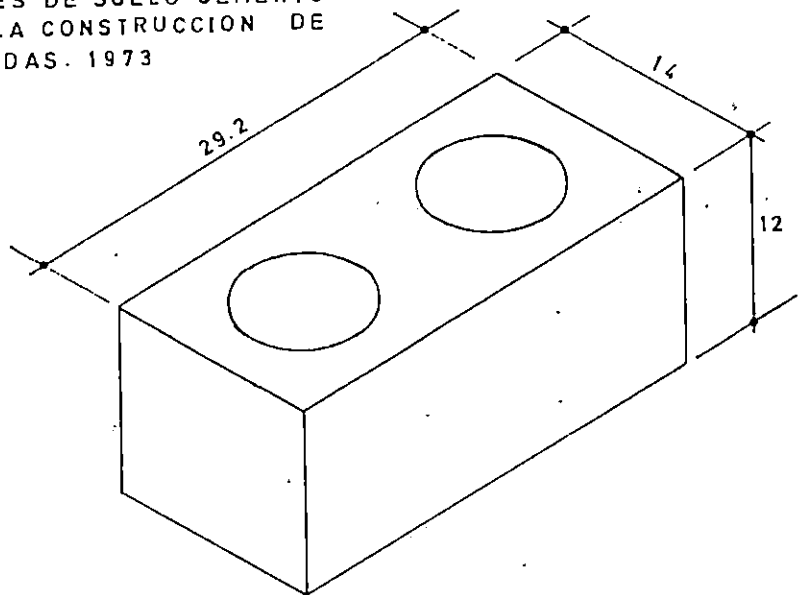
COTAS EN CM.

BLOQUE DE SUELO CEMENTO TIPO CINVA RAM  
TESIS: SUELO CEMENTO DE CENIZA VOLCANICA. 1972



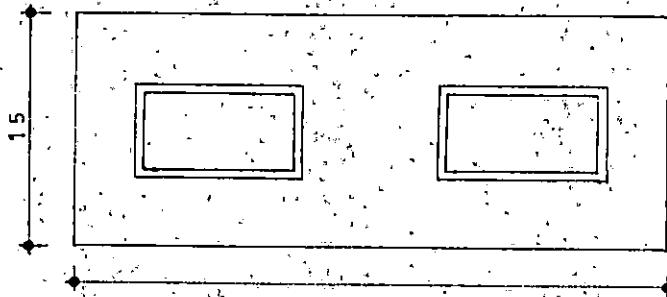
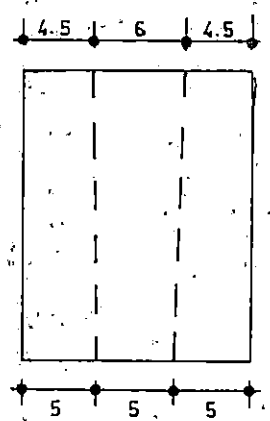
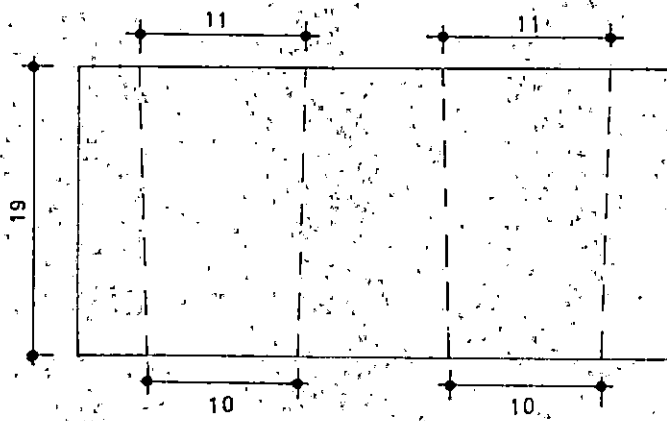
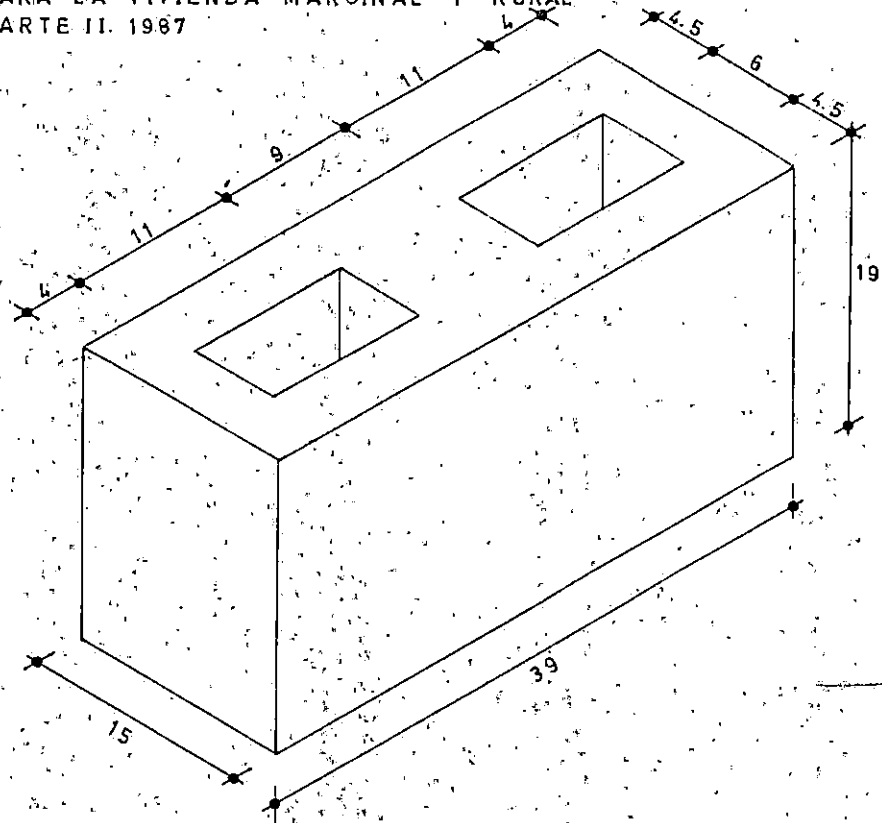
COTAS EN CM.

BLOQUE DE SUELO CEMENTO  
TESIS : BLOQUES DE SUELO CEMENTO  
PARA LA CONSTRUCCION DE  
VIVIENDAS. 1973



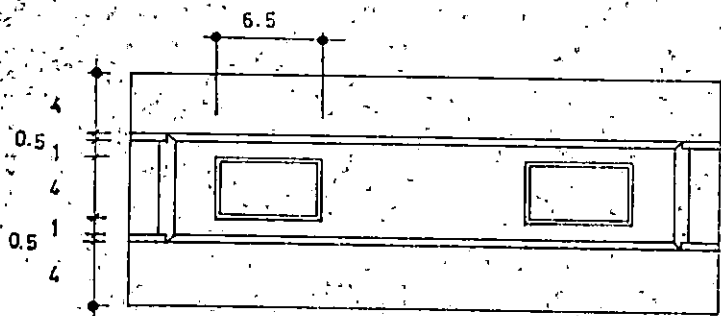
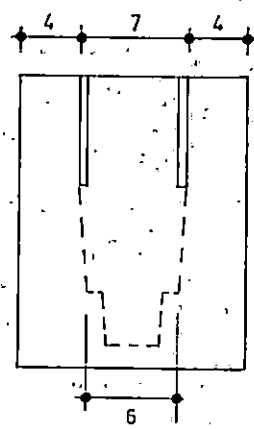
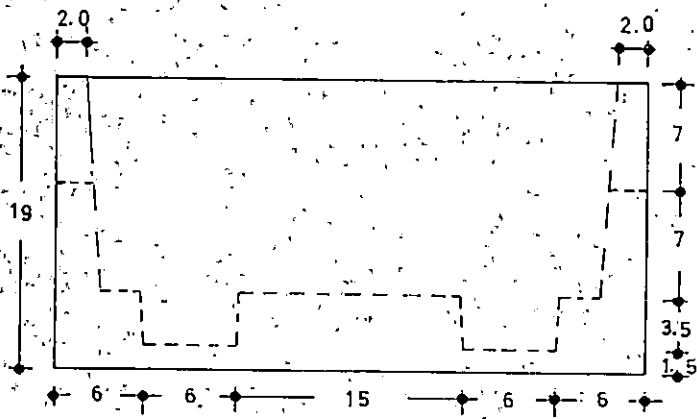
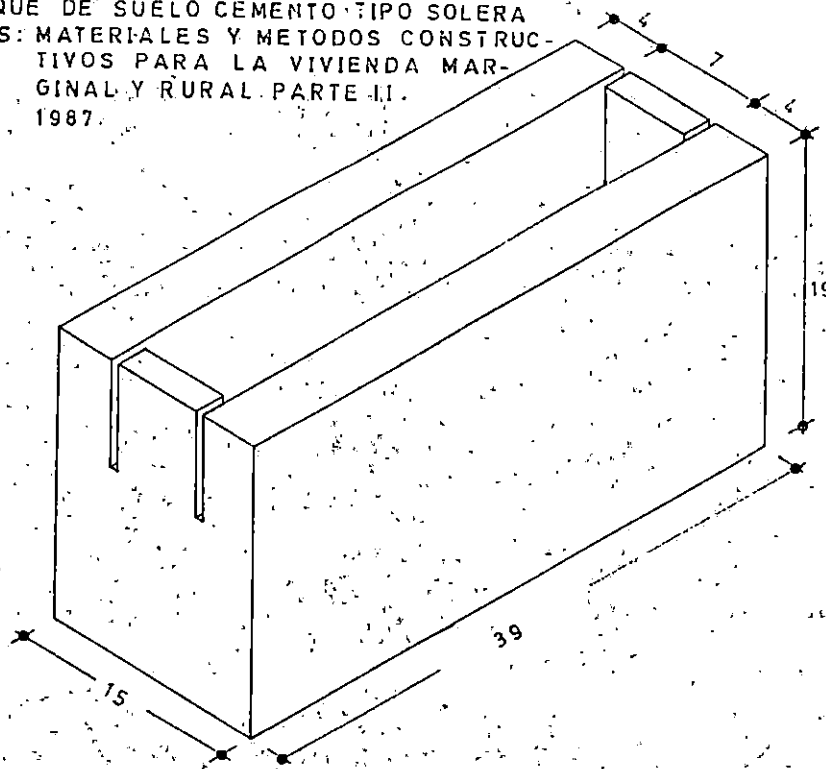
COTAS EN CM.

BLOQUE DE SUELO CEMENTO TIPO PARED  
 TESIS: MATERIALES Y METODOS CONSTRUCTIVOS  
 PARA LA VIVIENDA MARGINAL Y RURAL  
 PARTE II. 1987



COTAS EN CM.

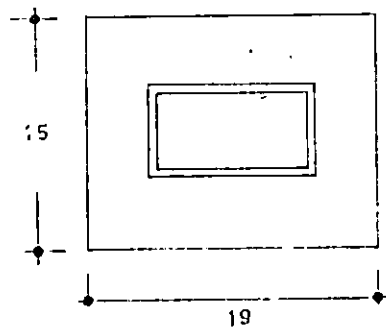
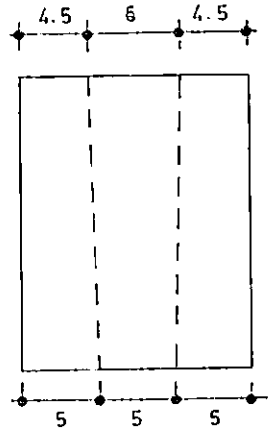
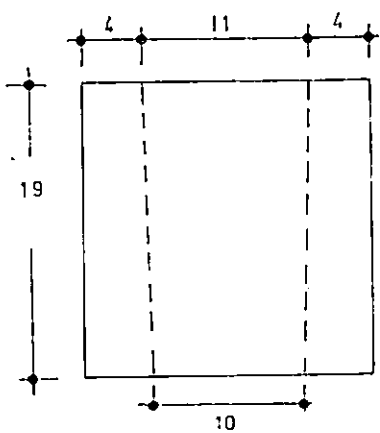
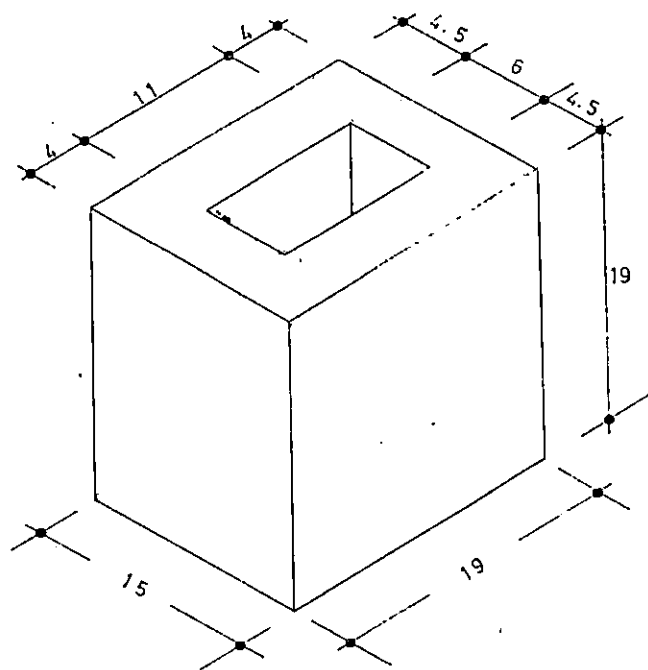
BLOQUE DE SUELO CEMENTO TIPO SOLERA  
 TESIS: MATERIALES Y METODOS CONSTRUCTIVOS PARA LA VIVIENDA MARGINAL Y RURAL. PARTE II.  
 1987.



