

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Universidad de El Salvador

Hacia la libertad por la cultura

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
“USO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO COMO
UNA OPCIÓN PARA LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL
EN LA ZONA ORIENTAL.”

PRESENTADO POR:

Luis Alberto Vargas Serpas.
Marta Delia Hernández Bonilla.
Manuel Javier Zelaya Rivera.

PREVIA OPCIÓN AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL.

Marzo de 2006

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTORA:

Dra. Maria Isabel Rodríguez.

VICERRECTOR ACADÉMICO:

Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez.

SECRETARIA GENERAL:

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO INTERINO:

Ing. Juan Francisco Mármol Canjura.

SECRETARIA:

Licda. Lourdes Elizabeth Prudencio Coreas.

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

Ing. Oscar Reynaldo Lazo Larín.

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR.

Ing. Rigoberto López.

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN.

Ing. Guillermo Moya Turcios.

AGRADECIMIENTO.

Queremos agradecer de manera muy especial la valiosa y desinteresada colaboración brindada por nuestro asesor, Ing. Rigoberto López ya que nos orientó adecuadamente con sus conocimientos y experiencias. A los jurados Ing. Guillermo Moya Turcios y Ing. Luis Orlando Méndez, de quienes obtuvimos acertados comentarios y recomendaciones.

Br. Luis Alberto Vargas Serpas.

Br. Marta Delia Hernández Bonilla.

Br. Manuel Javier Zelaya Rivera.

DEDICATORIA.

- ✓ **A DIOS TODOPODEROSO**, por la vida y la oportunidad de aprovecharla al máximo; por haberme concebido paciencia, entereza y la fuerza necesaria para alcanzar la meta propuesta.

- ✓ **A MIS PADRES**, por darme el apoyo necesario que me impulso a lograr esta meta y que con su confianza y fe en mi, me dieron fuerza para seguir adelante en lo momentos mas difíciles de mi carrera.

- ✓ **A MI HERMANO**, por su apoyo moral y por que siempre confió en mi esfuerzo y dedicación, gracias.

- ✓ **A MIS ABUELOS**, por siempre brindarme su apoyo en todo momento de mi carrera.

- ✓ Gracias a **TODOS** aquellos que estuvieron pendientes de que lograra mis metas: familia, amigos, compañeros y ex-compañeros: que supieron comprender y ayudar de una u otra forma, y que hoy se alegran conmigo y por mi.

Luis Alberto Vargas Serpas.

DEDICATORIA.

A DIOS TODOPODEROSO

Por haberme iluminado mi mente y guiarme por el camino del bien.

A MI FAMILIA

Por su apoyo moral espiritual, económico y ha sido y será siempre un pilar muy importante en mi vida porque sin él no hubiese podido finalizar esta meta.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Por haberme brindado la facilidad de haber podido terminar mi carrera.

A MIS COMPAÑEROS

Por la dedicación y empeño y la unificación de criterios tan necesarios para el trabajo en equipo.

Marta Delia Hernández Bonilla

DEDICATORIA

- **A DIOS TODOPODEROSO**

Que guió e iluminó mi pensamiento para alcanzar el objetivo propuesto.

- **A MIS PADRES**

JOSE MANUEL ZELAYA ZELAYA Y MARIA MAGDALENA RIVERA DE ZELAYA. Con todo amor por su inmensa comprensión y apoyo económico y moral, que siempre me brindaron para que coronara mi objetivo logrado.

- **A MIS HERMANOS**

MAGDALENA IVETH ZELAYA Y DR. RAFAEL ULISES ZELAYA. Por su comprensión, apoyo moral y espiritual.

- **A MIS TÍOS**

Por ejemplo de superación.

- **A MIS FAMILIARES Y AMIGOS**

Por motivarme a seguir adelante.

Manuel Javier Zelaya Rivera

ÍNDICE GENERAL.-

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN GENERAL	
1. CAPITULO I: ETAPA CONCEPTUAL.	
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Objetivos (General y Específico).....	5
1.4 Alcances.....	6
1.5 Limitaciones.....	6
1.6 Metodología.....	8
1.7 Conceptos y Definiciones.....	12
1.8 Antecedentes Históricos.....	16
1.8.1 Sistemas Prefabricados.....	16
Experiencia en Otros Países	
Antecedentes en El Salvador.	
1.8.2 Sector Vivienda en El Salvador.	28
Instituciones Relacionadas a la Vivienda de Interés Social.	
Instituciones Relacionadas al Financiamiento de la Vivienda.	

2. CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.

2.1 Generalidades.....	38
2.1.1 La Modulaci3n como Base de los Sistemas Prefabricados.....	40
2.1.2 Sistema de Viviendas Prefabricadas.	42
2.1.3 Uso de los Elementos Prefabricados de Concreto en El Salvador...	64
2.2 Sistemas Prefabricados Mas Utilizados en la Vivienda.....	73
2.3 An3lisis de los Sistemas Prefabricados M3s Utilizados en la Vivienda en El Salvador.....	91
2.3.1 Caracter3sticas de los Sistemas Prefabricados.....	91
Cubiertas y Cielo Falso	
Losas y Entrepisos.	
Paredes y Divisiones.	
2.3.2 An3lisis de los Sistemas Prefabricados.	102
Funcionamiento de matrices.	
Desarrollo y Conclusi3n de Matrices.	
2.3.3 Especificaciones T3cnicas.	116
Proceso de Fabricaci3n.	
Montaje en Obra.	
Detalles Constructivos.	
2.3.4 An3lisis de Costos.....	150

3. CAPITULO III: ETAPA DE PRONÓSTICO.

3.1 Situación Previa de La Vivienda de Interés Social en El Salvador.....	157
3.2 Efectos Y Consecuencias de La Situación Actual de La Vivienda.....	161
3.3 Análisis de Soluciones de Vivienda.....	165
3.3.1 Características de Una Vivienda Sustentable.	166
3.3.2 Análisis del Mercado de Vivienda Social.	167
3.3.3 Políticas Y Programas en Desarrollo.....	170
3.3.4. Reconstrucción A Base de Sistemas Prefabricados.....	173
3.4 Influencias de Nuevas Técnicas.....	175
3.5 Influencias de Los Sistemas Prefabricados en la Industria de la Construcción En El Salvador.....	180

4. CAPITULO IV: PROPUESTA DE VIVIENDA.

4.1 Clasificación de Los Sistemas Prefabricados Previamente Analizados.....	186
4.2 Modificación a Base de Sistemas Prefabricados de una Vivienda Construida Con Sistema Tradicional.....	189
4.3 Alternativa de Solución Para El Problema de La Mano de Obra.....	197
4.4 Opciones de Aplicación de Sistemas Prefabricados a Diseños Predeterminados.....	200
4.5 Análisis E Interpretación de Resultados.....	210

5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.....	215
5.2 Recomendaciones.....	218
Glosario.....	220
Bibliografía.....	223
Anexos.....	225
Anexo N° 1: Análisis Estructural de Vivienda Prefabricada.....	226
Anexo N° 2: Memoria de Cálculo de Volúmenes de Obra y Cantidad de Materiales.....	234
Anexo N° 3: Planos Constructivos de Vivienda de Bloque de Concreto y Vivienda Prefabricada.....	273

ÍNDICE DE FIGURAS.-

Figura 1 Juntas verticales de paneles de fachada.....	51
Figura 2 Juntas verticales de paneles interiores.....	52
Figura 3 Juntas verticales de paneles de fachada, de traviesa y de esquina...	53
Figura 4 Junta horizontal de paneles de fachada y forjado.....	53
Figuras 5 y 6 Tipos de cimentaciones que se aplican a los sistemas prefabricados	54
Figura 7 Escalera prefabricada de concreto.....	55
Figura 8 Grúa Torre	60
Figura 9 Muestra las instalaciones donde se elaboran los paneles prefabricados	61
Figura 10 Muestra la colocación de los paneles.....	64
Figura 11 Diferentes materiales con que se puede construir una vivienda Prefabricada.....	68
Figura 12 Vivienda construida con elementos prefabricados de concreto en Lolotique, San Miguel.....	72
Figura 13 Lugar donde se almacenan las paredes o paneles.....	74
Figura 14 Tipos de obra que se han construidos con el Sistema “Camus”....	76
Figura 15 Sistema Integral As.....	79
Figura 16 Sistema SCAC.....	83
Figura 17 Sistema Vermiplac.....	87

Figura 18 Sistema Celu Cement.....	90
Figura 19 Colocación de losetas para el colado de la losa.....	121
Figura 20 Dimensionamiento de las unidades de pared del Sistema Precon.	144
Figura 21 Unidades de Tablaroca.....	145
Figura 22 Tablarroca utilizada para cielo falso.....	156
Figura 23 Demuestra la destrucción que pueden ocasionar los desastres naturales.....	162

INTRODUCCIÓN GENERAL.-

La problemática de la vivienda en general reviste de importancia principalmente por las incidencias en la actividad económica, y particularmente a los aspectos de empleo e ingresos, componentes macroeconómicos que afectan positivamente el bienestar de las familias en cualquier ordenamiento económico, ya que elevan su nivel de vida, lo que trae consigo estabilidad económica, social y emocional.

A través del tiempo, se detecta que uno de los problemas que ha provocado la elevada demanda habitacional en nuestro país, es entre otras cosas, el acelerado crecimiento poblacional, lo cual en el campo de la construcción se presenta como una oportunidad positiva para la realización de constantes búsquedas de una gran variedad de alternativas que logren ofrecer una solución a dicha problemática, lo que a su vez requiere promover nuevas técnicas, ya sean éstas administrativas, de diseño o de construcción, dentro de los cuales podemos mencionar a los Sistemas Prefabricados.

Si bien es cierto que la construcción tradicional constituye una de las formas primarias de la industrialización, la utilización de sistemas prefabricados, forman parte de un método sumamente importante dentro del desarrollo de la industria de la construcción, ya que su proceso de fabricación es producto de la mecanización del trabajo y la producción continua y constante, obedecen a un determinado ritmo y a un alto grado de repetición, lo que provoca la reducción del tiempo de construcción, y por lo tanto contribuye a minimizar costos.

En el presente documento se estudia la aplicación de los Sistemas Prefabricados en la vivienda de interés social, a fin de determinar las ventajas en relación a costo y tiempo que estos presentan y de esta forma promover su uso y ampliar los conocimientos acerca del mismo, con lo que a su vez se lograría determinar la incidencia socioeconómica en la industria de la construcción en general, partiendo de que la vivienda es quizá uno de los más importantes rubros dentro de dicha industria.

El tema en si se enfoca en plantear nuevas soluciones constructivas que pueden ser aplicadas a todo tipo de vivienda como son: la vivienda de lujo, vivienda media, vivienda mínima, vivienda rural, vivienda urbana, vivienda en altura, etc., de la misma forma en que hasta ahora han sido implementadas en nuestro país en obras de carácter industrial, comercial e institucional.

En base a este enfoque, el documento contiene el análisis de la aplicación de los Sistemas Prefabricados específicamente en la vivienda de interés social, tomándola como un parámetro intermedio, es decir sin llegar al extremo de la vivienda mínima o de la vivienda de lujo, si no mas bien establecer en un punto que involucre a la vivienda promedio que representa quizás al mayor porcentaje de las viviendas del país, y considerando que de esta manera se dará un aporte a la sociedad en general.

CAPITULO I

ETAPA CONCEPTUAL

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.-

Los sistemas tradicionales de construcción como el sistema mixto, el de bloque, de concreto y en menor grado el bahareque, el adobe, etc; siguen siendo utilizados en mayor proporción con relación a nuevas tecnologías, esto se debe en cierta forma al limitado conocimiento que se tiene de estas, entre las que figuran los Sistemas Prefabricados de Concreto (de peso normal F'c 210 Kg/cm²), los cuales han sido utilizados hasta ahora mayormente en obras relacionadas a la industria (supermercados, bodegas, etc), y que actualmente comienza a introducirse favorablemente a la construcción de viviendas en nuestro país y en especial en la zona oriental.

El problema en relación a la vivienda, radica entre otras causas en la elevada demanda habitacional; es de todos conocido que una vivienda familiar cómoda, durable y segura, representa un costo elevado para la economía familiar, que además, para obtenerla requiere de tecnología o comprarla ya hecha a través de instituciones a las que les pueda pagar a largo plazo, se une a esto una serie de factores entre los que figuran la falta de políticas de vivienda adecuada, el alto costo de la vida y otros mas que involucran aspectos de carácter social y económicos.

Un aspecto que pudiera afectar de forma inicial en la implementación de los Sistemas Prefabricados se refiere a la capacitación técnica del personal en cuanto a fabricación e instalación se refiere, en el caso de aquellos sistemas, cuyo proceso de

fabricación es altamente industrializado; sin embargo a corto o mediano plazo, esta limitante se ve solventada ya que se obtiene con dicha capacitación, mayor eficiencia en la producción del personal, lo que se traduce en una reducción del tiempo de construcción y por lo tanto en el costo de la obra.

En la Zona Oriental se trata de implementar este tipo de sistema, debido a la constante demanda de vivienda que se genera a causa del crecimiento poblacional que ocurre en esta parte del país. Los métodos tradicionales de construcción no dan abasto para solventar el problema de vivienda, razón por la cual se trata de implementar el uso de Sistemas Prefabricados como una opción que satisfaga las necesidades habitacionales de la población.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.-

Como el problema habitacional se agranda cada día, se deben buscar soluciones a corto plazo, y el único medio es el de construir mas viviendas; pero al construirlas hay que considerar que dichas viviendas puedan estar al alcance de la población, y que además sean higiénicas y seguras, y que se terminen en el menor tiempo posible.

Actualmente los estudios realizados en relación a los Sistemas Prefabricados aplicados a la vivienda son limitados en la Zona Oriental de El Salvador, con la realización de este tipo de investigación se lograra satisfacer las necesidades de consulta referentes al tema y permitirá adquirir una información sobre la tecnología, equipo y herramientas necesarias para su implementación.

El enfoque del tema se centra en el análisis de la aplicación de los Sistemas Prefabricados utilizados dentro del tipo de vivienda popular (vivienda de interés social), y de igual manera podrán ser utilizados para la vivienda de clase media, y alta; sabiendo que se pueden dar claras diferencias en cuanto a acabados y calidad; y por lo tanto en cuanto a costos, según sea el caso; pero, de cualquier forma se beneficiara a los estratos de la sociedad con dicho análisis. La finalidad de dirigir la investigación específicamente al tipo de vivienda mínima es la de demostrar que los Prefabricados son aplicables a cualquier tipo de unidades habitacionales.

De esta forma se puede establecer que el aporte que se ofrece con la elaboración de este documento abarca diferentes campos entre los que figuran: el campo social, el económico, el académico y el tecnológico.

1.3 OBJETIVOS.-

Objetivo General:

- Presentar las aplicaciones, ventajas y condiciones de los elementos prefabricados de concreto para su uso dentro de la rama de construcción de viviendas de interés social.

Objetivos Específicos:

- Proporcionar una alternativa de solución de infraestructura para vivienda en la Zona Oriental utilizando elementos prefabricados de concreto de peso normal.
- Comparar la ventajas económicas y constructivas entre la vivienda de interés social elaborada con bloque de concreto con respecto a la elaborada haciendo uso de prefabricados de concreto.
- Ofrecer una fuente de información acerca de los Sistemas Prefabricados de Concreto aplicados a la construcción de viviendas.
- Verificar que los sistemas planteados en el documento cumplan con lo establecido en las Normas de Construcción de Viviendas de El Salvador.

1.4 ALCANCES.-

- Establecer los beneficios económicos, técnicos, constructivos que ofrece la aplicación de los Sistemas Prefabricados de Concreto, que contribuya al mejoramiento del problema de viviendas en la Zona Oriental de El Salvador.
- Lograr incluir dentro del documento los tipos de Sistemas Prefabricados de Concreto utilizados actualmente en nuestro país en la construcción de viviendas y compararlos (aspectos como: costos, procesos constructivos y tiempo) con los métodos tradicionales que hoy en día se aplican a la elaboración de unidades habitacionales.

1.5 LIMITACIONES.-

- Se tomarán en cuenta los sistemas analizados en el transcurso de esta investigación, de los cuales se seleccionará uno.
- Nuestra investigación abarcará únicamente la Región Oriental de El Salvador.
- La falta de un reglamento que proporcione normas, diseño y especificaciones, en El Salvador para la construcción de viviendas con sistemas prefabricados de concreto.

- Los materiales utilizados en los diferentes tipos de sistemas investigados no se les realizarán ensayos de laboratorio.

- La investigación abarcará solamente la vivienda propuesta por este grupo, y se enfocará en aspectos: económicos, procesos constructivos y tiempo de ejecución de las obras analizadas.

- Solamente se analizarán los sistemas prefabricados de concreto de peso normal para vivienda que se comercializan en El Salvador.

1.6 METODOLOGÍA.-

Dentro de todo trabajo de investigación, es importante realizar un esquema metodológico, como un resumen gráfico a la metodología, la cual representa la manera de organizar el proceso de investigación. El esquema metodológico se realiza con el propósito de obtener una visualización mas clara de los pasos a seguir, y de lograr cada uno de los objetivos planteados. Dicho esquema, muestra una representación estructural del trabajo, así como también su secuencia correlativa como proceso de investigación, la cual se lleva a cabo a través de diferentes etapas, las que se definen a continuación:

- **ETAPA CONCEPTUAL:**

En ésta etapa, se presenta el *PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA* argumentando los hechos y factores que intervienen en la problemática en estudio, dentro de diferentes aspectos tales como: sociales, físicos y económicos. Asimismo se presenta una *JUSTIFICACION DEL TEMA*, la cual se refiere a una serie de factores que pretenden demostrar la importancia del mismo, a la vez que expone las bondades y beneficios que con lleva el desarrollo del trabajo. Posteriormente se determinan los *OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS*, siendo éstos los lineamientos a seguir para alcanzar las metas propuestas, estableciendo la línea del trabajo a realizar y su orientación; junto a los objetivos específicos, se presentan sus respectivas *LIMITANTES*, las cuales se refieren a los obstáculos que pudieran interponerse durante el desarrollo del

tema; así como también sus respectivos *ALCANCES*, siendo éstos la planeación de actividades que se pretenden realizar.

Los métodos expuestos serán planteados de acuerdo al objetivo a cumplir, así, según sea el caso se tendrá un Método Inductivo, cuya característica principal es que utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares, para llegar a conclusiones cuya aplicación es de carácter general, un Método Deductivo, mediante el cual se obtienen conclusiones partiendo de lo general, aceptado como válido, hacia aplicaciones particulares y un Método de Comprobación, mediante el cual y a través de análisis comparativos se confirman hechos generales.'

Posteriormente y a manera de introducción a la siguiente etapa y con el fin de aclarar dudas relacionadas al objeto del tema, se presentan una serie de conceptos y definiciones, para después poder manejar el proceso de investigación, luego se detallan en forma cronológica, los aspectos bibliográficos que dan una referencia histórica del tema, buscando su origen en forma explícita.

▪ **ETAPA DE INVESTIGACIÓN:**

Esta etapa comprende una de las partes más importantes del documento, la cual consiste en la investigación y cuyo objetivo radica en la recopilación de datos a través de diferentes métodos y/o estrategias, tales como: entrevistas, visitas de campo y consulta bibliográfica, que permitan beneficiar a cualquier persona que desee consultar el

documento. Se inicia con los aspectos generales relacionados a los dos componentes principales del tema los cuales son: Los Sistemas Prefabricados y su aplicación en la Vivienda de Interés Social, dentro de lo que se analizan básicamente las ventajas y desventajas de los mismos.

Con los datos obtenidos en la Etapa de Investigación, se procede a una serie de análisis que comprenden las *CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES* de los Sistemas Prefabricados, luego se procede a un análisis comparativo. Para finalizar, una vez clasificada la información obtenida de la mayoría de los sistemas prefabricados, se procede a un análisis generalizado de la *INFLUENCIA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION*, dentro de lo que se tratarán los aspectos: Físico, Social, Económico y Técnico.