COTAS EN CM.



BLOQUE SUELO CEMENTO TIPO MEDIO BLOQUE  
TESIS MATERIALES Y METODOS CONSTRUCTIVOS  
PARA LA VIVIENDA MARGINAL Y RURAL  
PARTE II. 1987.



COTAS EN CM.

ANEXO No. 2.

Bloque de Suelo-Cemento.

2.1. Bloque Hueco de Suelo-Cemento.

2.1.1. Diseño de bloque utilizado { 2.1.1.a y  
2.1.1.b}

2.1.2. Fotografías.

2.1.3. Planta Arquitectónica, cortes y algunos  
detalles de la vivienda utilizada.

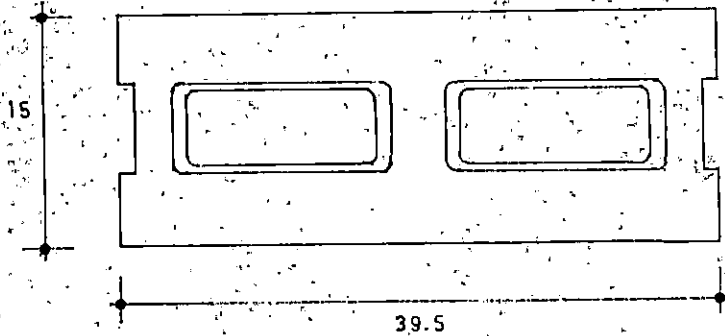
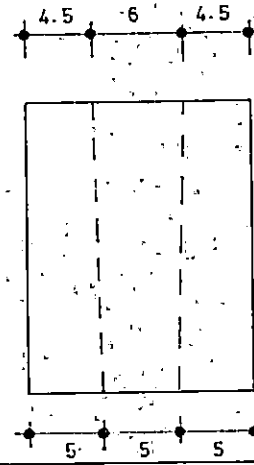
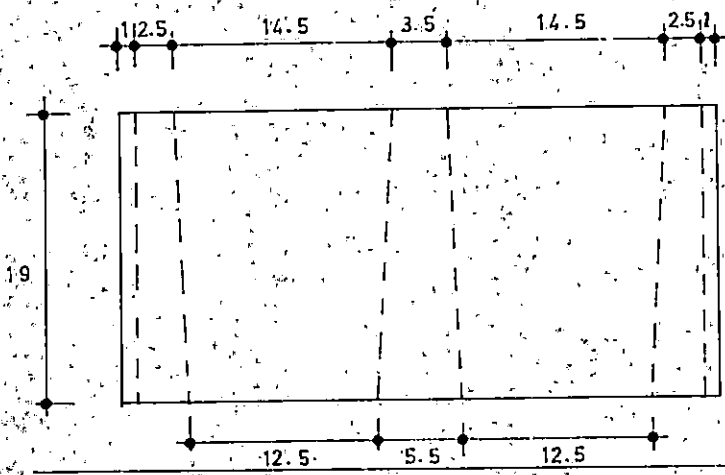
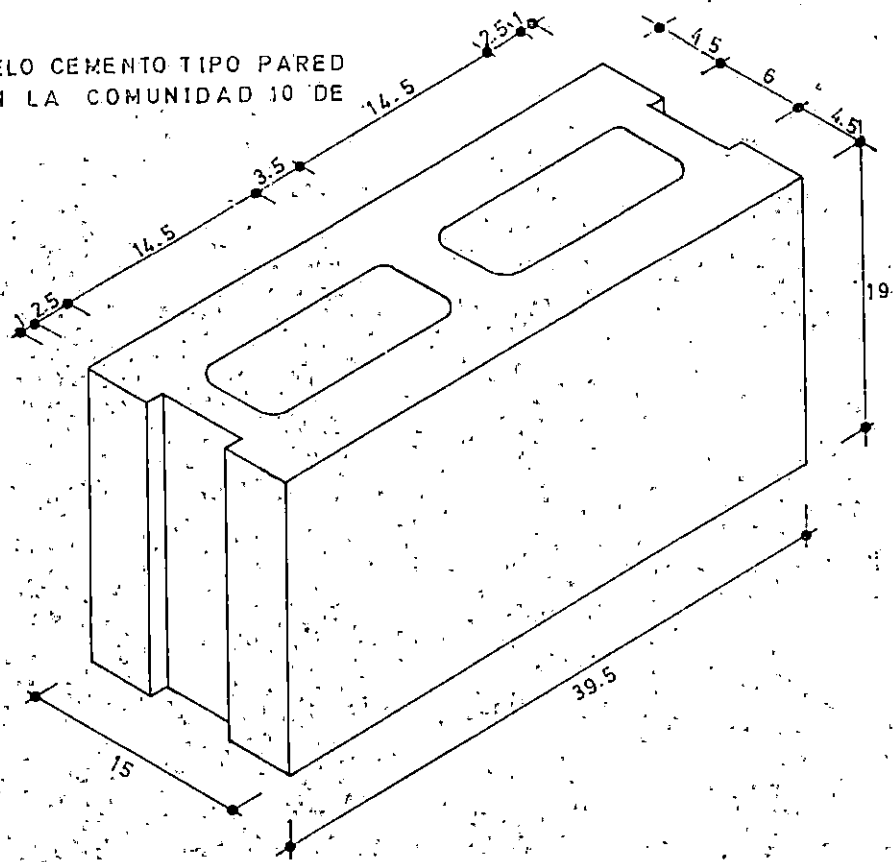
2.2. Bloque Sólido de Suelo-Cemento.

2.2.1. Fotografías.

2.2.2. Cuadros sobre resultados de campo y  
laboratorio de penetraciones (SPT).

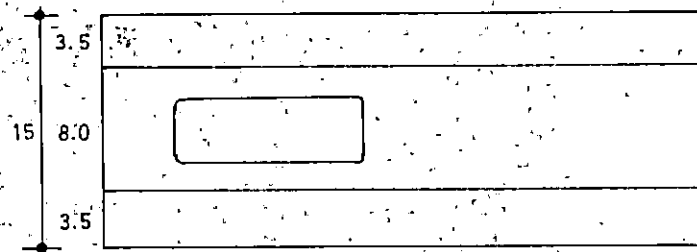
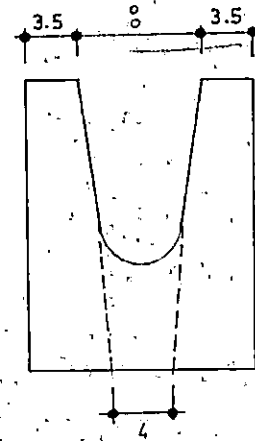
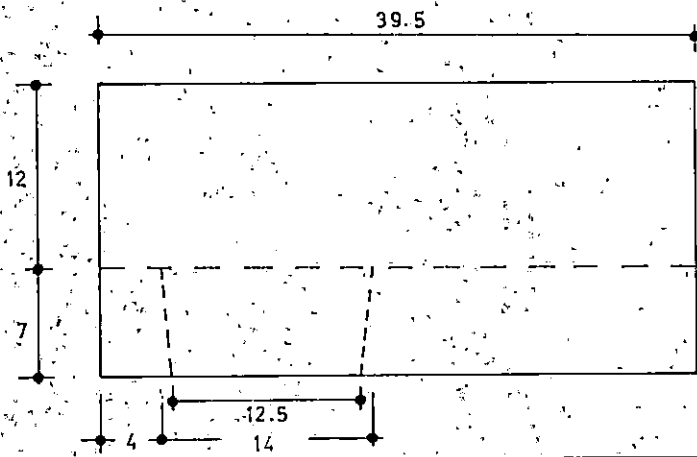
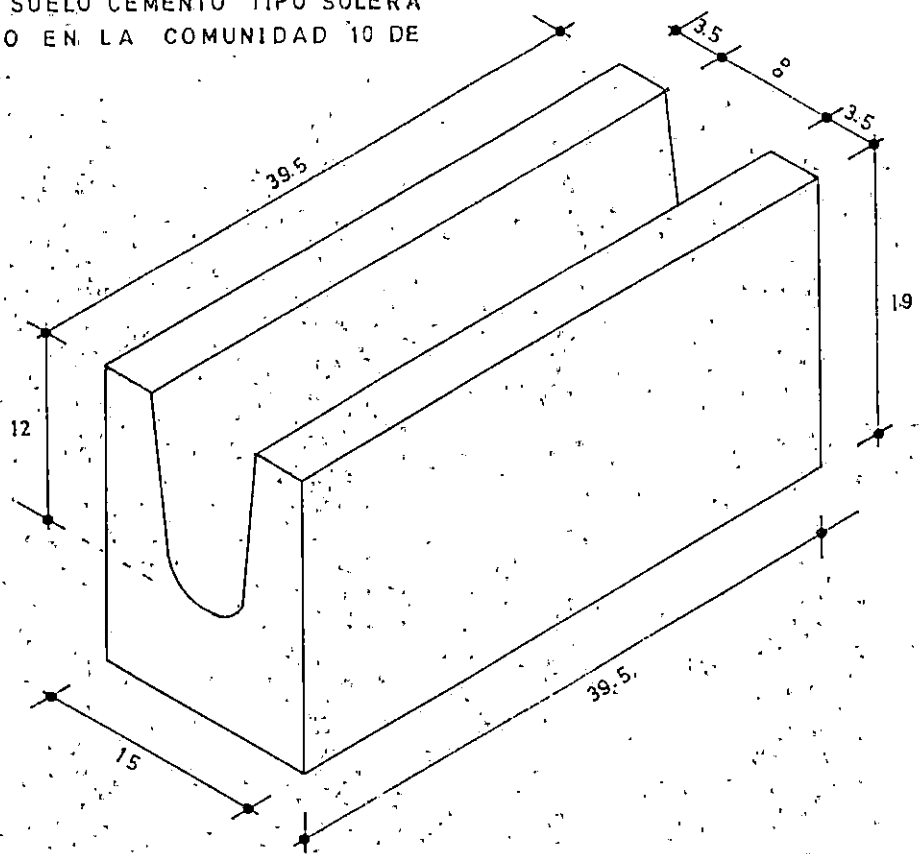
BLOQUE DE SUELO CEMENTO TIPO PARED  
 UTILIZADO EN LA COMUNIDAD 10 DE  
 ABRIL.

ANEXO 2.1.1.a.



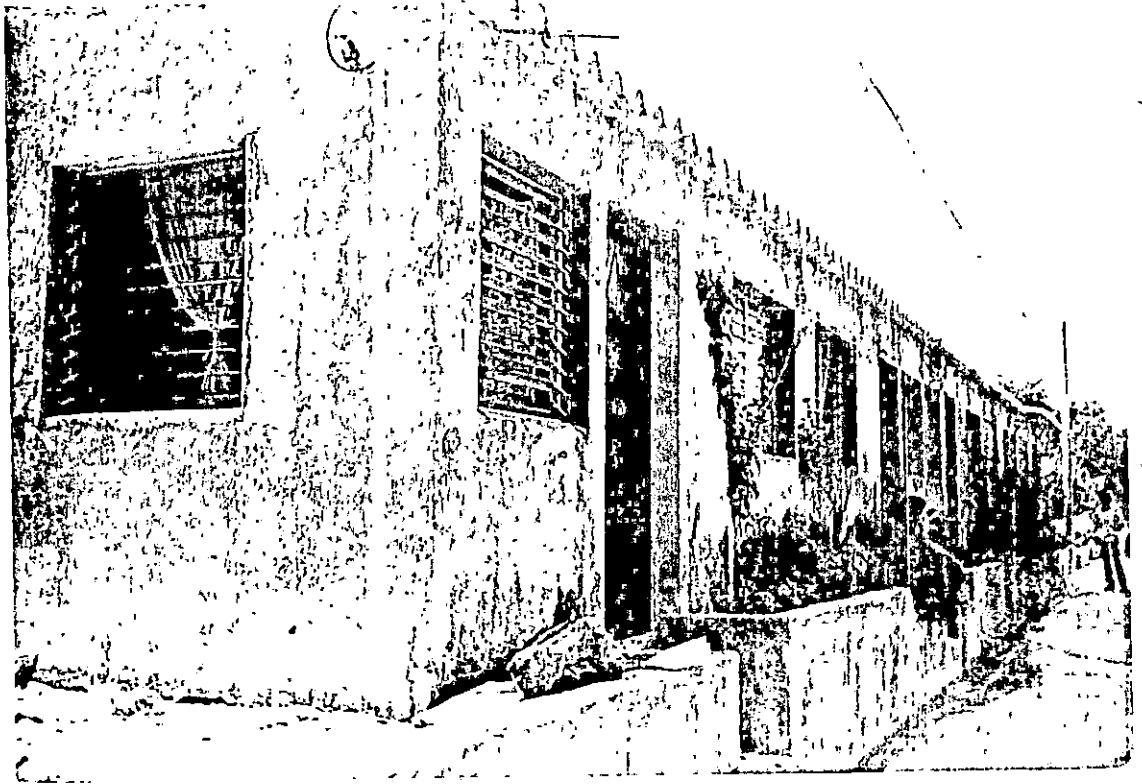
COTAS EN CM.

BLOQUE DE SUELO CEMENTO TIPO SOLERA  
 UTILIZADO EN LA COMUNIDAD 10 DE  
 DE ABRIL.