▪ **ETAPA DE PRONOSTICO:**

Es dentro de ésta etapa donde se analiza la situación previa de aspectos relacionados a la vivienda y a los Sistemas Prefabricados, y los efectos y consecuencias de la situación actual, cuyo propósito será el de llegar a establecer la tendencia de los Sistemas Prefabricados en la Zona Oriental, ante los productos industrializados de la construcción; luego se investigan las influencias que sobre estos aspectos puedan tener las nuevas técnicas con el fin de prever futuros sucesos ante la implementación del tema.

▪ **ETAPA DE PROPUESTAS:**

Es aquí donde se exponen los medios para la realización de propuestas, a través de comparaciones de diseños y presupuestos de una misma vivienda pero con diferentes sistemas constructivos, lo cual proporciona respuestas a las diferentes problemáticas encontradas, ya que se estarán comprobando las principales ventajas de los sistemas prefabricados. Luego se procede a realizar algunas modificaciones a la misma vivienda, las cuales pueden basarse en la búsqueda de variables de diseño que se interrelacionen para producir elementos innovadores, llegando así a concluir el presente documento con una propuesta final.

1.7 CONCEPTOS Y DEFINICIONES.-

A continuación se presentan una serie de conceptos y definiciones ya establecidos los cuales servirán de base para llegar a conceptualizar una idea mas completa y de mejor comprensión de los puntos importantes a tratar relacionados al tema.

SISTEMAS PREFABRICADOS.

- Prefabricado: Dícese de los elementos prefabricados fuera de la obra efectuándose en esta solo la colocación.

(Diccionario Océano Uno, Editorial Océano, 1992).

- Son la elaboración en serie de elementos modulares que pueden ser usados en la construcción de diseños previamente elaborados, lo cual implica una serie de condiciones especiales tanto en lo que respecta al diseño como a la fabricación.

(Construcción Industrializada y Diseño Modular, Ediciones Rosario 17, 1974).

- Prefabricados son todos aquellos elementos o materiales que ya han sido confeccionados previamente, y de los que se puede disponer de inmediato en la obra para seguir avanzando en el proceso de construcción del proyecto que se ejecuta.

(Biblioteca Atrium de la Construcción, Editorial Océano Centrum, 1996).

- Prefabricado: Dícese de casas o edificios cuyas partes y componentes se construyen en serie en la fabrica y que solo se requiere de montaje y ajuste de dichas partes sobre el terreno para su erección.

(“Soluciones Habitacionales para la Emergencia con Carácter Permanente”, Tesis UAE., Arq. Marta Casanova, 1998).

- Una construcción prefabricada es aquella cuyas partes constructivas son en su mayoría ejecutadas en serie, en taller, con la precisión de los métodos industriales modernos, para formar un sistema constructivo coherente que satisfaga las condiciones normales de resistencia, aspecto, habilidad, confort y duración con el mínimo gasto.

(“Sistemas Prefabricados en la Arquitectura Salvadoreña”. Tesis UAE, 1989).

En conclusión: podemos decir que los **sistemas prefabricados** son elementos modulares, de carácter estructural o no, fabricados en serie en talleres; es decir fuera de lugar de la obra y que solo requiere de montaje y ajuste de sus partes y componentes para formar un sistema constructivo coherente que minimice costos satisfaciendo a su vez los aspectos relacionados al control de calidad.

VIVIENDA.

- Es la unidad habitacional que cumple satisfactoriamente las funciones de protección, independencia, intimidad y desarrollo del grupo familiar; que es estructuralmente buena, higiénica, y posee los espacios adecuados para las

diferentes funciones de la vida familiar, lo suficientemente amplios y bien diseñados para evitar el hacinamiento y permitir el máximo de intimidad.

(“La Programación de Vivienda y Desarrollo Urbano en la Política y los Planes de Desarrollo”, Ricardo Jordán C.E. y S., O.N.U. 1965, Pág. 3).

- Cualquier recinto que haya sido construido, edificado o transformado para habitación permanente o temporaria de una familia o grupo de personas que mantienen una organización similar a la de una familia.

(“Resumen General del Censo de Vivienda” Dirección General de Estadística, 1950).

- Se considera vivienda a los espacios en donde el hombre realiza sus actividades principales (internas o externas) y que tiene como fin principal proporcionar los espacios necesarios con dimensiones adecuadas, los servicios básicos, la infraestructura, servicios públicos y equipamiento comunitario necesarios.

(Diccionario Océano Uno, Editorial Océano, 1992).

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL.

- Se considera como vivienda de interés social, todo local estructuralmente separado o independientemente construido, convertido o dispuesto para servir de alojamiento permanente o temporal de personas (se caracteriza por albergar a una sola familia).

(“Segundo Censo de Habitación Urbana”, 1961, DIGESTYC, El Salvador).

Se puede concluir entonces en que **vivienda de interés social** es una unidad habitacional, permanente o temporal, estructuralmente separada o independiente, que comprende los espacios necesarios y adecuados para el desarrollo de un grupo familiar, y que cumple satisfactoriamente con las funciones de dicho grupo.

DÉFICIT CUANTITATIVO.

La definición tradicional de “déficit cuantitativo” de vivienda se basa en la comparación entre el número de hogares y el de viviendas permanentes. El monto en el cual la primera de estas cifras supera la segunda es lo que en la mayoría de los textos se designa como déficit cuantitativo.

DÉFICIT CUALITATIVO.

Al igual que en gran parte de los estudios relativos al tema, en este trabajo se ha asociado el déficit cualitativo a tres tipos de variables: la disponibilidad de servicios, la calidad y el estado de la construcción de la vivienda, y el hacinamiento.

HACINAMIENTO

Se refiere a una comparación entre el número de cuartos y el de personas que habita una vivienda. Puede ser estimado considerando tanto el “número de personas por dormitorio” como el “número de personas por habitación”.

1.8 ANTECEDENTES HISTORICOS.-

1.8.1 SISTEMAS PREFABRICADOS.

a. EXPERIENCIAS EN OTROS PAISES.

La prefabricación es tan antigua como la misma humanidad, hace ya varios milenios, antes de nuestra era, ya el hombre empleaba elementos prefabricados.

El termino prefabricación ha sido utilizado para denominar a los elementos de construcción, hechos en serie para posteriormente ser colocados en la obra; partiendo de lo anterior se puede decir que el uso de elementos prefabricados no es nuevo, ya que desde la antigüedad el hombre ha construido de esta forma, siendo sus primeras manifestaciones la piedra tallada y paralelepípedos de arcilla utilizados en la construcción de templos y monumentos en Babilonia.²

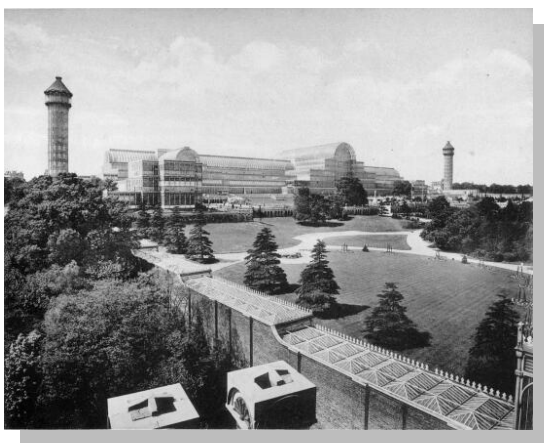
Los griegos, utilizaron este principio para la construcción de viviendas y edificios, ejemplo de ello es que el friso de algunos de sus templos, eran construidos tomando como base las metopas y triglifos; a este mismo principio de repeticiones es usado en las vigas.³

² Talleres Vocacionales para la Elaboración de Prefabricados de Concreto Arquitectónico. Pág. 31

³ ídem. Pág. 3

En América, el imperio Inca y la civilización Maya, de la misma forma que lo hicieron los pueblos de la región del Nilo, utilizaban métodos originales para movilizar entonces bloques de piedra previamente labrados para construir monumentos, fortalezas y templos.

Fue hasta mediado del siglo XIX que se aplicaron los nuevos conceptos de industrialización en la producción de los prefabricados para la construcción de viviendas.



En Inglaterra la situación geográfica y la escasez de madera, condujo a los ingleses a la invención de nuevas técnicas de construcción, llegando así a la prefabricación; un ejemplo característico de esta fue el Palacio de Cristal de Londres, construido en 1851 por Sir Joseph Pastón, a

base de paneles de vidrio y marcos de acero; con el fin de alojar la exposición universal de ese año.

Estados Unidos de Norte América irrumpió en el mercado de viviendas prefabricadas en serie, desde la crisis de 1930, cuando el Estado fomentó y financió este tipo de construcción. Los elementos prefabricados de fachadas, fueron empleados por primera vez, en el aumento de pisos de viviendas de tipo medio, sobre los ya existentes; luego las pesadas paredes exteriores, eran sustituidas por elementos ligeros, lo cual

permitía aliviar la carga. Este sistema se empleó posteriormente en la construcción de nuevos edificios, en los cuales todas las paredes exteriores estaban construidas por elementos prefabricados de fachadas.

En la región de los países Escandinavos, se ha llevado un desarrollo constante e ininterrumpido de la construcción, usando nuevos métodos de prefabricación, tales como construcción con grandes placas de hormigón para edificios de viviendas de varios pisos y el uso de piezas prefabricadas de madera para casas en serie. Los centros de mayor desarrollo de construcción a base de placas de hormigón, son: Malbo, Estocolmo, Copenhague y Helsinki, en los cuales se prefiere la prefabricación a pie de obra.

En Francia, fue F. J. Monier quien en 1849, empezó a elaborar los primeros elementos de concreto armado. El concreto preesforzado fue inventado después por el Ing. P. H. Jackson en 1866, y su sistema consistía en sujetar con tirantes de varillas de acero, piedras artificiales y arcos de concreto que luego se utilizaron como losas de pisos. Con este descubrimiento se incrementó el uso de elementos prefabricados, ya que la técnica de los lechos de pretensados, vino a constituir el método más importante de fabricación de elementos para construcciones industriales.