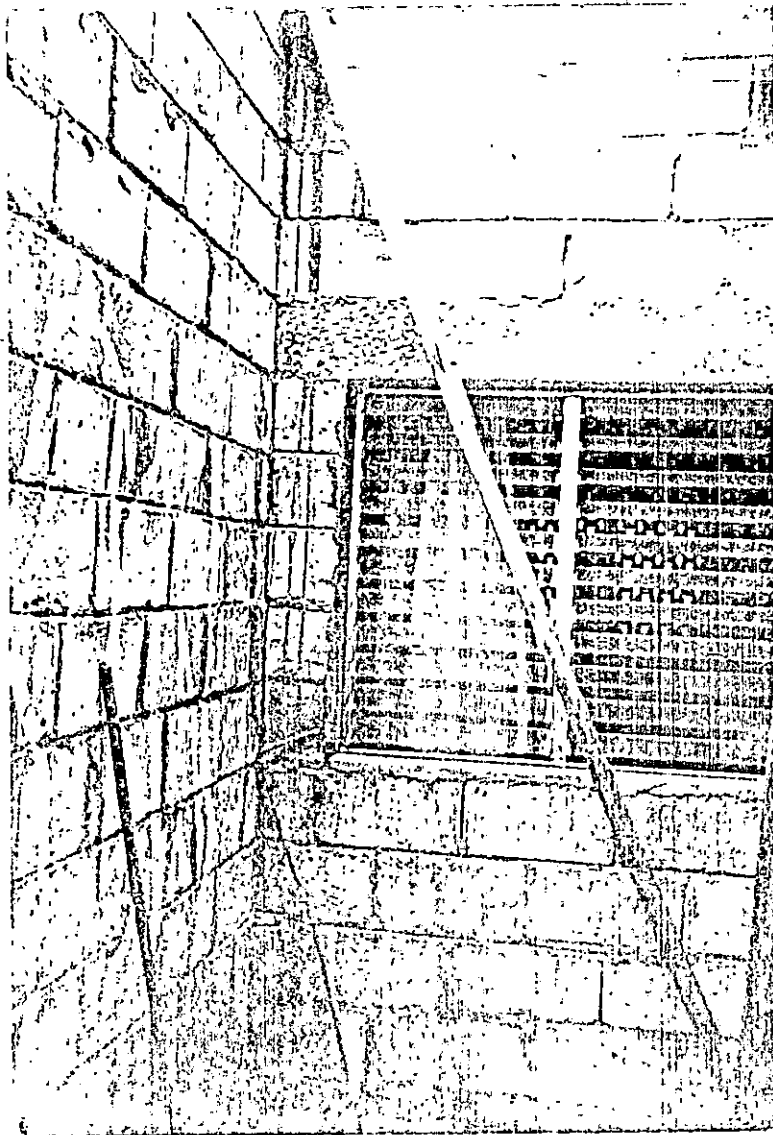


COTAS EN CM.

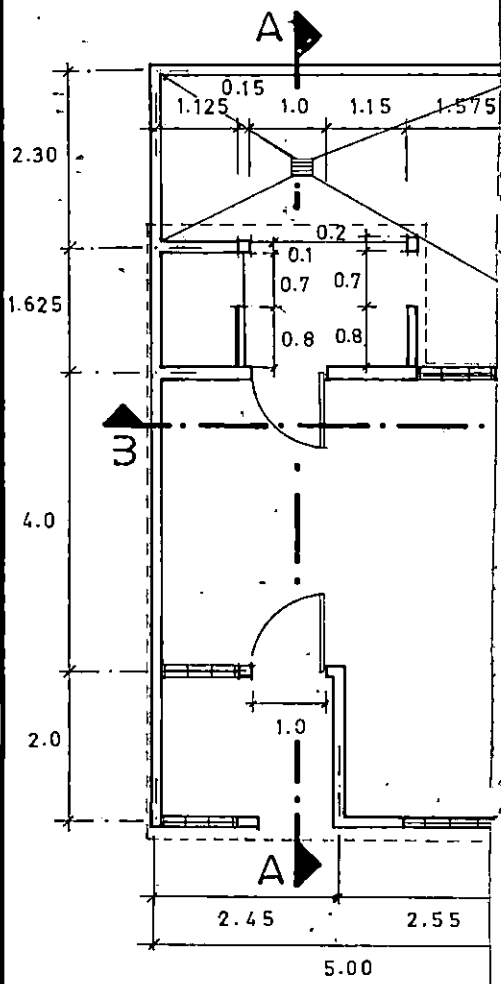
ANEXO No. 2.1.2.



fotografía No. 1: Aspecto que presentan actualmente las viviendas construidas con bloques de suelo cemento en la comunidad 10 de Abril. Como puede observarse todas las viviendas han sido repelladas exteriormente lo que impide hacer una buena evaluación del material.



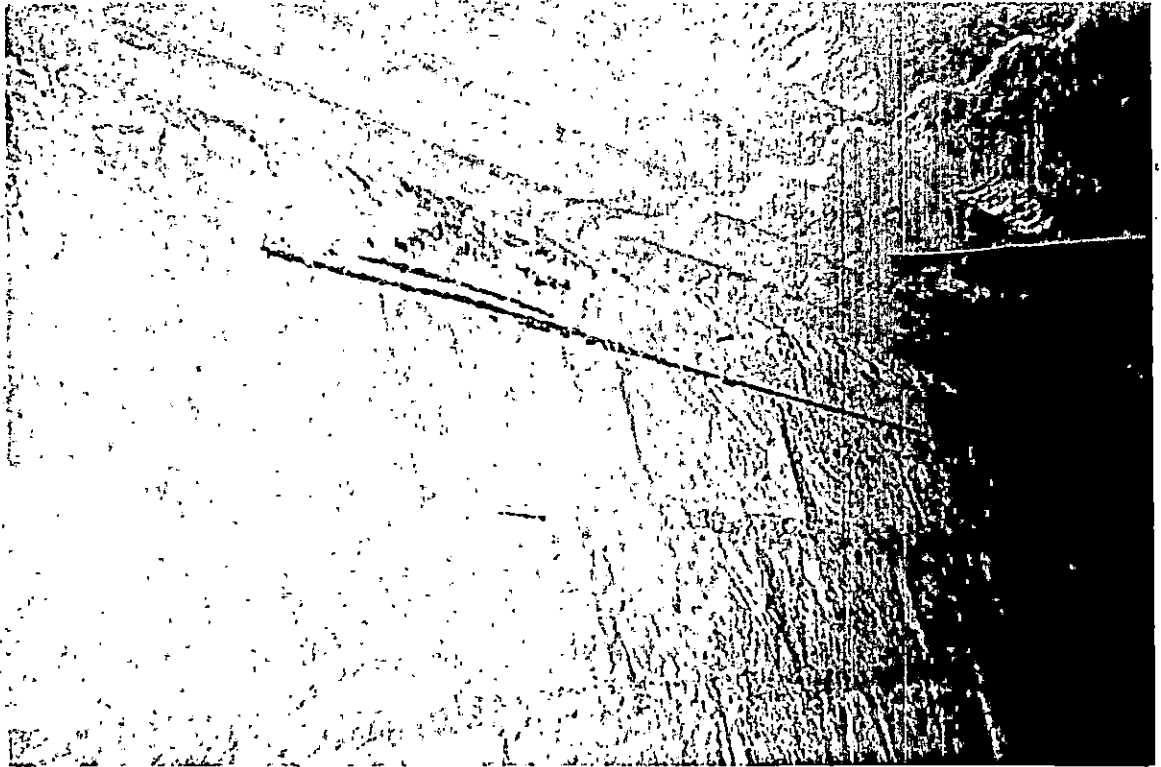
fotografía No. 2: Aspecto de las paredes interiores sin repello, que se encuentran en la parte posterior de las viviendas, en donde puede visualizarse pegado deficiente de bloques.



PLANTA ARQUITEC  
Esc. 1:100

CASA

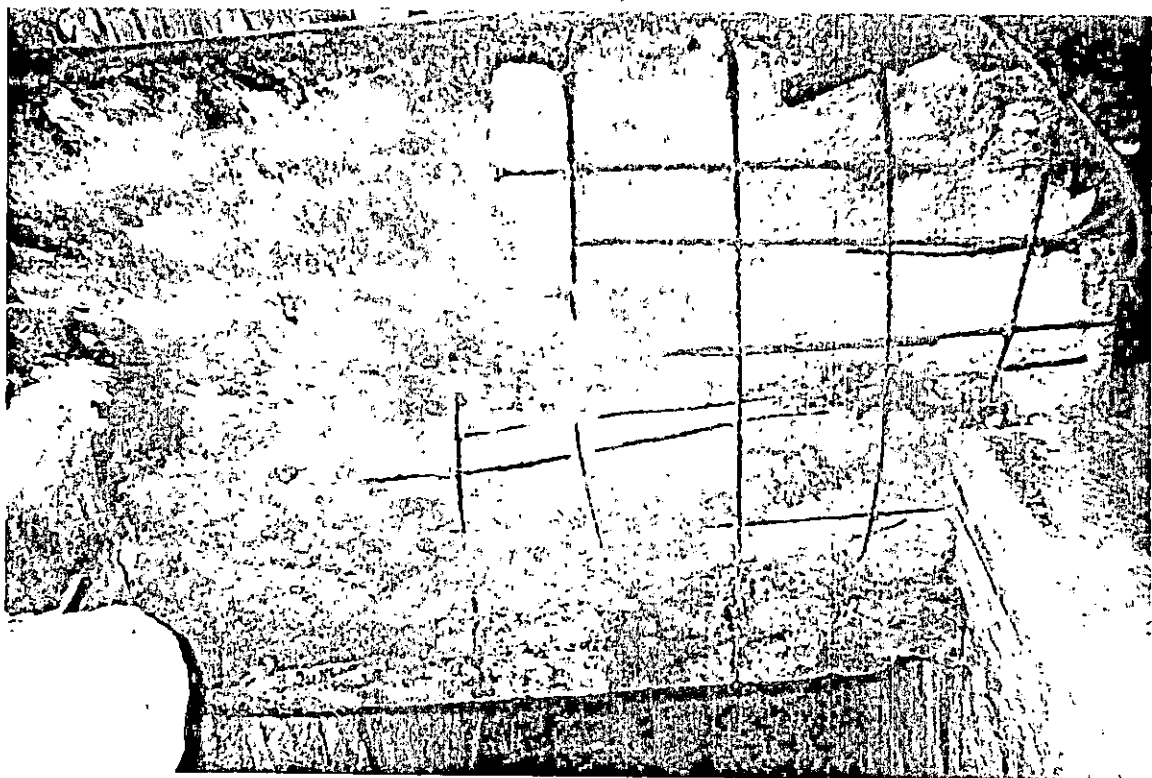
ANEXO No. 2.2.1.



FOTOGRAFIA No. 3

Obsérvese la exposición del refuerzo por causa de no tener un recubrimiento adecuado.





FOTOGRAFIA No. 4

Se observa la corrosión del refuerzo, además se puede apreciar el descubrimiento y la distribución no uniforme del refuerzo.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Edificios de ladrillos de suelo-cemento      ESTRUCTURA: \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION: Col. El Paraiso San Salvador.      SONDEO No. 1 ELEV. BROCAL: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 14/5/92      REGISTRO: 1 OPERADOR: \_\_\_\_\_  
 HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion Estandar      PESO GOLPEADOR: 140 lb.  
 HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida      PESO BARRETON: \_\_\_\_\_

PROF. EN MTS.	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERACION. CH	CLASIFICACION:	SIMBOLOGIA
	20 CR	15 CR	15 CR	"N"				
0.0							Arena limosa pomitica: + 80 % arena, no plastica, color cafe claro	SM
0.5	8	6	9	15	28.0	28.0	Arena limosa con pomez: + 60 % arena, no plastica color cafe claro	SM
1.0	17	13	18	31	23.7	38.0	Arcilla arenosa : 25 % arena de media	SM
1.5	26	22	25	47	23.7	38.0	Igual anterior	SM
2.0	30	20	26	46	23.8	38.0	Igual anterior	SM
2.5	30	20	22	42	18.9	47.0	Igual anterior	SM
3.0	38	12	14	26	16.6	31.0	Arena sucia pomitica	SP
							W max = 28.0 %	
							W min = 16.6 %	
							W prom = 22.5 %	

CUADRO NO. 21

**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"**

OBRA: Edificios de ladrillos de suelo-cemento ESTRUCTURA: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: Col. El Paraiso San Salvador. SONDEO No. 2 ELEV. BROCAL: \_\_\_\_\_

FECHA: 14/5/92 REGISTRO: 1 OPERADOR: \_\_\_\_\_

HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion Estandar PESO GOLPEADOR: 140 lb.

HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida PESO BARRETON: \_\_\_\_\_

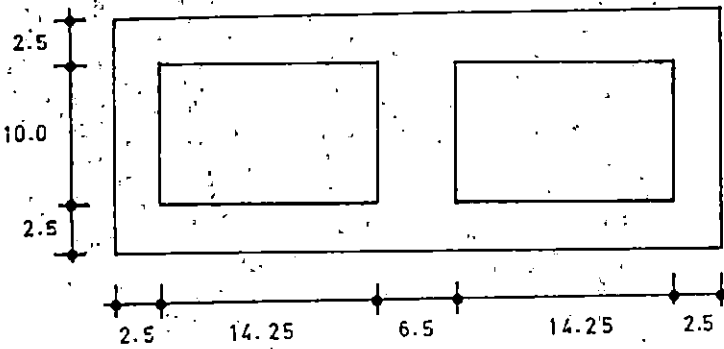
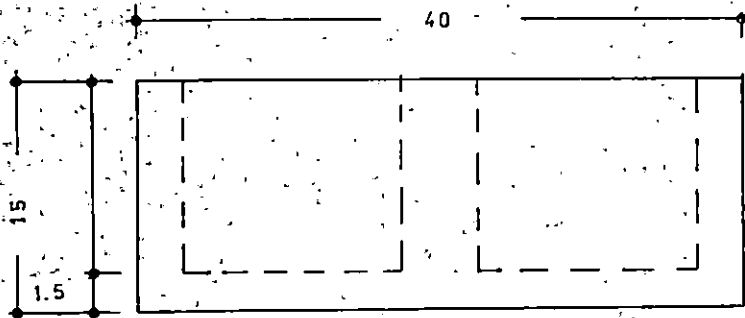
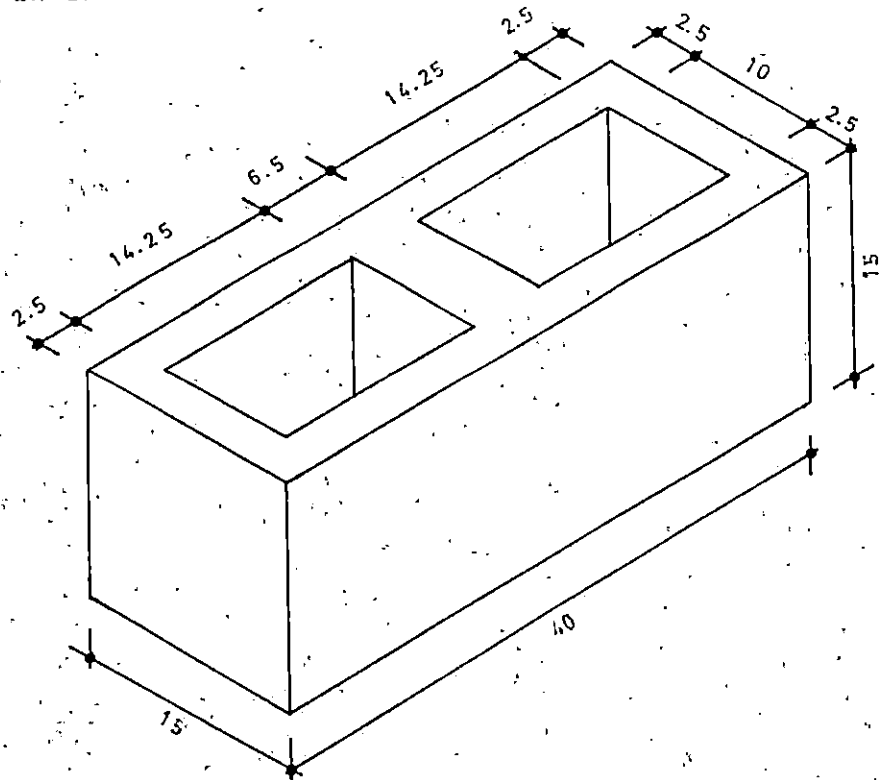
PROF. EN MTS	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERACION. CM	CLASIFICACION:	SIMBOLOGIA
	20 CM	15 CM	15 CM	"N"				
0.0							Arena limosa pomitica: + 90 % arena, no plastica, color cafe claro	SM
	6	7	14	21	25.5	33.0		
0.5							Igual anterior	SM
	23	14	13	27	25.3	33.0		
1.0							Arena sucia pomitica.	SP
	17	16	21	37	17.1	42.0		
1.5							Limo arenoso + 40% arena, no plastico, color cafe claro.	ML
	20	9	13	22	21.2	33.0		
2.0							Igual anterior	ML
	25	15	15	30	27.1	34.0		
2.5							Igual anterior	ML
	22	18	16	34	27.8	45.0		
3.0							Igual anterior	ML
	20	12	13	25	27.8	34.0		
3.5							Igual anterior	ML
	21	15	15	30	33.2	36		
4.0							H max = 33.2 %	
							H min = 17.1 %	
							H prom = 25.6 %	

ANEXO No. 3.

Bloque de Concreto ligero de pómez.

- 3.1. Diseño de bloque utilizado " 3.1.a. bloque tipo semi-hueco, y 3.2.b. bloque tipo solera }
- 3.2. Fotografías.
- 3.3. Cuadros sobre resultados de campo y laboratorio de penetraciones (SPT).
- 3.4. Planta Arquitectónica, cortes y algunos detalles de la vivienda analizada.

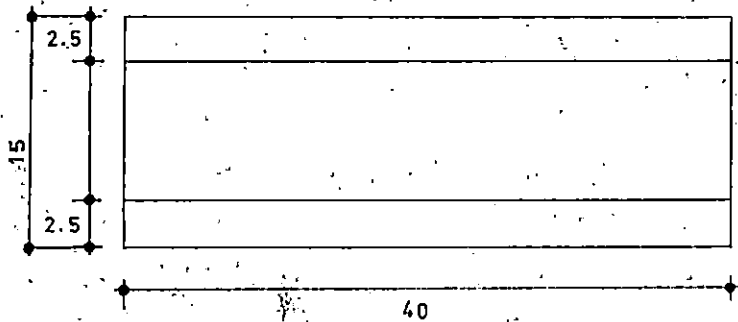
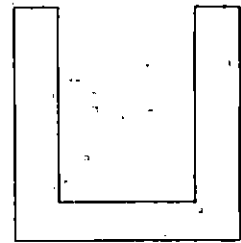
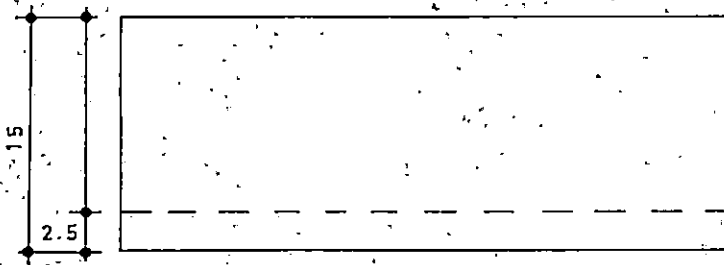
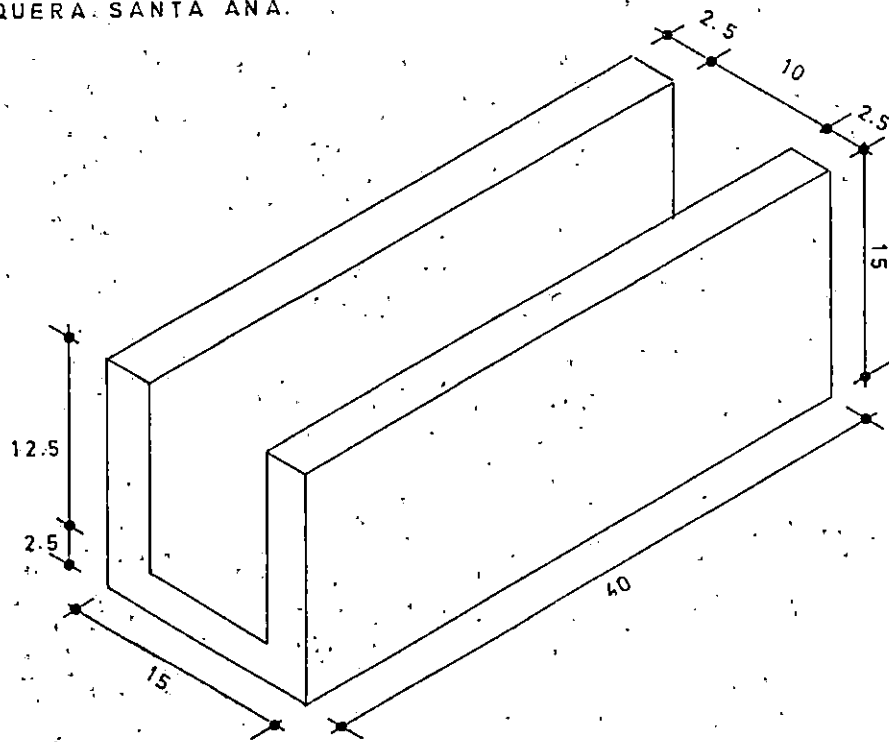
BLOQUE DE POMEZ TIPO SEMI-HUECO  
UTILIZADO EN LA COLONIA LA PERI-  
QUERA.



COTAS EN CM.

BLOQUE DE POMEZ TIPO SOLERA  
UTILIZADO EN LA COLONIA LA  
PERIQUERA SANTA ANA.

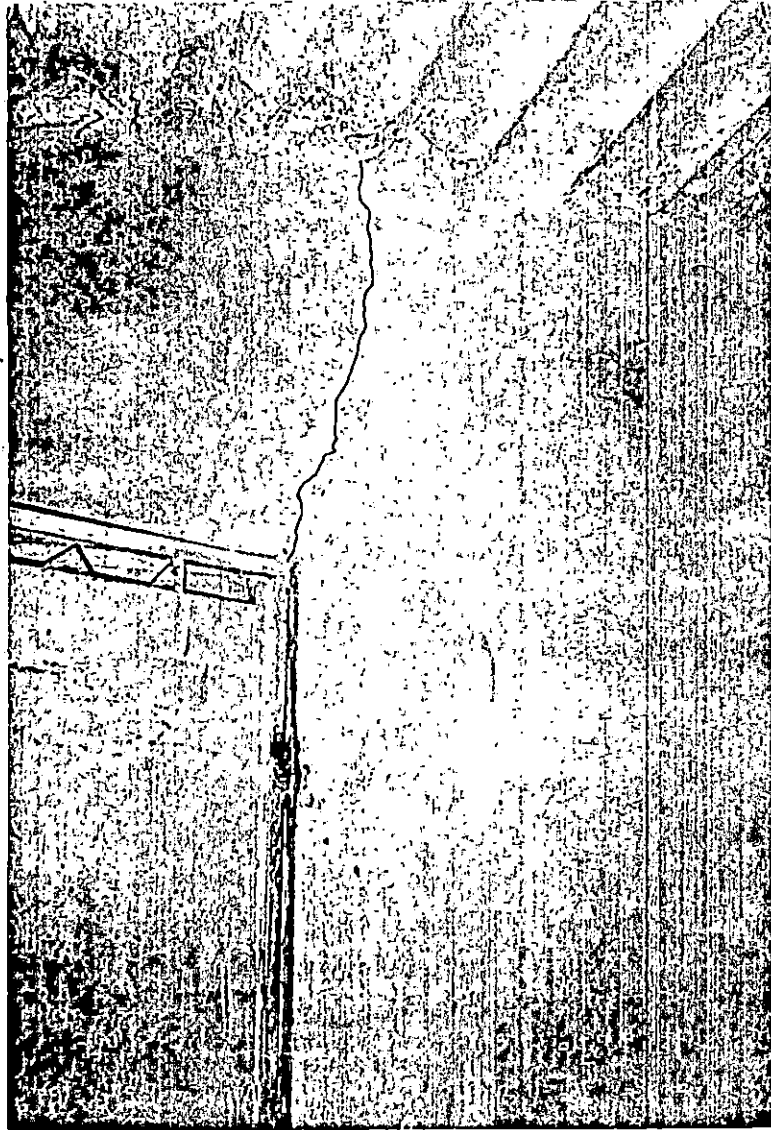
ANEXO 3.1.b.



COTAS EN CM.



fotografía 5: Falla característica que se produce en esquinas y donde las paredes se bisectan, producto de un amarre inadecuado.



fotografía No. 6: Agrietamiento característico que se da en los cargaderos de puerta.