En 1854, en una exposición celebrada en Paris, fueron exhibidas cuatro casas que habían sido totalmente prefabricadas con piezas de madera y que posteriormente fueron embarcadas hacia Sydney, Australia donde se reconstruyeron.

Para el año de 1948, Raymond Camus propuso un sistema de prefabricación y obtuvo para el mismo, la autorización del “Centro Técnico y Científico de la Edificación”, que era el laboratorio de ensayos del Ministerio de Reconstrucción. En 1950, recibió el primer pedido importante de viviendas de cuatro pisos en la ciudad de Le Havre.

La industrialización de la construcción a nivel general, se incrementó y tuvo su auge en Europa después de la Segunda Guerra Mundial, pues fue una necesidad el tener un método rápido y masivo de construcción. Lo cual no podía lograrse sin la aplicación de la prefabricación.

Las aplicaciones más importantes y más numerosas de la prefabricación conciernen al concreto, ya que desde los inicios de la tecnología de éste material (mediados del siglo XIX) se vienen empleando elementos prefabricados a base del mismo. Un ejemplo de esto, es la Iglesia de San José, construida en 1952 por uno de los pioneros del uso del concreto preesforzado, Auguste Perret, en la ciudad de Le Havre,



Hoy en día, la construcción prefabricada tiene un papel preponderante en Francia, pues ha establecido la estructura de conjunto de los precios y ha logrado un abaratamiento de los mismos.

En Alemania Occidental, los primeros ensayos de prefabricación surgieron en Frankfort, donde se construyó una sede de grupos de viviendas bajo la dirección de Ernesto Mai y entre los cuales destacan los de Romerstadt, Westhausen y Praunheim. Sin embargo después de haber vivido largos años de guerra, se deseaba que las construcciones fueran seguras y durables, lo cual no podía alcanzarse con la prefabricación, y por esta razón se incremento el uso de construcciones tradicionales.

b. ANTECEDENTES EN EL SALVADOR

Al hablar de los Sistemas Prefabricados en nuestro país, es necesario establecer cronológicamente la evolución que estos han tenido, de igual manera, se hace indispensable hablar de la historia, la cual en el caso de El Salvador, a lo largo del siglo recién pasado y dentro del poco tiempo recorrido en el presente siglo, se ha visto caracterizada por cambios constantes y muchas veces bruscos que conciernen a los aspectos de tipo económico, social, político y natural y que afectan de manera inevitable a la industria de la construcción y a medida que se hace un recuento de la evolución de la aplicación de los sistemas prefabricados se puede observar la influencia que dichos cambios han teniendo en esta evolución.

Las primeras luces de la utilización de prefabricados en nuestro país se da a finales del siglo XIX con la aparición de las primeras edificaciones hechas a base de lámina troquelada con diversos grabados que por lo general se utilizaban como

elementos de fachada en viviendas y edificios públicos, como se puede observar en los barrios más antiguos especialmente de la ciudad de San Salvador.

El ejemplo más claro de las primeras aplicaciones de prefabricados, es el edificio del Hospital Rosales, inaugurado aproximadamente en el año de 1912 y que está hecho a base de lámina troquelada traída desde Bélgica y ensamblado completamente en el país.



De forma general y en contribución a la innovación en los sistemas constructivos; en el periodo entre 1900 y 1945, aparecen, nuevos materiales como el cemento, cielos falsos de acero troquelado, etc., y comienza a darse una importación de edificios completos prefabricados con el fin de ensamblarlos en el lugar de la obra

Entre dichos años hacen también su aparición, el sistema mixto y el concreto armado, así como nuevos conceptos en estructuración, lo que conlleva a innovaciones en la construcción y la tecnificación de la mano de obra en la industria de la construcción.

Para el caso de la vivienda los cambios comenzaron entre las décadas de 1950 y 1960, cuando la falta de la misma, es vista como un problema que debía ser enfrentado por organismos del gobierno, lo que trae consigo la construcción de las primeras viviendas semi-prefabricadas, y con la fundación del Instituto de Vivienda Urbana

(I.V.U.) se hace uso de la prefabricación en la construcción de algunos edificios multifamiliares.

En la década del 50 específicamente, surge un sistema pionero en nuestro país, inventado por el Arq. Enrique Salaverría, y conocido como **Maistro Prefa**, el cual consistía en la elaboración de planchas o losetas de concreto de fácil manejo, cuyo sistema de sujeción era a base de columnas o perfiles ranurados en los cuales se sobreponían las placas. Este sistema no pudo ser superado posteriormente a mediados de la década del sesenta, cuando la empresa **Casa Propia**, hace uso de paneles de concreto de gran tamaño en casas unifamiliares de una y dos plantas, ya que si bien el uso de vigas pretensadas de concreto para el entrepiso es básicamente propio de los prefabricados; la utilización de moldes de duraluminio para el colado integral de losas y paredes, no lo es. Probablemente por esta razón y después de haber construido un número muy reducido de viviendas con este sistema, la empresa, fundada por un grupo de ingenieros y arquitectos, desapareció años después.

En la misma época, la empresa Arco Ingenieros, comienza a trabajar con elementos prefabricados de concreto tales como losetas para entrepisos y vigas postensadas para puentes. Ya en el año de 1972, surge la empresa **Concreto Preesforzado S.A. (COPRESA)**, que por medio del Ingeniero Emilio Puente, desarrollan el ahora conocido como sistema de viguetas pretensadas y que ha sido

utilizado en la construcción de entrepisos, así también desarrollan las bovedillas de concreto o de poliestireno expansible.

El primer ejemplo de la aplicación de los sistemas de COPRESA en entrepisos es el Hotel Alameda, ubicado sobre la Alameda Juan Pablo II y construido en 1973.



Ya en la década del 80, cuando en nuestro país enfrenta problemas aun mas agudos de vivienda, se observa la necesidad de aplicar las experiencias adquiridas por otros países que han logrado superar dichos problemas a través de la construcción con sistemas prefabricados. Ejemplo de estos países han sido, sobre todo Gran Bretaña y Estados Unidos, donde se dirigen las investigaciones no solo a elaborar prefabricados, sino a buscar alternativas dentro de estos, así experimentan en la fabricación de sistemas más livianos de vidrio, aluminio, acero, plásticos y otros materiales que faciliten su montaje. De esta forma, para entonces en esos países, se habían construidos ya muchos edificios viviendas unifamiliares con diversos tipos de materiales.

Sin embargo, volviendo a nuestro país, fue el concreto el que siguió con mayor auge en prefabricados, así en 1987 aparece la empresa **PREFABRICADOS S.A. de C.V. (PREFASA)**, cuyo sistema (similar al Maestro Prefa de la década del 50), consiste básicamente en placas de concreto unidas a columnas pretensadas y cuya aplicación se dio entonces principalmente en viviendas pequeñas y bodegas.

Dos años más tarde, surge una planta que elaboraría placas aligeradas de concreto preesforzado (**PREXCON**). Este sistema ha sido utilizado para entrepisos y paredes o en combinación con el sistema de bloques de concreto.

Ya en la década pasada (1990) aparecieron nuevos métodos o sistemas constructivos que han agilizado enormemente hasta ahora la construcción de grandes obras. En esta misma época, la empresa del Arquitecto Ricardo Jiménez Castillo, introduce en la construcción de muchas de sus obras, la aplicación de paneles arquitectónicos de concreto como elementos estéticos en las fachadas. Uno de los ejemplos de edificios construidos en Agosto de 1996, a base de paneles prefabricados, es el edificio de La Prensa Grafica cuya moderna infraestructura, diseñada bajo aspectos funcionales y futuristas y proyectada desde 1993, se encuentra ubicada en el Boulevard Santa Elena.

Con el tiempo, no sólo el concreto ha sido empleado como materia prima de los prefabricados, ya que han surgido empresas que se han dedicado a experimentar con diferentes materiales y hasta la fecha se cuenta con prefabricados hechos a base de poliuretano, fibra de vidrio, yeso, fibrocemento, etc. que son hasta ahora, los mas novedosos métodos empleados en nuestro país.

De esta forma se encuentran actualmente empresas como: **AMANCO**, que entre otros trabaja con sistemas constructivos livianos como el Plycem Fibrolit, que consiste en placas fabricadas con cemento Pórtland reforzado con fibras naturales mineralizadas

libres de asbestos; **SOLAIRE**, cuyo más novedoso sistema, es el Unipanel, producto compuesto de dos hojas de acero aluminizado y pre-pintado con un núcleo de espuma de poliuretano; **MONOLIT**, con su sistema constructivo mas moderno, seguro e innovador, fabricado con un núcleo de espuma de poliestireno expandido y electromalla de acero de alta resistencia, llamado Electropanel; entre otras.

A continuación se presenta en un cuadro resumen las empresas que han sido precursoras en lo que a prefabricados en nuestro país se refiere y los sistemas con los que incursionaron en su tiempo.