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Bloque hueco de Pomez

ESTRUCTURA: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: Col. La Periquera  
Santa Ana.SONDEO No. 1 ELEV. BROCAL: \_\_\_\_\_FECHA: 13/4/92REGISTRO: 1 OPERADOR: \_\_\_\_\_HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion EstandarPESO GOLPEADOR: 140 lb.HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida

PESO BARRÉTON: \_\_\_\_\_

PROF. EN MTS	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERACION. CM	CLASIFICACION:	SIMBOLOGIA
	20 CM	15 CM	15 CM	"N"				
0.0							Arcilla con arena y pomez, 15 % arena,	CL
	10	5	4	9	25.2	29.0	de media plasticidad, color cafe oscuro	
0.5								CL
	8	13	17	30	26.6	8.0	Igual anterior	
1.0								
	19	7	6	13	--	no hubo	-----	
1.5								
	13	7	5	12	--	no hubo	-----	
2.0								
	7	4	5	9	--	no hubo	-----	
2.5								
	10	9	9	18	--	no hubo	-----	
3.0								
	16	10	11	21	--	no hubo	-----	
3.5								
	19	10	12	22	--	no hubo	-----	
4.0								

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Bloque hueco de pomez ESTRUCTURA: \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION: Col. La Periquera Santa Ana. SONDEO No. 1 ELEV. BROCAL: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 13/5/92 REGISTRO: 2 OPERADOR: \_\_\_\_\_  
 HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion Estandar PESO GOLPEADOR: 140 lb.  
 HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida PESO BARRETON: \_\_\_\_\_

PROF. EN MTS	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERACION. CM	CLASIFICACION:	SIMBOLOGIA
	20 CM	15 CM	15 CM	"N"				
4.0								
	21	11	13	24	--	no hubo		
4.5							Arena limosa poyitica : <sup>+</sup> - 85 % arena	
	12	8	9	17	77.7	38	no plastica, color cafe claro	SM
5.0								
	14	9	9	18	68.0	33	Igual anterior	SM
5.5								
	18	11	12	23	58.6	33	Igual anterior	SM
6.0								
							W max = 77.7 %	
							W min = 25.2 %	
							W prom = 51.2 %	

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Bloque hueco de Pomez ESTRUCTURA: \_\_\_\_\_

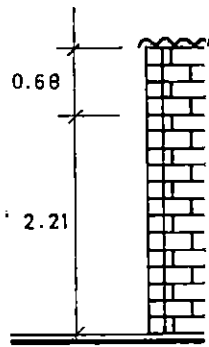
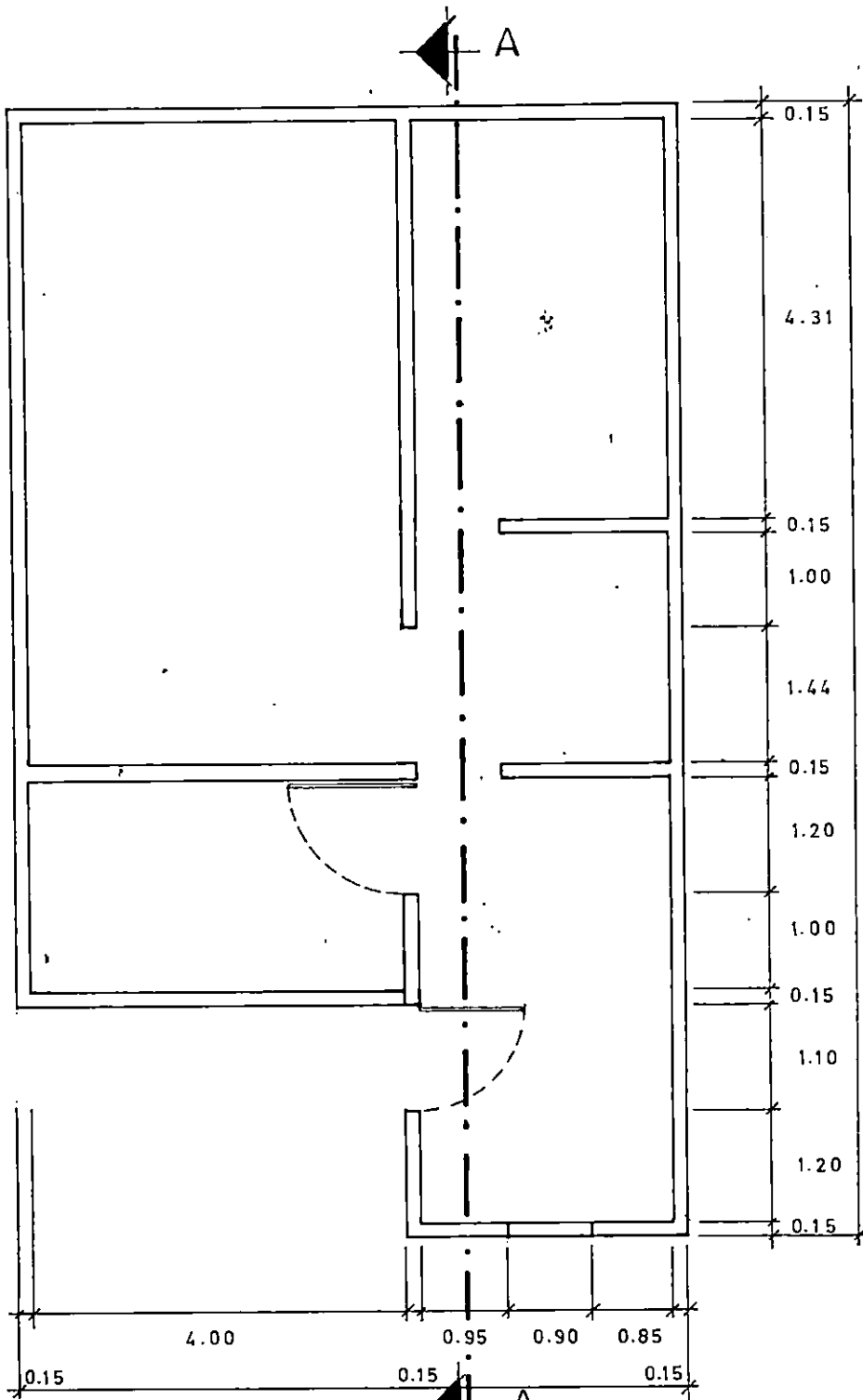
LOCALIZACION: Col: La Periquera Santa Ana. SONDEO No. 2 ELEV. BROCAL: \_\_\_\_\_

FECHA: 13/5/92 REGISTRO: 1 OPERADOR: \_\_\_\_\_

HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion Estandar PESO GOLPEADOR: 140 lb.

HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida PESO BARRETON: \_\_\_\_\_

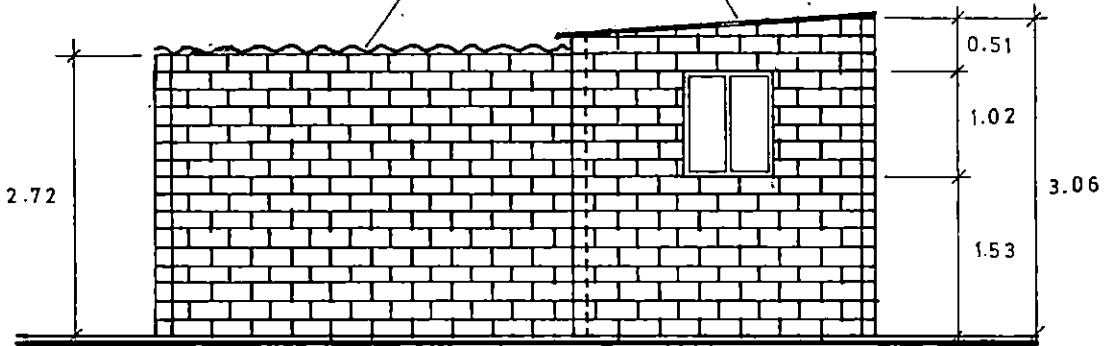
PROF. EN MTS	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERA- CION CH	CLASIFICACION:	SIMBO- LOGIA
	20 CM	15 CM	15 CM	"N"				
0.0							Arcilla organica arenosa + 25% arena,	CL-OL
	4	12	17	29	21.1	29.0	de media plasticidad, color cafe oscuro	
0.5							Arcilla organica arenosa con ripio + 25%	CL-OL
	30	15	16	31	14.1	5.0	arena, de media plasticidad cafe oscuro	
1.0							Arcilla arenosa + 25% arena de media	CL
	19	18	19	37	33.5	25.0	plasticidad color cafe oscuro	
1.5								CL
	26	16	11	27	37.7	28.0	Igual anterior	
2.0							Arena arcillosa con pomez de media plas-	S-CL
	11	4	4	8	25.5	31.0	ticidad con un 60% de arena, cafe claro	
2.5								S-CL
	7	5	5	10	55.4	33.0	Igual anterior	
3.0								S-CL
	7	4	6	10	79.9	39.0	Igual anterior	
3.5								S-CL
	9	5	6	11	80.1	38.0	igual anterior	
4.0								S-CL
							W max = 80.1 %	
							W min = 14.1 %	
							W prom = 43.4 %	



PLANTA ARQUITECTONICA  
Esc. 1:75

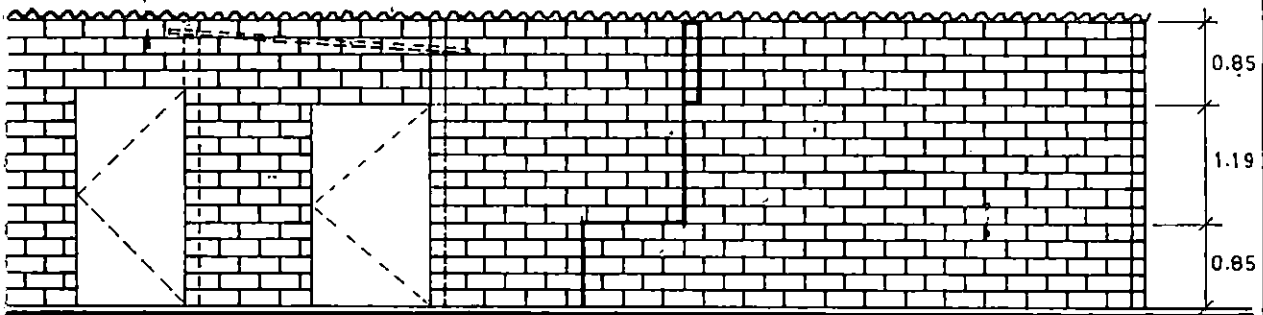
CASA BLOQUE

LAMINA ASBESTO CEMENTO



FACHADA PRINCIPAL

Esc 1:75



CORTE LONGITUDINAL AA

Esc. 1:75

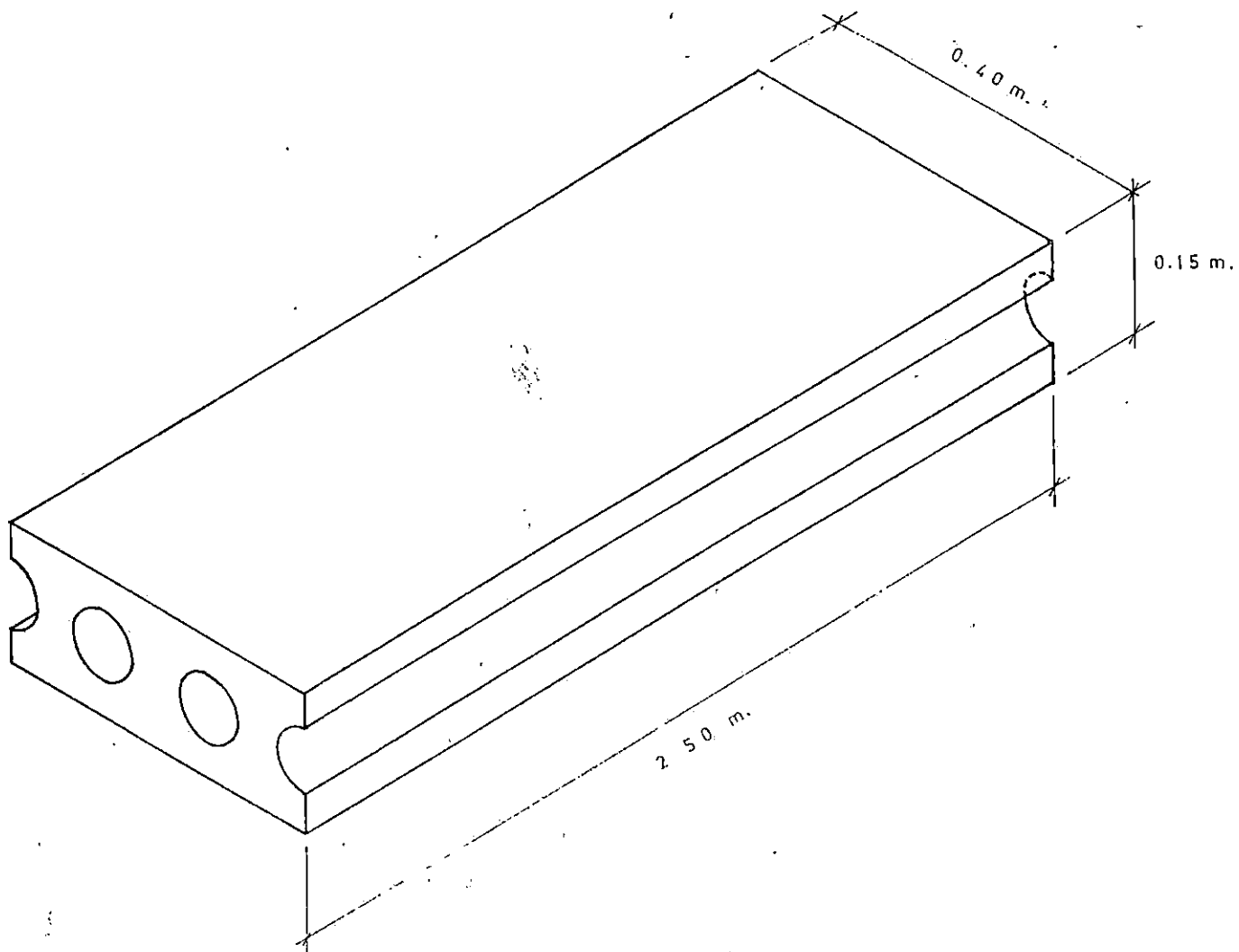
ANEXO No. 4.

Paneles de Suelo-Cemento.