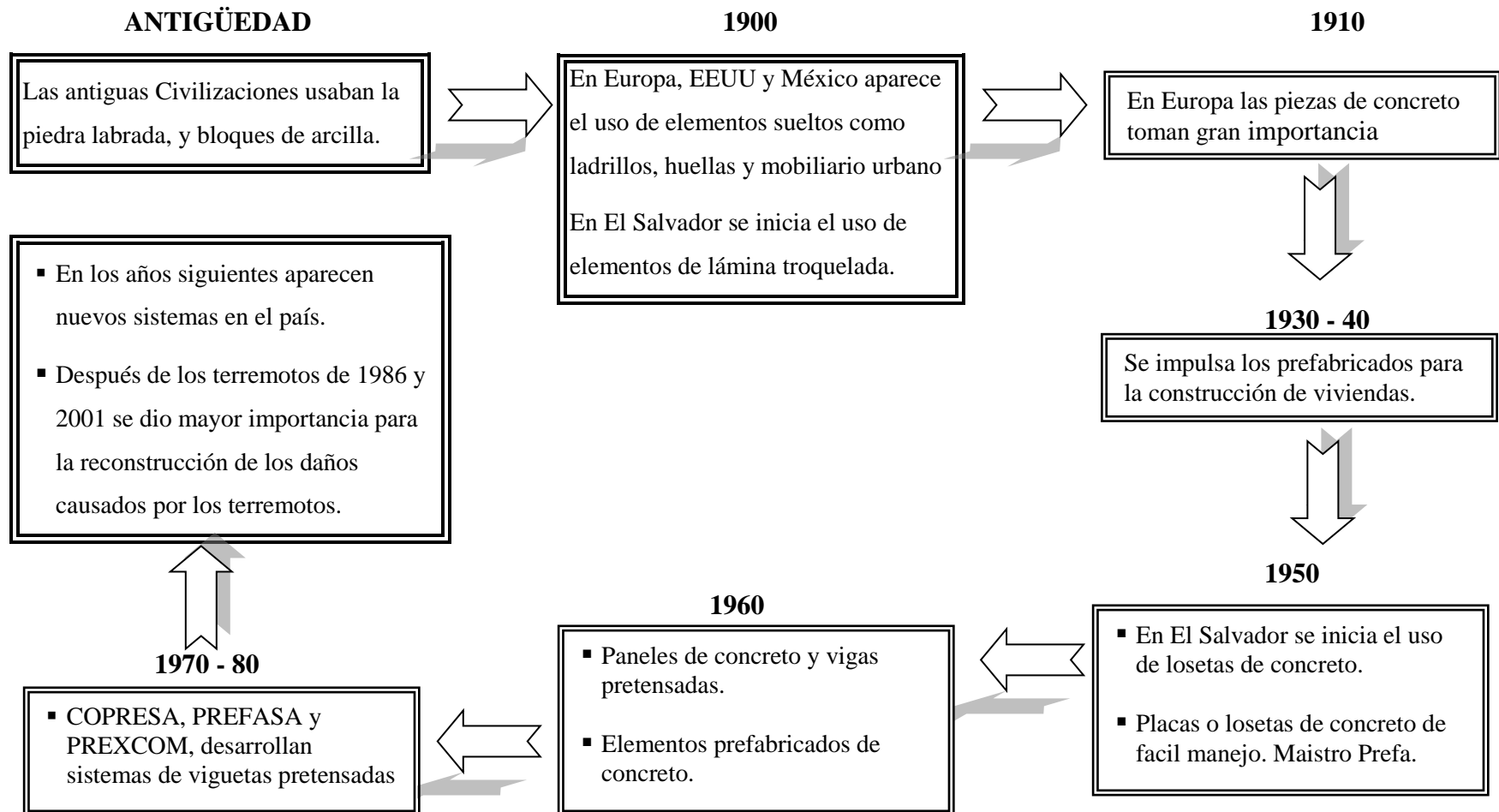
EMPRESAS PRECURSORAS Y SUS SISTEMAS.

EMPRESA	AÑO DE FUNDACION	SISTEMAS
MAISTRO PREFA	1955 aprox.	Planchas o losetas de concreto de fácil manejo.
CASA PROPIA	1960 aprox.	Paneles de concreto y vigas pretensadas.
ARCO INGENIEROS	1960 aprox.	Elementos prefabricados de concreto.
COPRESA	1972	Sistemas de vigas pretensadas y bovedillas de concreto o de poliestireno expandible.
PREFASA	1987	Placas de concreto unidas a columnas pretensadas.
PREXCON	1989	Placas aligeradas de concreto preesforzado.

Fuente: Investigación de Campo.

A partir de 1990 hasta la fecha han aparecido diferentes empresas con nuevos sistemas para la construcción de viviendas, mejorando en calidad los sistemas antes mencionados con la finalidad de elaborar elementos seguros y confiables para la sociedad en general.

ESQUEMA DE ANTECEDENTES HISTORICOS MÁS RELEVANTES DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.



1.8.2 ANTECEDENTES DEL SECTOR VIVIENDA EN EL SALVADOR.

a. INSTITUCIONES RELACIONADAS A LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL.

La consideración de la falta de vivienda como un problema que debe ser solventado por organismos tanto del estado como de la empresa privada, trajo consigo, en una primera etapa la creación de diferentes instituciones, las cuales han ido surgiendo con el correr de los años.

Así, se tiene que en 1932 nace la **Junta de Defensa Social**, luego conocida como **Mejoramiento Social** como una institución autónoma de interés público y con el objetivo de elevar el nivel económico del pueblo salvadoreño, proporcionar vivienda barata en calidad de bien familiar a los estratos de ingresos bajos del área urbana y rural que serían pagaderos a largo plazo.⁴

Como otra política en esa época, se funda en 1934 el Banco Hipotecario de El Salvador, con el objetivo de conceder préstamos sobre bienes inmuebles; pero éste canalizó sus recursos hacia otros sectores de la economía sin considerar el sector vivienda.

⁴ Tendencias de los Costos de Construcción Mediante un Análisis Comparativo en el Tiempo en Vivienda de Bajo Costo. Tesis UCA, 1985.

En 1950 se crea el **Instituto de Vivienda Urbana** como sucesor de los organismos que bajo diferentes denominaciones, fueron creados desde 1932.

Durante los primeros años de su fundación se ejecutaron programas para la construcción de viviendas de interés social, de los cuales son un ejemplo proyectos tales como los de las colonias Minerva, Nicaragua, Costa Rica, Centro América, Libertad, etc. Al mismo tiempo se llevaron a cabo proyectos de vivienda económicas en las colonias Montserrat, 10 de Septiembre, Atlacatl; barrios Santa Anita y Lourdes.

A lo largo del periodo 1959-1960, el Instituto efectuó varios proyectos que le permitieron ensayar nuevos procedimientos de construcción, usando elementos prefabricados de concreto pretensado, bloques y losetas para paredes y techos.

Vale la pena mencionar otro de los experimentos realizados por éste Instituto en el año de 1963, en el cual se construyeron seis casas experimentales en el Centro Urbano San Antonio, con el objeto de poner en práctica nuevas técnicas y el uso de nuevos materiales para determinar cuáles se adaptaban mejor a los programas del I.V.U.

Con los años, se siguió con la búsqueda de nuevos diseños y métodos constructivos que llevaran a encontrar la solución más económica para la vivienda; se experimentó con diversos materiales tales como bloques, paneles de asbesto y marcos de acero, tanto para la vivienda unifamiliar como en edificios multifamiliares.

En el lapso de 1962 a 1970, el Instituto construyó un total de 10,837 unidades habitacionales, obteniendo entonces un promedio aproximado de 1,200 viviendas por año y para 1978 había producido más de 23,000 unidades.

En el sector rural, se creó también en el año de 1950, **el Instituto de Colonización Rural (I.C.R.)**, con el objetivo de contribuir al mejoramiento social y material de los trabajadores del campo. A pesar de que el Instituto contaba con una sección de vivienda rural, sus actividades relativas a la vivienda fueron perdiendo importancia al punto que durante 1969 y 1970 no fue construida ni una sola vivienda y su unidad de vivienda, desapareció, transformándose en **el Instituto de Transformación Agraria (ISTA)**.

En 1962 se crea el **Consejo de Planificación y Coordinación Económica (CONAPLAN)** como un organismo asesor y consultor del poder ejecutivo y cuya Sección de Vivienda, Agua Potable y Alcantarillado se creó en 1968 después de permanecer dependiente de la Oficina Técnica de Planificación; sin embargo, esta situación duró poco tiempo, ya que a partir de 1971, las funciones relativas al aspecto vivienda no estaban claramente determinadas en la estructura de CONAPLAN.

La producción industrial de viviendas se incrementa a partir de la creación de la **Financiera Nacional de la Vivienda (F.N.V)** en el año de 1963, la cual comenzó a funcionar en el año de 1965, a través de las Asociaciones de Ahorro y Préstamo y su

objetivo era el de captar un gran volumen de ahorro para orientar nuevos recursos del sector privado a la construcción de viviendas.

En el periodo de 1965 a 1970, la FNV financió la construcción de 3,188 viviendas; 159 unidades destinadas a familias con ingresos medios, 797 para familias de ingresos medio-alto y 2,232 para ingresos altos, y para 1978 había financiado un total de 26,500 viviendas, principalmente viviendas unifamiliares. De ésta forma, la financiera, incrementó la oferta convencional de vivienda, aunque lo hizo beneficiando en un 85% a familias de ingreso medio-alto y alto, con lo que contradijo de ese modo, su ley, en la que aclaraba que el propósito de la institución era beneficiar a los estratos medio y bajos.

Por otra parte la empresa privada, construyó un total de 9,399 unidades entre 1962 y 1970, lo que da un promedio aproximado de 1,174 viviendas por año.

En 1968, la política habitacional se orienta a los sectores de menores ingresos mediante la creación de programas de auto-construcción, por medio de la construcción de viviendas racionalizadas. Estos se efectuaron en una participación directa y organizada de la comunidad nacional en la construcción de viviendas y equipamiento comunitario.

Como consecuencia de ésta política habitacional, se constituye legalmente en 1970 la **Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima (FUNDASAL)**,

una institución particular de utilidad pública sin fines de lucro y que tiene como fin el promover el desarrollo humano y el cambio social en las comunidades marginales. Inició sus actividades trabajando con los moradores de los asentamientos ubicados en los márgenes del río Acelhuate que para la temporada de lluvias de 1968 se vieron afectados por el desbordamiento del río.

El plan para el periodo de 1972 a 1976, estableció como meta para el primer año del plan, la construcción de mil viviendas. Solamente se iniciaron 536 soluciones habitacionales para dicho año, pero en cambio se adquirieron los terrenos que permitieron presupuestar y planificar 782 viviendas más.

En 1973 se crea el **Fondo Social para la Vivienda (FSV)** como una institución de crédito de derecho público y agente redistributivo del ingreso y como una institución de seguridad social, dependiendo su recolección de cuotas del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), teniendo como objeto solucionar el problema de la vivienda de los trabajadores inscritos en el sistema de seguro social. Esta institución, para el año de 1978 financió un total de 51,000 viviendas en su mayoría unidades convencionales de interés social.