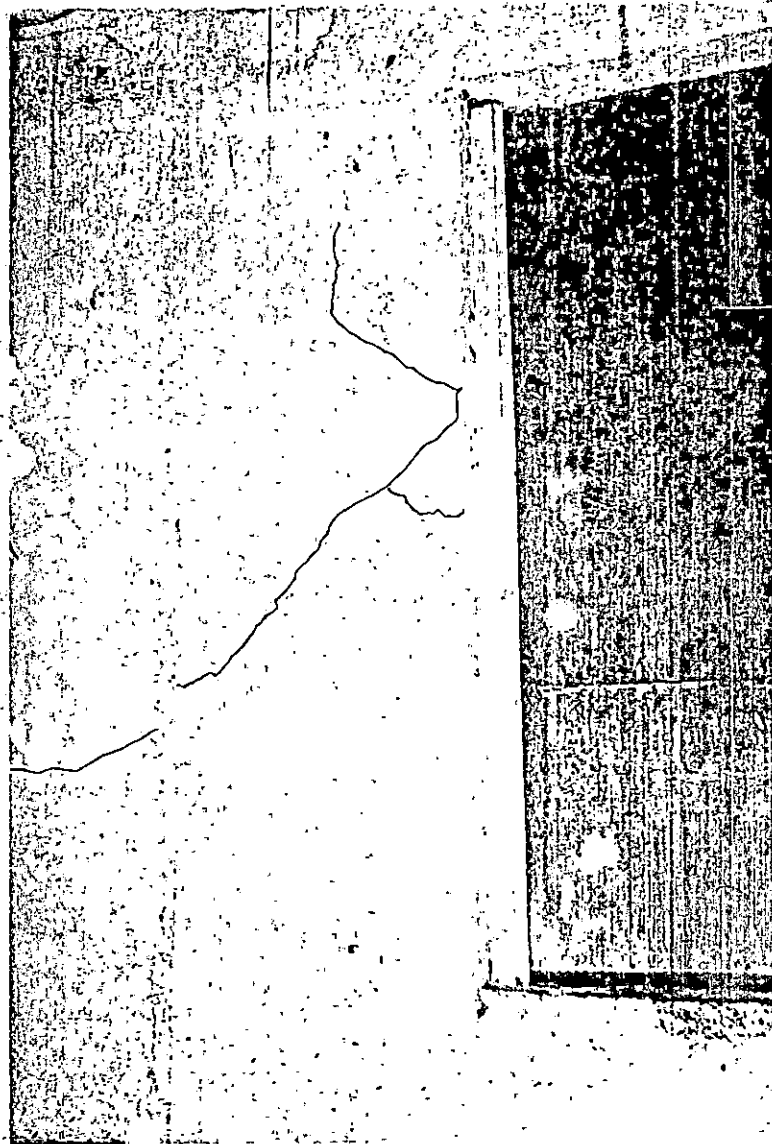
- 4.0. Diseño de panel utilizado.
- 4.1. Fotografías.
- 4.2. Cuadros sobre resultados de campo y laboratorio de penetración (SPT).
- 4.3. Planta Arquitectónica, cortes y algunos detalles de la vivienda analizada.

UNIDAD TIPO DE PANELES DE SUELO CEMENTO  
UTILIZADO EN LA COLONIA AGUA CALIENTE

ANEXO 4.0



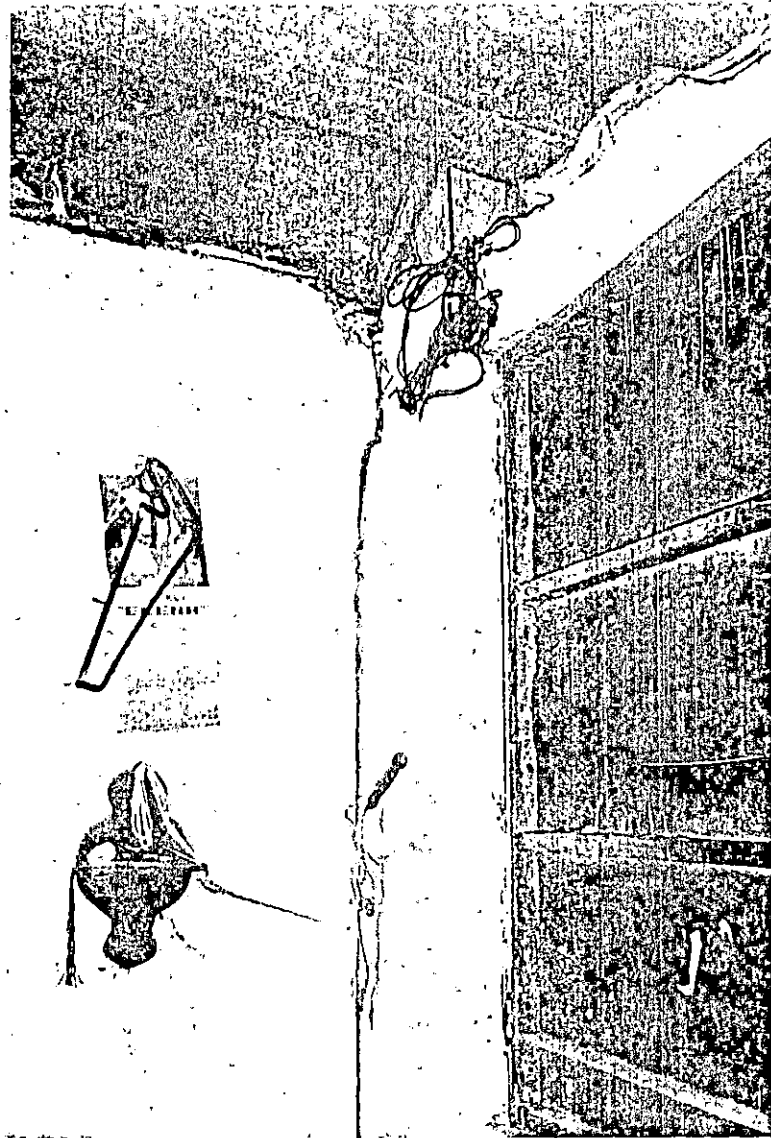
ANEXO No. 4.1.



FOTOGRAFIA No. 7.

Obsérvese el agrietamiento diagonal que atravieza el panel contiguo a la ventana.





FOTOGRAFIA No.8.

Obsérvese la separación de la pared lateral con la pared posterior producto posiblemente al hundimiento que se da en el sector próximo a la quebrada.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Paneles de Suelo-Cemento.

ESTRUCTURA:

LOCALIZACION: Col. Agua Caliente San Salvador.

SONDEO No. 1 ELEV. BROCAL:

FECHA: 5/6/92

REGISTRO: 1 OPERADOR:

HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion Estandar

PESO GOLPEADOR: 140 lb.

HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida

PESO BARRETON:

PROF. EN PIES	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERACION CM	CLASIFICACION:	SIMBOLOGIA
	20 CM	15 CM	15 CM	"N"				
0.0							Arena limosa pomitica + 65% arena, finos, no plasticos, color cafe claro	SM
	5	2	4	6	13.1	31		
0.5							" "	SM
	7	3	3	6	9.6	36		
1.0							" "	SM
	7	3	3	6	12.0	33		
1.5							" "	SM
	4	4	5	9	11.1	31		
2.0							" "	SM
	5	3	3	6	11.6	34		
2.5							" "	SM
	4	2	3	5	9.5	34		
3.0							" "	SM
	3	2	4	6	15.4	32		
3.5							Arena limosa pomitica + 65% arena con pomez finos no plasticos color cafe	SM
	8	6	7	13	17.6	38		
4.0								





3

40  
Es  
0.

BASTO

ANEXO No. 5.

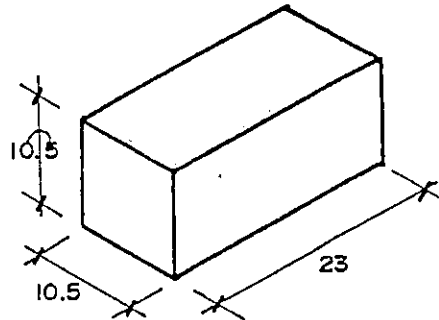
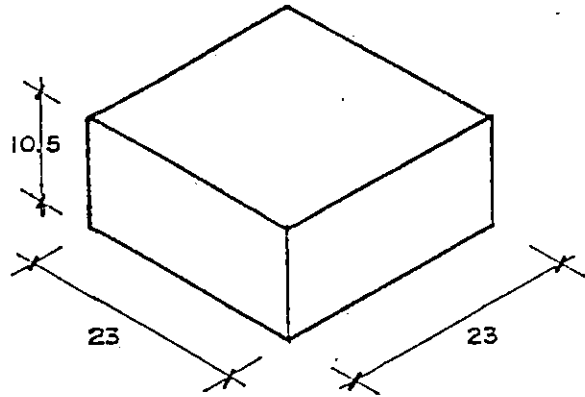
Bloque de Adobe Estabilizado.

- 5.1. Diseño de bloque utilizado.
- 5.2. Fotografías.
- 5.3. Planta Arquitectónica, cortes y algunos detalles de la vivienda utilizada.

**BLOQUE ENTERO**

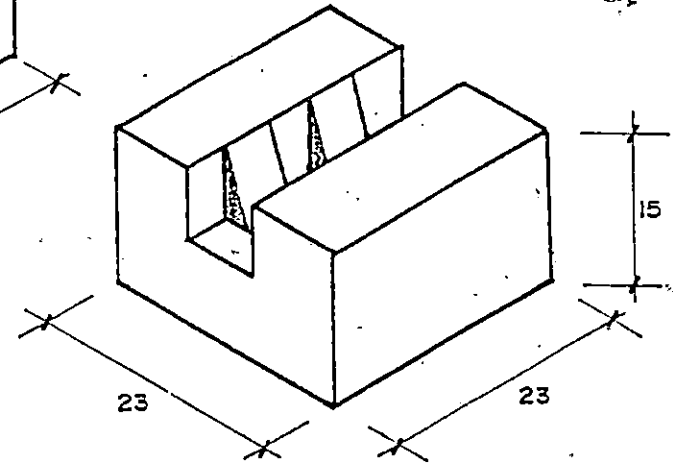
(COTAS EN CENTIMETROS)

BLOQUE TIPO ADOBE UTILIZADO  
EN LA COLONIA LA PRESITA-  
DE SAN MIGUEL.

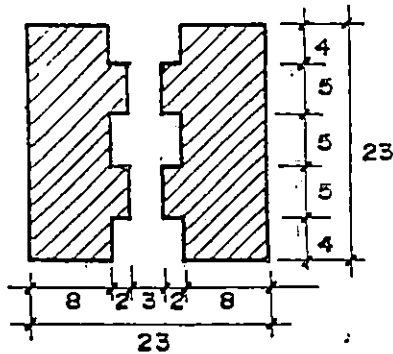


**BLOQUE MITAD**

**BLOQUES TIPO  
DE ADOBE .**



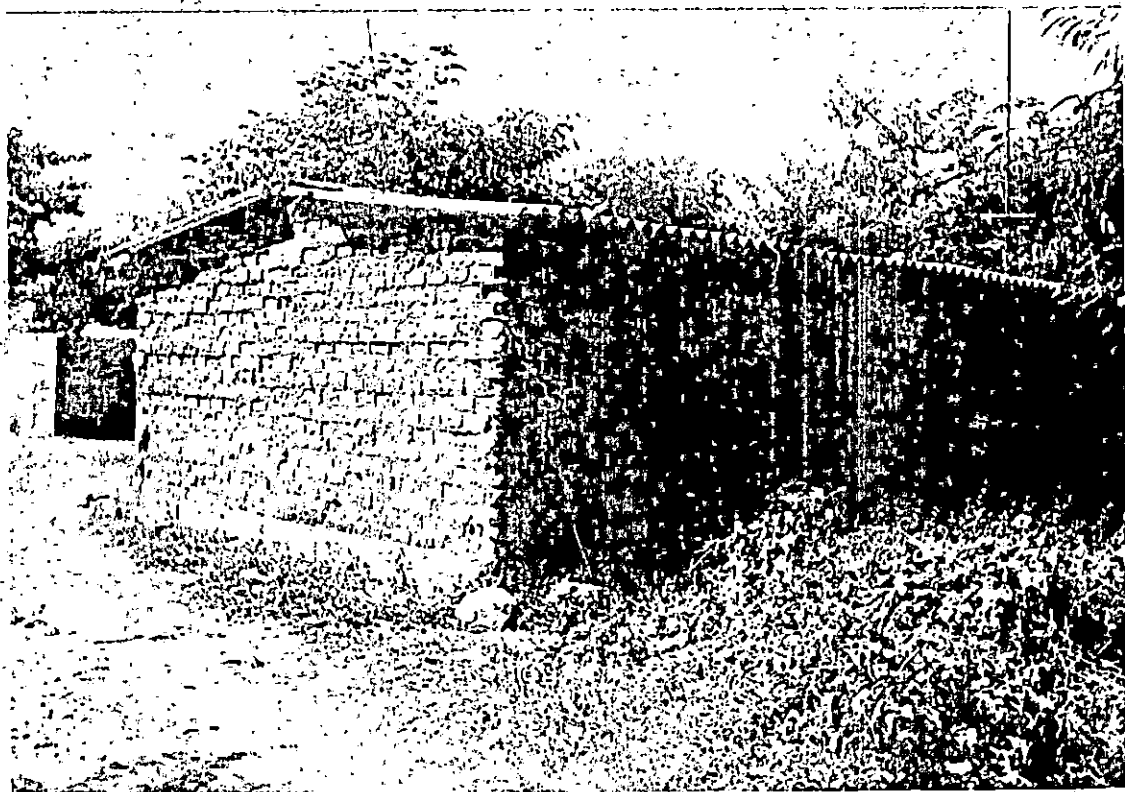
**BLOQUE SOLERA**



**PLANTA**

ANEXO 5.1

ANEXO No. 5.2.



FOTOGRAFIA No. 9.