Así también, se creó en 1992 el **Fondo Nacional de Vivienda Popular, (FONAVIPO)**, una institución que contribuye el cumplimiento de la política social del Gobierno Central en materia de vivienda popular y cuyo objetivo es facilitar a las

familias salvadoreñas de más bajos ingresos, el acceso al crédito, que les permita solucionar sus problemas de vivienda y las condiciones mas favorables para el financiamiento habitacional de interés social. FONAVIPO funciona como una institución de segundo piso que opera a través de una red de instituciones autorizadas.

Entre los resultados obtenidos por FONAVIPO desde su año de fundación hasta 1999, se tiene que ha beneficiado con oportunidades de crédito a través de sus diferentes programas a un total de 48,592 familias.

Entre las diferentes instituciones que han sido fundadas a través del tiempo, dirigidas al sector vivienda y que aún continúan sus funciones están: El Banco Hipotecario, FUNDASAL, el FSV y FONAVIPO, entre otras. Además, el FSV está promoviendo la creación de un Fondo de Garantía para créditos otorgados a trabajadores independientes, a fin de volverlos sujetos de crédito; este fondo se conocería como FOGAVI.

A continuación se presenta un cuadro resumen, en el cual se detallan las diferentes instituciones que de una u otra manera, se han visto involucradas en el sector vivienda.

INSTITUCIONES RELACIONADAS A LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.

INSTITUCION	AÑO DE FUNDACIÓN	TIPO DE AYUDA
Mejoramiento Social	1932	Sistema de Financiamiento a Largo Plazo
Banco Hipotecario.	1934	Concede Prestamos sobre Bienes Inmuebles
IVU	1950	Programas de Construcción.
ICR	1950	Asistencia Técnica para la Propiedad
CONAPLAN	1962	Asesoría y Consultoría al Estado.
FNV	1963	Sistema de Financiamiento para Construcción a Través de Asociaciones de Ahorro y Préstamo.
FUNDASAL	1970	Programas de Construcción de Vivienda.
FSV	1973	Financiamiento para Compra de Vivienda.
FONAVIPO	1992	Proporciona Accesos a Créditos.

Fuente: Revistas del Instituto Salvadoreño del Concreto y el Cemento (ISYC).

b. INSTITUCIONES RELACIONADAS AL FINANCIAMIENTO DE LA VIVIENDA.

Las instituciones que proporcionan créditos para viviendas que sobrepasan el valor de la vivienda de carácter social, son en su mayoría instituciones bancarias, las cuales se encuentran regidas por el Banco Central de Reserva de El Salvador, el cual fue fundado como una sociedad anónima, el 19 de junio de 1934.

Dentro de la organización y Administración del Banco se creo la **Superintendencia del Sistema Financiero**, cuya función principal es vigilar el

cumplimiento de las disposiciones aplicables al Banco Central, bancos, financieras y sociedades de seguro e Instituciones Oficiales de Crédito, entre las que en relación a financiamiento de vivienda, tenemos:

Banco Ahorromet Scotiabank, Banco Salvadoreño, Banco de Comercio, Banco Agrícola, Banco Cuscatlán, Banco Hipotecario, etc.

Los créditos otorgados por dichas instituciones, varían en relación al porcentaje en las tasas de interés, el plazo de pago y el monto del préstamo; dependiendo de cada institución y del valor total de la vivienda. De esta manera, se presenta a continuación un cuadro resumen comparativo que incluye de forma general cierta información reciente, obtenida a través de dichos bancos acerca de los créditos que estos ofrecen.

CUADRO RESUMEN DE INSTITUCIONES BANCARIAS.

<i>INSTITUCION BANCARIA</i>	<i>TASAS DE INTERESES ACTUALES</i>	<i>AÑOS PLAZOS</i>
Banco Cuscatlán.	12.45%	+ de 1
Banco Procredit.	18.75%	+ de 1
Banco Salvadoreño.	20.91%	+ de 1
Banco Hipotecario.	20.00%	+ de 1
Banco de Comercio	15.98%	+ de 1
Banco Agrícola.	16.46%	+ de 1
Banco Promerica.	12.21%	+ de 1
Banco Ahorromet Scotiabank.	11.95%	+ de 1

Fuente: www.bcr.gov.sv (Banco Central de Reserva) Marzo 2006.

Aunque hasta la fecha, un amplio margen de la población no tiene acceso a una vivienda adecuada, lo anterior demuestra que tanto el Estado como las empresas privadas, no han cesado su preocupación por la creación de viviendas que si bien a corto plazo no logran resolver el problema habitacional, solventan al menos la carencia de vivienda.

De la misma manera que diferentes instituciones gubernamentales, empresas privada y ONG's han contribuido a través del tiempo a reducir el déficit habitacional, diversas organizaciones internacionales y embajadas de diferentes países, han dado su aporte hasta la fecha y sobre todo en momentos de desastres como han sido los terremotos e inundaciones que han afectado de manera directa entre otros aspectos al sector vivienda.

CAPITULO III

MARCO REFERENCIAL

2.1 GENERALIDADES.-

El creciente auge de la industrialización en la construcción se debe fundamentalmente a una serie de aspectos relacionados entre si como son:

- **Las posibilidades técnicas**, que cada día son más avanzadas y amplias para el desarrollo de proyectos en cuanto a sistemas constructivos.
- **El desarrollo de la racionalización y automatización del trabajo** para alcanzar mayores rendimientos con menores costos.⁵

Dichos aspectos, son aplicables de forma directa a la producción y aplicación en obra de los Sistemas Prefabricados: cuyos elementos, fabricados en grandes series por los métodos de producción en masa, son montados en las obras mediante aparatos o como en ciertos casos, a través de una baja cantidad de operarios.

En general, la técnica de la prefabricación en la industria de la construcción, proporciona los métodos y conocimientos adecuados, a través de la capacitación técnica del personal, y mediante los cuales la construcción de viviendas y edificios pueden ejecutarse, en algunos casos con valores de costo y tiempo considerablemente menores que los requeridos si se empleara otro procedimiento tradicional de la construcción.

⁵ Fuente: Biblioteca Atrium de la Construcción. Océano Centrum. Barcelona, España, 1996

Esto se debe básicamente a que “el lento proceso acostumbrado en la construcción se transforma en un acelerado sistema de premoldeo de elementos y de montaje posterior de los mismos”.⁶ lo que pone de manifiesto la aplicación de los aspectos de la industrialización en los Sistemas Prefabricados.

De acuerdo a esto se puede determinar en primera instancia y de forma general que los Sistemas Prefabricados tienen a su favor un factor determinante para el aumento de la productividad en la actividad constructiva, convirtiéndola en una verdadera industria.

De manera específica y con relación a la vivienda, se puede decir que la prefabricación ha demostrado ser una solución eficaz en los programas de construcción masiva de viviendas en diversas partes del mundo, con lo que se ha venido a revolucionar en cierta medida el concepto tradicional de vivienda para convertirla en un bien capaz de ser producido en un taller o fábricas con base a diseños racionalizados.

La construcción se efectúa en dos etapas: la fabricación de los elementos en la fábrica y el montaje de los mismos en la obra, por lo que se le denomina “construcción prefabricada o también construcción por montaje de casas, pues es otra característica de los sistemas”.⁷ Es de éste y de otros aspectos generales de los Sistemas Prefabricados como lo son sus ventajas y desventajas y sus características, que se pretende ampliar a lo

⁶ Revista del Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto (ISCYC) Año 3 N° 8, El Salvador 1990.

⁷ Revista del ISCYC Año 3 N° 8, El Salvador 1990

largo de esta investigación con el fin de obtener un documento con la información mas completa que se pueda reunir.

2.1.1. LA MODULACIÓN COMO BASE DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS.

“Todo proyecto necesita una coordinación dimensional. Longitudes, superficies y volúmenes, tienen que ser dimensionados relacionándolos estrechamente entre si”.⁸

Esto quiere decir que el dimensionamiento de cualquier edificio, desde sus componentes principales hasta los más pequeños detalles, requiere de un sistema de dimensiones, el cual debe seleccionarse teniendo en cuenta dos factores:

a. La función: que determine las dimensiones principales, las dimensiones de los espacios y habitaciones, etc.

b. El procedimiento de construcción: que determina las dimensiones de cada componente constructivo.

Al determinar las dimensiones de las habitaciones, de los espacios y de los componentes constructivos de un edificio, a menudo se puede encontrar que se repite cierto número de las mismas: por ejemplo, en habitaciones con idéntica función, se repiten determinadas medidas, o como en el caso de muchos detalles estructurales que

⁸ “Construcción Industrializada y Diseño Modular” Nissen, Henrik, Copenhague, Dinamarca, 1974

tienen la misma función y por ello se les proporcionan las mismas dimensiones.

De esto se resume que “el principio de repetición se justifica por necesidades funcionales y por condiciones estructurales”; asimismo, dicho principio facilita tanto el diseño como la ejecución del trabajo.

Con relación a lo anteriormente definido, es importante mencionar que los procedimientos constructivos basados en el empleo de componentes prefabricados son los que más partido sacan de éste principio.

Por otra parte, una vez que se logra una correcta concepción y aplicación del principio de repetición o modulación en los diferentes componentes de un edificio y se tienen también cubiertos los requisitos de calidad que deben cumplir determinados productos, dichos componentes pueden ser manufacturados en fábricas diferentes y luego, utilizarse en la misma estructura, lo cual conlleva a la organización del trabajo, con lo que a su vez se obtiene una mayor productividad en la industria.

Este proceso, requiere sin embargo, que tanto las fábricas como el trabajo en la obra operen sobre la base de un mismo sistema de dimensiones que sea respetado con un grado de precisión adecuado, es decir que debe existir un acuerdo sobre la precisión de la producción. “Se puede decir que se ha conseguido un grado adecuado de precisión

cuando los componentes encajan, o sea cuando pueden ser colocados en su sitio en el edificio sin necesidad de “retocar” su forma o sus dimensiones”.

Con la utilización de estos componentes modulares previamente fabricados, se logra lo que se conoce como: **Diseño Modular**, el cual representa la base de la industrialización de la construcción y de los Sistemas Prefabricados en general.