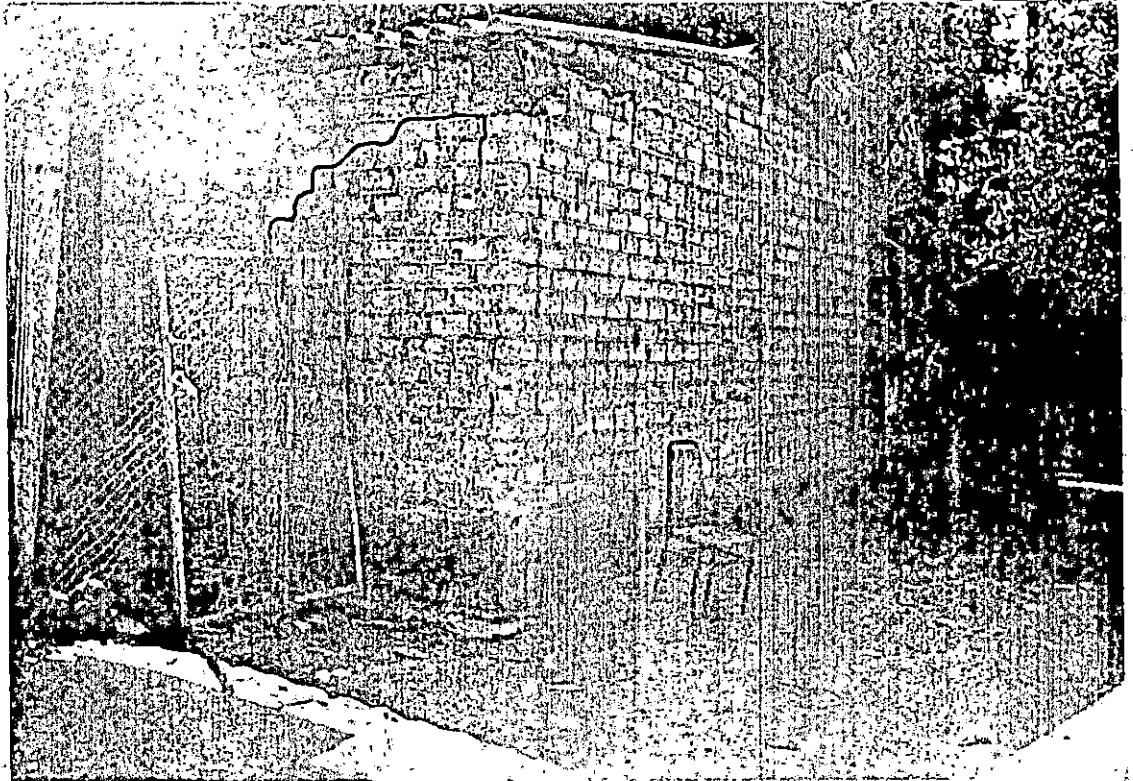
Aspecto que presentan las unidades habitacionales que conservan el diseño original y que no se les ha realizado ninguna mejoría desde su construcción.



FOTOGRAFIA No. 10.

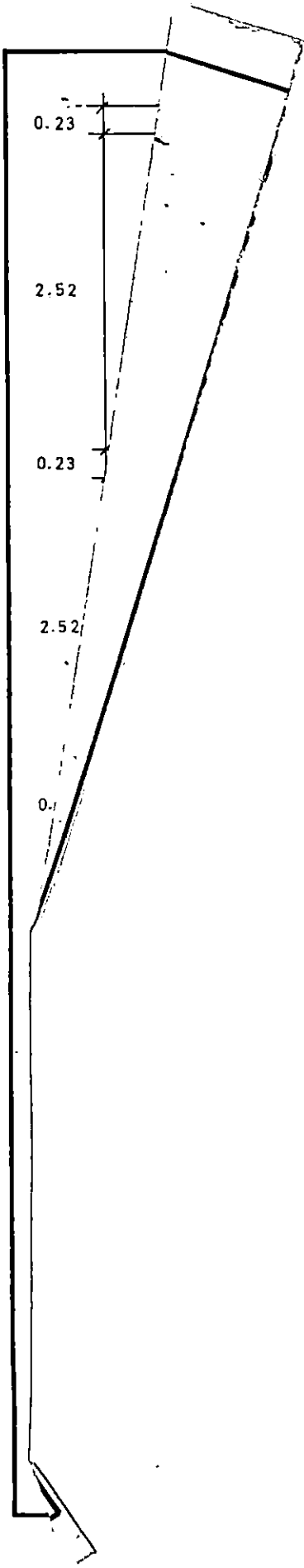
Falla por cortante, debido a vibraciones producto de la explosión de unas bombas colocadas en puentes cercanos a las viviendas.





FOTOGRAFIA No. 11.

Obsérvese falla por asentamiento en la esquina derecha posterior de la vivienda.





11/12

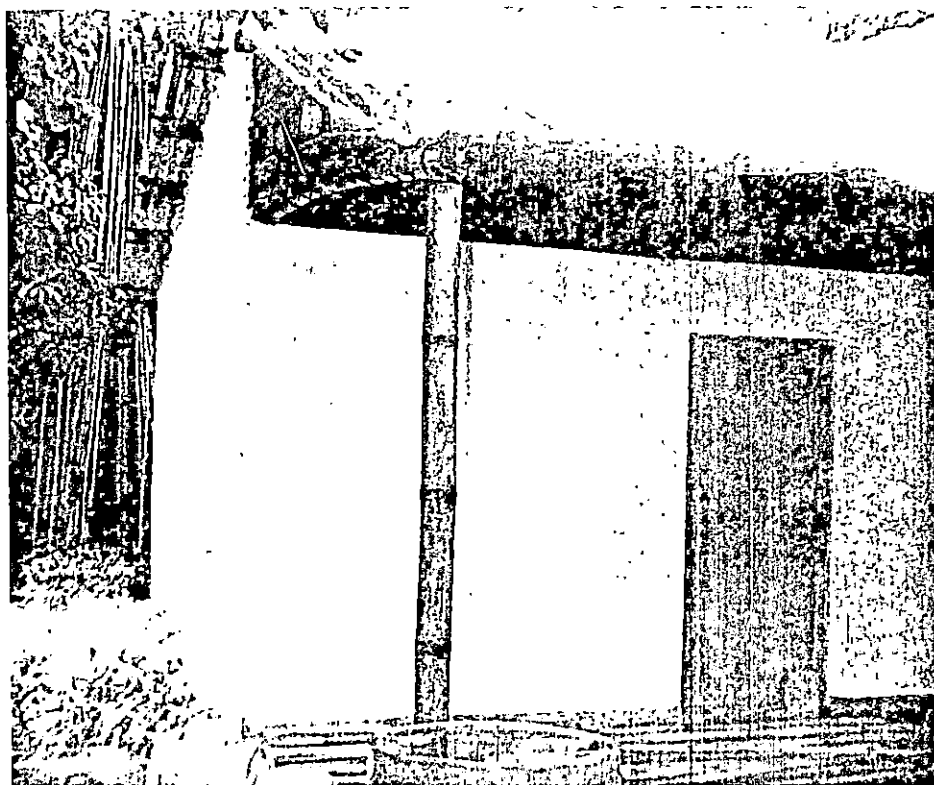
11/12

ANEXO No. 6.

Bambú.

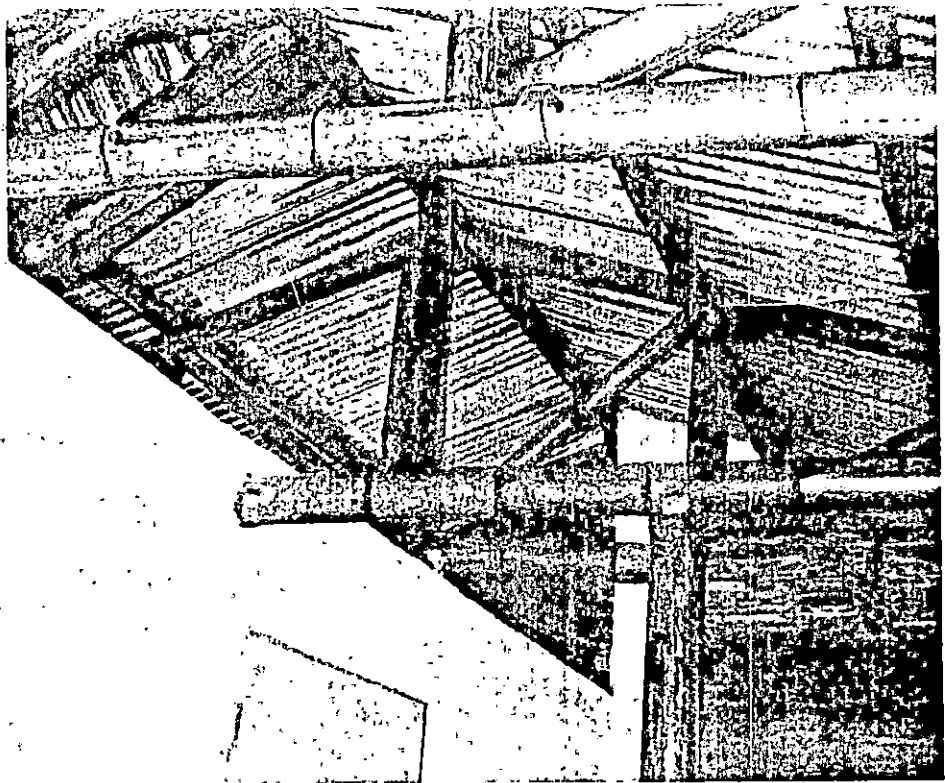
- 6.1. Fotografías.
- 6.2. Cuadros sobre resultados de campo y laboratorio de penetración (SPT).
- 6.3. Planta Arquitectónica, cortes y algunos detalles de la vivienda analizada.

ANEXO No. 6.1.



FOTOGRAFIA No. 12.

Aspecto que presenta actualmente la vivienda experimental de bambú, obsérvese la calidad del acabado en paredes.



FOTOGRAFIA No. 13.

Obsérvese la estructura soportante de techo, constituida a base de tijeras de bambú.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Casa de Bambu

ESTRUCTURA: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: Viveros Nacionales de D.U.A. Plan del Pito SONDEO No. 1 ELEV. BROCAL: \_\_\_\_\_

FECHA: 3/4/92

REGISTRO: 1 OPERADOR: \_\_\_\_\_HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion EstandarPESO GOLPEADOR: 140 lb.HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida

PESO BARRETON: \_\_\_\_\_

PROF. EN MTS	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERA- CION. CM	CLASIFICACION:	SIMBO- LOGIA
	20 CM	15 CM	15 CM	"N"				
0.0							Limo arenoso ligeramente organico: †	ML-OL
	7	4	5	9	14.2	10.0	20 % arena no plastico color cafe.	
0.5								ML-OL
	6	6	8	14	13.8	15.0	Igual anterior	
1.0							Limo arenoso † - 25 % arena, no plastico	ML
	9	8	9	17	13.5	13.0	color cafe claro.	
1.5								ML
	13	12	13	25	10.1	11.5	Igual anterior	
2.0								ML
	19	14	14	28	10.1	11.0	Igual anterior	
2.5								ML
	22	17	18	35	10.0	11.7	Igual anterior	
3.0								ML
	22	17	23	40	10.0	16.5	Igual anterior	
3.5								ML
	26	22	22	44	11.5	10.0	Igual anterior	
4.0								
							W <sub>max</sub> = 14.2 %	
							W <sub>min</sub> = 10.0 %	
							W <sub>prom</sub> =11.7 %	

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Casa de Bambu

ESTRUCTURA:

LOCALIZACION: Viveros Nacionales de D.U.A. Plan del Pito

SONDEO No. 2 ELEV. BROCAL:

FECHA: 3/4/92

REGISTRO: 1 OPERADOR:

HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion Estandar

PESO GOLPEADOR: 140 lb.

HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida

PESO BARRETON:

PROF. EN MTS	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERACION CH	CLASIFICACION:	SIMBOLOGIA
	20 CR	15 CR	15 CR	"N"				
0.0							Limo arenoso ligeramente organico: +	ML-OL
	11	9	12	21	14.8	14.0	20 % arena no plastico color cafe.	
0.5							Limo arenoso: + 25 % arena no plastico	ML
	13	13	13	26	21.7	17.0	color cafe claro	
1.0								ML
	14	11	12	23	24.4	20.0	Igual anterior	
1.5								ML
	15	12	12	24	18.7	20.0	Igual anterior	
2.0								ML
	16	11	12	23	17.5	16.0	Igual anterior	
2.5							Limo arenoso con pomez: + 30 % de arena	ML
	15	13	14	27	17.4	19.0	no plastico color cafe claro.	
3.0								ML
	17	12	16	28	19.8	20.0	Igual anterior	
3.5								ML
	20	16	18	34	17.9	25.0	Igual anterior	
4.0								



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"