2.1.2 SISTEMA DE VIVIENDAS PREFABRICADAS.

Los procedimientos tradicionales se han racionalizado al sustituir paulatinamente los elementos clásicos: ladrillos, madera y piedra tallada, por los elementos prefabricados elaborados por las diferentes fábricas. La evolución de este procedimiento a sido debido, tanto a la prefabricación de los elementos ligeros, tales como: bloques huecos, bovedillas, vigas, placas, entre otros, como al desarrollo paralelo de los dispositivos destinados al manejo de materiales, al presentar mejor capacidad de transporte y elevación en peso, así como un mayor radio de acción.

De esta forma el tamaño de los elementos ha ido en aumento, aunque también su peso, apareciendo así los pórticos prefabricados, los paneles de paredes, portantes o de cierre, y las paredes del tamaño de la habitación.

En los países de mayor desarrollo, en donde han sido acogido estos sistemas con indudable éxito, las técnicas modernas de prefabricación y en los que los promotores o clientes son el Estado o las Municipalidades, la construcción masiva se ha adoptado y aplicado con satisfactorios y brillantes resultados.

Tomando en cuenta que la construcción con los sistemas prefabricados va caminando en dos direcciones; de un lado, está la construcción por paneles, tan sólo aplicada en la edificación de viviendas; de otro, se encuentra la construcción de la estructura o esqueleto más en consonancia con la construcción del tipo de naves, dentro del sector industrial.

El acuciante problema de la falta de viviendas ha conducido a la ejecución de bloques uniformes, cuya unidad de vivienda se repite varias veces. Tal reiteración permite descomponer la vivienda en cierto número de piezas básicas repetitivas, que pueden construirse en fábricas o en la obra, de tamaño compatible con la composición arquitectónica de la edificación y en consonancia con la facilidad de moldeo, la posibilidad de transporte y los dispositivos de elevación.

De acuerdo con este tamaño de los elementos fabricados en serie, a continuación se indican las técnicas de la prefabricación que han arraigado en los dominios de la construcción en diferentes partes del mundo que utilizan estos sistemas.

1. Prefabricación Pesada.

Es en este sector de la prefabricación donde más palpablemente se ha manifestado la industrialización de la construcción y hacia la que se tiende, como mejor solución, para hacer frente a la crisis de la vivienda. La prefabricación pesada es utilizada bajo la forma de grandes paneles, cubriendo vertical y horizontalmente la superficie con una o varias piezas.

Cuando exista la garantía de que el mercado tendrá la suficiente capacidad como para absorber toda la producción, tanto en número como en continuidad, este sistema es el que se impondrá sobre los demás, adoptando la solución de fábrica fija. Normalmente este tipo de sistema sólo es adecuado en regiones donde las necesidades son grandes, con lo que queda asegurada la prefabricación en serie.

El presente sistema posee muchas ventajas, permitiendo obtener rendimientos satisfactorios.

2. Prefabricación Ligera.

Con este procedimiento, que como el anterior constituye una de las expresiones de la prefabricación total, se lleva a cabo la prefabricación en fábrica de elementos de construcción que pueden ser empleados en obra utilizando los medios usuales para su transporte y elevación, sin la necesidad de recurrir a dispositivos potentes y costosos, como ocurre en la prefabricación pesada.

Como diferencias más sobresalientes al compararlo con el sistema de prefabricación pesada, caben destacarse dos: por una parte, el radio de acción de la fábrica podrá aumentar considerablemente y, por otra, si además de elementos ligeros intervienen elementos pesados, como escaleras, paneles, etc., éstos pueden ser ejecutados in situ.

3. Prefabricación Parcial

Mediante este procedimiento los elementos prefabricados pasan a ser utilizados en una construcción tradicional evolucionada.

Dichos elementos pueden ser de dos tipos: unos son poco manufacturados, sin necesidad de máquinas complejas ni excesivos cuidados, para cuya fabricación las instalaciones foráneas ofrecen mayor productividad y rentabilidad; otros, por el contrario, son complejos y, en general, ligeros, necesitando una esmerada precisión así como el empleo de máquinas especiales.

Disposiciones Estructurales.

La estructura general de un edificio prefabricado está constituida por el acoplamiento de las cimentaciones, de los muros o paneles estructurales o de elementos del esqueleto y de las losas o forjados de techos, siendo su función la de transmitir las solicitaciones dependientes del edificio y de resistir los esfuerzos según las hipótesis de cargas.

Atendiendo al cometido asignado, los muros o paneles estructurales pueden clasificarse como sigue:

- a) Paneles portantes o resistentes, cuya función principal es la transmisión de las solicitaciones verticales provenientes de los forjados y muros de los pisos superiores.
- b) Paneles autoportantes o de cierre de espacio, cuyo cometido es el de soportar o transmitir su peso propio y el que incide de los correspondientes a los pisos superiores.
- c) Paneles de arriostramiento, cuya misión es proporcionar la rigidez necesaria a la obra.

Estructura.

Según el sistema estructural que transmite las solicitudes de los paneles o muros y de los forjados de los pisos superiores, las construcciones formadas por elementos prefabricados se clasifican en los tipos siguientes:

1. Construcción con paneles portantes o resistentes, permitiendo las disposiciones que siguen:
 - 1-a. Sistema longitudinal.
 - 1-b. Sistema transversal.
 - 1-c. Sistema cruzado u ortogonal.

2. Construcción con elementos estructurales, la cual permite las variaciones siguientes:
 - 2-a. Sistema con pies derechos y vigas prefabricadas.
 - 2-b. Sistema con pies derechos y sin vigas.
 - 2-c. Sistema con pórticos.

3. Construcción con elementos espaciales o tridimensionales.

En el sistema longitudinal los paneles dispuestos en este sentido del eje del edificio son elementos portantes, con lo que los forjados se apoyan en los mismos en el sentido transversal; en el sistema transversal los paneles de las fachadas y los paralelos a ellas no son portantes y el forjado se apoya en los paneles que atraviesa portantes en sentido longitudinal; en el sistema cruzado todos los paneles son portantes, apoyándose el forjado en los cuatro elementos perimetrales.

Si los paneles han de llevar huecos para puertas o ventanas, ya se les incluye la carpintería durante el moldeo, con lo que los cercos se anclan a las armaduras del concreto. Asimismo, durante este proceso se prevén los ganchos que han de servir posteriormente para la manipulación de las piezas.

Algunos sistemas fabrican estos paneles, así como otras piezas pesadas, incorporando a la masa ladrillos huecos, con lo que se consigue un reparto uniforme de

la materia, una mayor ligereza del conjunto, una economía notoria en el material y un mejor aislamiento.

Un tipo especial de paneles son los laterales de la caja de escalera y todos aquellos cuya función es la de resolver algún detalle especial en el proyecto. En éstos, al moldearse son revestidas las dos caras e incluso los bordes con materiales para quedar vistos, pudiendo tener la misma textura y color que los basamentos.

Tipos de Paneles

Los paneles o muros, en unos casos, como parte integrante de la estructura, cumplen la doble función estructural y de cierre de espacio al mismo tiempo, y, en otros, realizan solamente esta última función. Comprenden acabados de fachada, carpintería, etcétera, e incluso pueden poseer acabados interiores, pavimentos e instalaciones. Todos ellos tienen incorporadas las armaduras resistentes de su estructura y su puesta en obra presupone que han de ir apoyados sobre elementos prefabricados ya endurecidos.

Los tipos de paneles empleados principalmente en la construcción, independientemente de su función, resistente si la tienen, son los siguientes: paneles de fachada, paneles de traviesa, de división de espacio o tabiques y paneles o placas de techo o forjados.

1. Paneles o Muros de Fachada

Este tipo de paneles constituyen los muros exteriores cuya distribución y comportamiento se establece ya como elementos de cierre de espacio, ya como estructurales o resistentes, quedando dispuestos visibles desde el exterior de los edificios.

El material básico para los muros de fachada es el concreto armado, con mayor o menor cuantía de acero, según cumplan funciones de cerramiento o resistentes, pudiendo llevar en sus paramentos y en su interior ciertas capas de distintos materiales, con el fin de transmitirle propiedades variadas y determinadas, como por ejemplo: aislamiento acústico y térmico, así como piezas, revestimientos o productos para el acabado de los mismos.

Al quedar los paneles visibles al exterior, deben tomarse las oportunas medidas y previsiones, para lo cual su cara externa suele llevar un revestimiento cuya función es, además de protegerlos, darles un aspecto agradable. Para este fin se disponen, en general, en el fondo del molde, antes del vertido del concreto, variados materiales, tales como: áridos lavados, baldosas, piezas cerámicas, revestimientos vítreos, piedra natural o artificial, etc.

Deben tenerse muy en cuenta los problemas que plantean la humedad y los aislamientos térmicos y acústicos. Para asegurar la primera se emplean disposiciones

especiales en las juntas de unión, con inyección o adhesión de productos con propiedades para evitar infiltración, durante la puesta en obra.

Para asegurar los aislamientos térmico y acústicos se han establecido variadas soluciones, consistentes en introducir en el interior de la masa de concreto unas planchas de unos 3-5 cm. de espesor de algún material antitérmico y antiacústico, tales como el poliestireno y otros materiales porosos de origen mineral de más o menos grosor, según los cálculos que se establecen o lo que la experiencia aconseja; deben evitarse especialmente los puentes térmicos que pudieran presentarse entre las caras interiores y exteriores de los paneles de fachada.

2. Juntas o Uniones.

Para realizar el ensamblado de los paneles integrantes de las viviendas prefabricadas, es obligado establecer la unión de tales elementos en sus planos horizontales y verticales. Dentro de dichas uniones, las que mayor importancia tienen, dadas las específicas condiciones que han de cumplir, son las que se refieren a las juntas de las piezas que constituyen las fachadas. Dichas juntas son muy importantes y puede señalarse que buena parte del éxito de la prefabricación es consecuencia de las mismas.

La disposición de las juntas debe establecerse de tal modo que todas las fuerzas estáticas sean transmitidas de un modo directo, debiendo considerarse que la estabilidad

de los edificios depende del modo de enlazar los elementos integrantes, particularmente cuando de edificios elevados se trata.