OBRA: Casa de Bambu ESTRUCTURA: \_\_\_\_\_

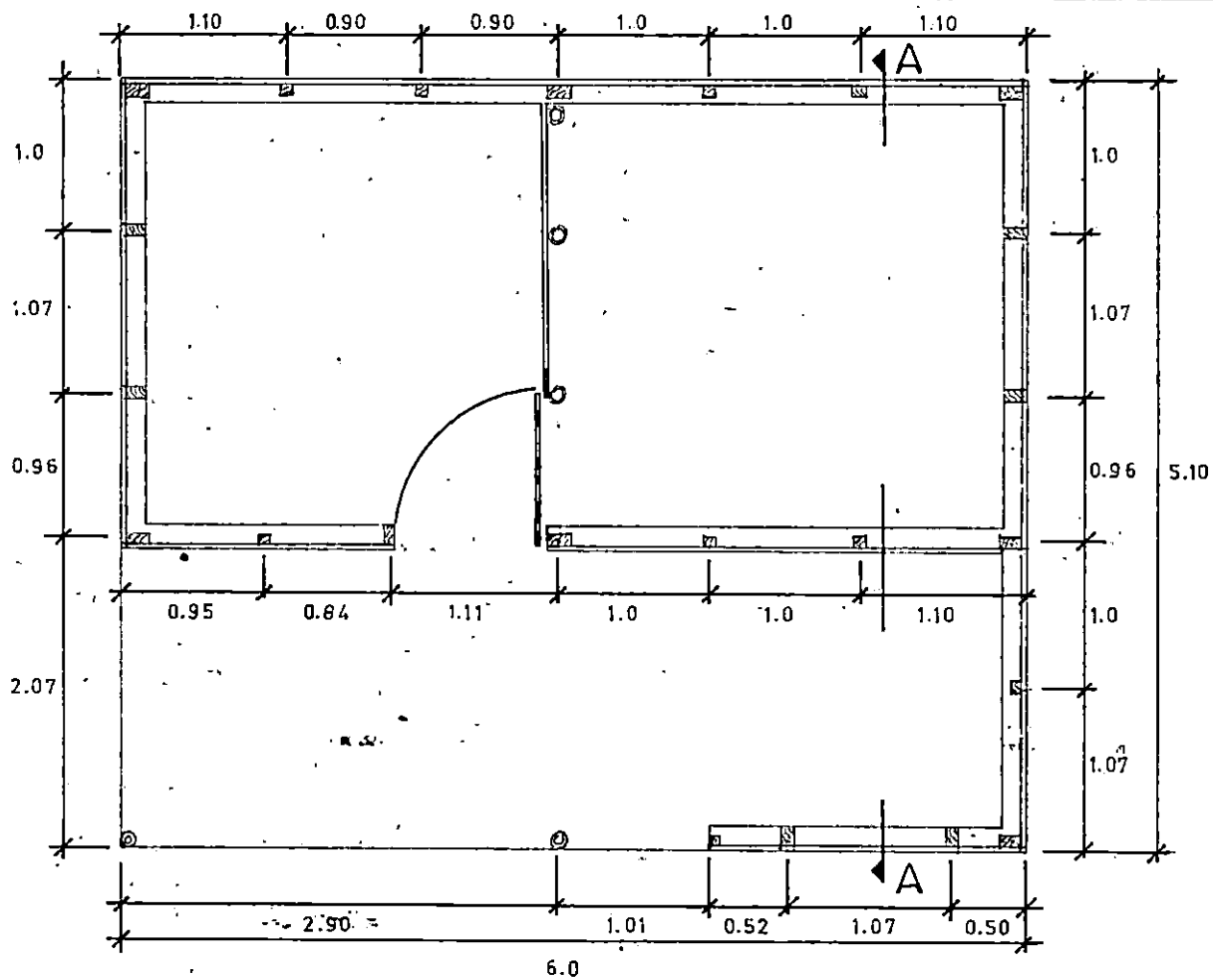
LOCALIZACION: Viveros Nacionales de D.U.A. Plan del Pito SONDEO No. 2 ELEV. BROCAL: \_\_\_\_\_

FECHA: 3/4/92 REGISTRO: 2 OPERADOR: \_\_\_\_\_

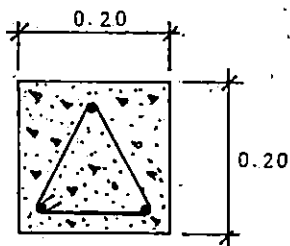
HERRAMIENTAS DE AVANCE: Penetracion Estandar PESO GOLPEADOR: 140 lb.

HERRAMIENTAS DE MUESTREO: Cuchara partida PESO BARRETON: \_\_\_\_\_

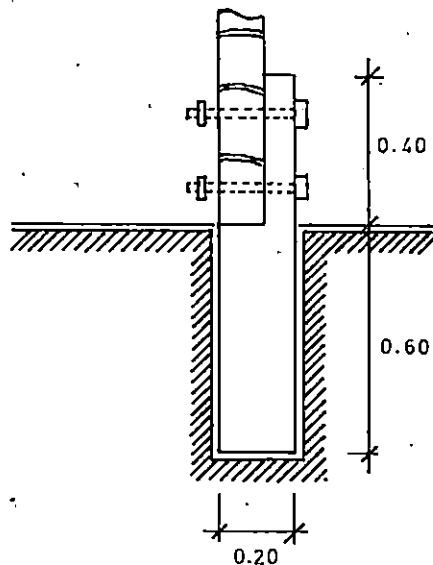
PROF. EN MTS	RESISTENCIA A LA PENETRACION				HUMEDAD %	RECUPERACION CH	CLASIFICACION:	SIMBOLOGIA
	20 CR	15 CR	15 CR	"N"				
4.0								
	23	18	20	38	19.1	21.0	Igual anterior.	ML
4.5								
	30	20	20	40	18.3	25.0	Igual anterior.	ML
5.0								
							W <sub>max</sub> = 24.4 %	
							W <sub>min</sub> = 14.8 %	
							W <sub>pro</sub> = 19.9 %	



PLANTA ARQUITECTONICA Esc. 1:50

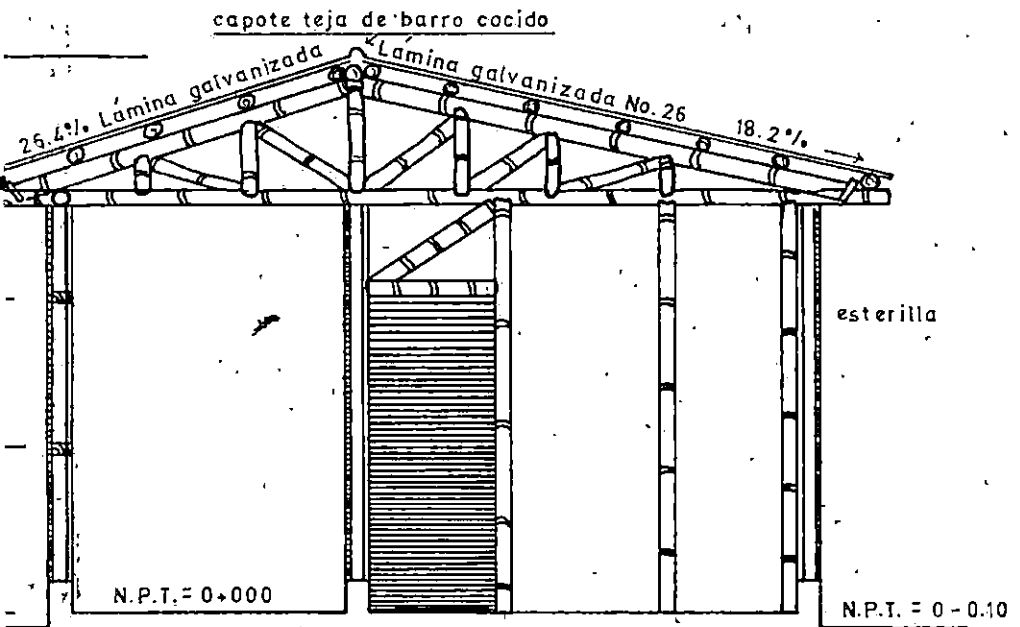


SOLERA DE FUNDACION Esc. 1:10

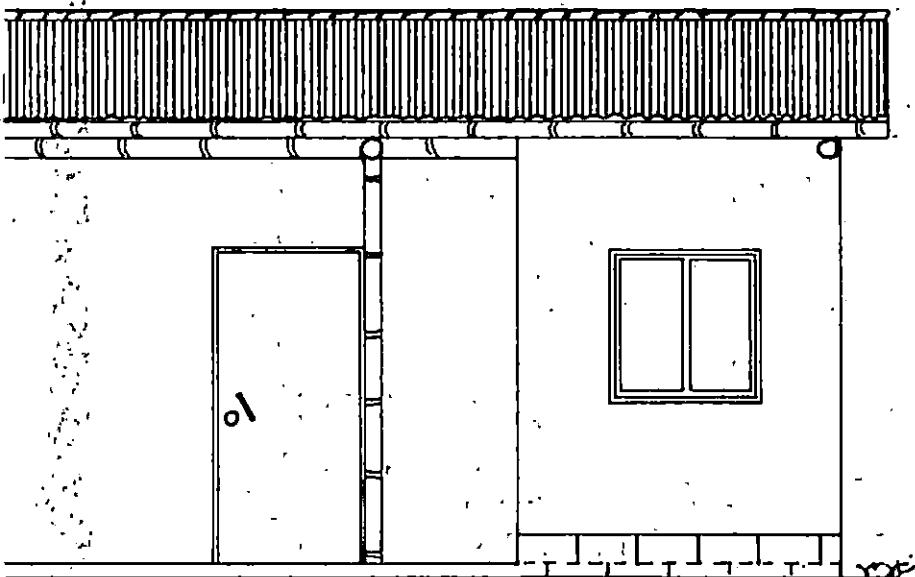


DETALLE DE ZAPATA Esc. 1:20

CASA EXPERIMENTAL



CORTE A-A Esc: 1:50



FACHADA PRINCIPAL Esc: 1:50

BAMBU

ANEXO 6:3

## ANEXO No. 7.

Especificaciones sobre ensayos de compresión y absorción.. Requisitos de Resistencia y absorción de bloques de concreto.

- 7.1. Esfuerzo de compresión en bloques de concreto. Norma ASTM C - 140 - 75.
- 7.2. Prueba de absorción en bloques de suelo-cemento. Norma ANSI / ASTM C - 90 - 75.
- 7.3. Requisitos de resistencia y absorción. ASTM C - 90 - 85.

ANEXO No. 7.1.

Esfuerzo de Compresión en bloques de concreto.

Norma ASTM C - 140 - 75.

Objetivo: Estudiar un procedimiento de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión simple de las unidades de suelo cemento y concreto ligero de piedra pómez.

Equipo: Máquina de Prueba (Universal Tinius Olsen).

- Balanza con sensibilidad de por lo menos 0.5% del peso del espécimen más pequeño.
- Balanza Hidrostática.
- Calibrador con graduación mínima de 1/64" (ó 0.5 mm)
- Regla metálica graduada con 1/32" (ó 1 mm)

Material: Unidades de mampostería de suelo-cemento y de concreto ligero de piedra pómez.

- Azufre y arcilla.

Procedimiento:

- Debe marcarse cada espécimen no ocupado para ello más del 5% del área superficial del espécimen.
- Hacer la prueba de compresión de los especímenes 72 horas después de que éstos hayan llegado al laboratorio.
- Cabecear las unidades adecuadamente garantizando la

aplicación uniforme de las cargas en toda la sección.

- Cabeceando con azufre y arcilla (dejar enfriar 2 horas por lo menos).
- El período de carga no debe ser mayor de 2 minutos ni menor que uno.
- Las muestras deben centrarse con respecto al eje de cabezal de la máquina con un error menor de 1/16 pulgadas.

**Cálculos:**

Calcular esfuerzo total por medio de:

$$C = \frac{P}{A}$$

Donde:

C = Esfuerzo de compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

P = Carga máxima aplicada (Kg.)

A = Area bruta de la superficie de carga (cm<sup>2</sup>)

ANEXO No. 7.2.

Prueba de Absorción en bloques de concreto.

Norma ANSI/ASTM C - 90 - 75.

Objetivo: Estudiar un procedimiento de laboratorio para determinar la absorción de bloques suelo-cemento.

Equipo:

- Balanza, con una sensibilidad de aproximadamente 20 gr.
- Regla metálica graduada con 1/32" (ó 1 mm).
- Horno, con regulador de temperatura.

Procedimiento:

- Debe marcarse cada especimen no ocupando para ello más del 5% del área superficial del especimen.
- Sumergir los especimenes de prueba en agua durante el período necesario a una temperatura de 15.6°C a 26.7°C, para saturar los especimenes.
- Pesar el especimen sumergido en el agua para el período establecido (24 horas), obteniendo así Wss.
- Remover del agua los especimenes y dejarlos escurrir por un minuto.

- Remover el agua visible con un paño húmedo y pesar cada espécimen.
- Secar al horno durante 24 horas por lo menos a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y pesar nuevamente.

Cálculos:

Calcular la absorción por medio de la fórmula:

- Absorción máxima en porcentaje =

$$\frac{W_{\text{sat}} - W_{\text{seco}}}{W_{\text{seco}}} \times 100$$

Donde:

$W_{\text{sat}}$  = Peso del espécimen saturado  
superficialmente seco en Kgs.

$W_{\text{seco}}$  = Peso del espécimen completamente seco en  
kgs.



REQUISITOS DE RESISTENCIA Y ABSORCION

NOTA:

Para impedir la penetracion del agua, debera aplicarse en la parte exterior de las paredes del sotano una capa protectora y cuando se requiera en la cara exterior de las paredes arriba del nivel del suelo.

G R A D O	Resistencia Minima de ruptura a la compresion en Kg/cm <sup>2</sup>		Maxima absorcion de agua lbs/pie <sup>3</sup> (Kg/m <sup>3</sup> ) (Promedio 3 unidades)			
	Promedio en area bruta		Peso del concreto secado en horno lb/Ft <sup>3</sup> (Kg/m <sup>3</sup> )			
	Promedio 3 Unidades	Unidad Individual	CLASIFICACION POR PESO			
			PESO LIVIANO		PESO MEDIANO	PESO NORMAL
			menos que 85 (1362)	menos que 105 (1682)	Menos que 125 a 105 (2002 2 1682)	125 (2002) o más
N - I	70.4	56.3	18 (288)	15 (240)	13 (208)	
N - II						
S - I *	49.3	42.2	20 (320)			
S - II						

\* Limitado su uso arriba del nivel del suelo en paredes exteriores protegidas contra el agua, o en paredes no expuestas a la intemperie.