Las condiciones que esencialmente diferencian las juntas de fachada de las otras juntas que se presentan en la construcción, son debidas a las deformaciones de dichos paneles de fachada, a causa de los cambios de temperatura, a la construcción y dilatación, a la variación de las tensiones y a las diferentes solicitaciones, si son paneles o paredes resistentes o de carga.

Todas las juntas han de proyectarse para que se adapten a las condiciones de trabajo y acciones a que están sometidos los paneles.

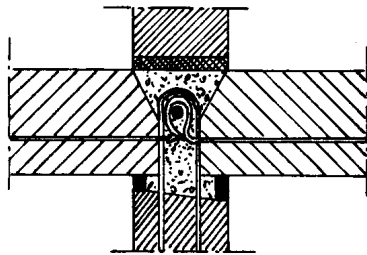


Fig. 1. Juntas verticales de paneles de fachada.
Sección horizontal.

Las juntas que, en general, se presentan en la construcción de viviendas o edificaciones prefabricadas son las uniones de los forjados y paneles interiores, o sea, juntas horizontales (Fig. 1), las verticales de los paneles interiores (Fig. 2) y las paredes o muros de fachada entre sí y con los de traviesa (Fig. 3) tanto horizontales como verticales (Fig. 4).

La eficacia de todas las juntas depende de dos factores principales, a saber: las propiedades de los materiales utilizados y la atención y el cuidado en la ejecución de las mismas.

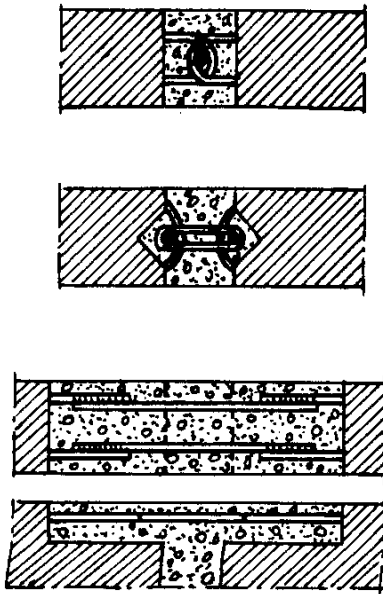


Fig. 2. Juntas verticales de paneles interiores. Sección horizontal.

Puesto que la función principal de una junta es asegurar el monolitismo en la construcción, es conveniente, y la experiencia lo confirma, aumentar la superficie de la zona a rellenar con concreto, al propio tiempo que asegurar una perfecta adherencia del mismo, cosa que se consigue mediante rugosidades y anclajes de hierro que sobresalen de las piezas a unir.

Para el sellado de las juntas se emplean principalmente los cauchos butílicos o de la familia de los poli sulfurosos como el tiocol, cuya aplicación se lleva a cabo mediante pistolas manuales o neumáticas, y las masillas y tiras de poliuretano o perfiles como el

neopreno de sección hueca, cloruro de polivinilo, etc.; han de poseer una gran facilidad de recuperación frente a las deformaciones. Tanto el método de unión como el tipo de juntas varían de un sistema a otro. Lo que debe hallarse en todos los casos es una solución que satisfaga técnicamente las exigencias estructurales, de impermeabilidad del edificio y que las operaciones para su ejecución y relleno, después de la colocación en obra de los elementos, sean sencillas y fácilmente realizables, sin dificultad alguna, con los obreros y equipos de montaje.

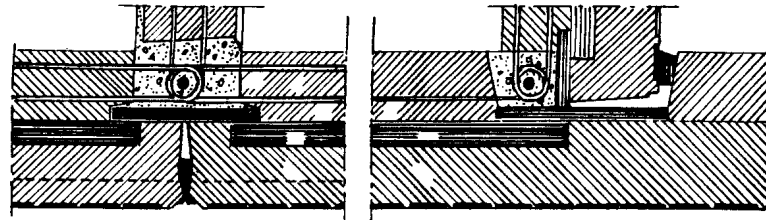


Fig. 3. Juntas verticales de paneles de fachada, de traviesa y de esquina. Sección horizontal.

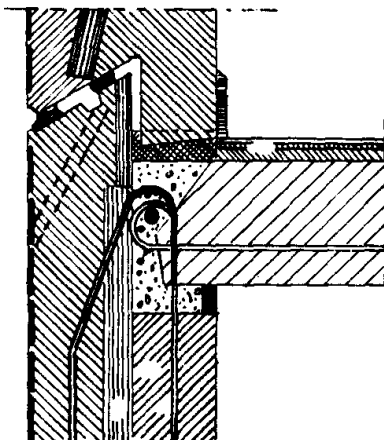


Fig. 4. Junta horizontal de paneles de fachada y forjado. Sección vertical.

3. Otros Elementos Prefabricados.

Cimentaciones. Las cimentaciones son, corrientemente, problemas específicos y sus soluciones son siempre estudios particulares de cada caso, por lo que son prefabricadas en muy pocos sistemas. Según las condiciones y calidad del terreno se requerirán un tipo de cimentación u otro; por tal motivo, es general realizar esta parte inicial de la obra siguiendo el sistema tradicional y siendo a partir de ésta donde realmente empieza la prefabricación. No obstante, hay que hacer notar que, en algunos sistemas, los paneles de la primera hilada de muro llevan adosada la viga de cimentación, la cual se une a las zapatas, también prefabricadas.



Las Figuras 5 y 6. Demuestran los diferentes tipos de cimentaciones que se aplican a los sistemas prefabricados.



Escaleras. Se fabrican también en fábricas tramos de escaleras que han de apoyarse, una vez puestos en obra, sobre los muros laterales o de fachada. En algunos casos se incluyen los dispositivos adecuados para colocar después la barandilla y, en determinados sistemas, antes del concreteado se coloca en el molde una capa de material de lo que ha de constituir la superficie o acabado de los peldaños y rellenos, como baldosas, etc.

La industrialización en materia de escaleras ofrece grandes ventajas, como todos los elementos prefabricados, pero como características más importantes cabe destacar: el permitir acceso rápido a los pisos de la vivienda durante la construcción y el evitar engorrosos trabajos de encofrado.



La figura 7. Se observa como se forma una escalera prefabricada de concreto en forma de espiral.

La prefabricación de escaleras puede realizarse de dos formas: fabricando sus elementos separadamente y luego montándolos en obra o fabricando tramos enteros; esta última solución es la que más interés ofrece.

Balcones. En las construcciones prefabricadas con elementos de grandes dimensiones, son diferentes los tipos de balcones que se adoptan:

- a) Balcones formando parte de los paneles de techo o forjado.
- b) Balcones apoyados sobre repisas que están en prolongación de elementos resistentes o de paneles de traviesa.
- c) Balcones unidos a las estructura, efectuado corrientemente mediante platinas metálicas.
- d) Balcones con caja en apéndice continua vertical independiente del edificio, la cual está unida al mismo.

Condiciones Específicas de los Paneles.

Una vez el panel se ha completado mediante el acabado y las instalaciones, debe cumplir lo mejor posible con la importante función, ya apuntada anteriormente, de poseer un buen aislamiento térmico y acústico, al tener que servir de elemento separador del ambiente exterior y con los otros locales.

Para la solución práctica y satisfactoria de estas cuestiones, es indispensable realizar un estudio específico, a fin de conseguir un perfecto aislamiento, sin perjuicio para la estabilidad de las obras.

Una consecuencia de poseer un mal aislamiento térmico es el fenómeno de condensación local de vapor de agua; por lo tanto, no solamente será necesario preocuparse del coeficiente de transmisión K de las paredes, sino también de las condiciones de difusión del vapor de agua a través del muro y de las variaciones de la temperatura superficial interior.

El concreto, a pesar de que sus buenas cualidades mecánicas y facilidad de puesta en obra le convierten en el material preferido y más adecuado para la fabricación de paneles y pisos en la construcción pesada, posee la desventaja de ofrecer una conductibilidad térmica elevada $\gamma_h = 1.3 / 1.5 \text{ kcal} / \text{m}^2 \times \text{h} \times ^\circ\text{C}$ que, comparada con la que ofrecen las obras de fábrica de ladrillos $\gamma_h = 0.6 \text{ kcal} / \text{m}^2 \times \text{h} \times ^\circ\text{C}$ resulta unas 2.2 veces superior.

La propagación del calor tiene lugar a través de un muro cuando sus dos caras se hallan a diferente temperatura, en cuyo caso existe un flujo continuo de calor desde la cara de mayor temperatura hacia aquella de menor temperatura, siendo las líneas de Flujo térmico paralelas entre sí y perpendiculares a la superficie de la pared.

Debe tenerse en cuenta que es fundamental eliminar los puentes térmicos, ya que de no ser así el coeficiente global K de toda la pared experimenta un aumento.

Por consiguiente, es fundamental y necesaria la corrección de los puentes térmicos mediante la reducción de la longitud de la junta y la interposición de tiras de material aislante que impiden la programación del flujo lateral.

Para evitar los puentes térmicos, en algunos procedimientos de fabricación las uniones de las capas de conglomerado de los paneles de fachada, la exterior y la interior, no se realiza con concreto. Se establecen las uniones entre ellas por medio de estribos especiales de acero inoxidable que atravesando la capa de aislamiento forman la unión de ambas capas.

Respecto a las consideraciones a tener en cuenta en lo que al aislamiento acústico se refiere, debe hacerse distinción entre los tipos de ruidos susceptibles de causar molestias antes de tomar las medidas oportunas para aminorar su efecto perturbador.

Planificación.

La planificación es uno de los puntos más importantes a tener en cuenta en todo sistema de prefabricación de viviendas o de otro tipo de edificio; tan fundamental y trascendente es, que se la ha llegado a definir como el alma de toda organización prefabricada.

Mediante la planificación se ordenan todas las operaciones de fabricación y construcción del edificio, transporte, montaje, controles y ajustes, obras y acabados, abarcando todo el conjunto de fichas, documentos, gráficos, etc.

Algo muy importante a tener en cuenta es que si en la construcción tradicional se dejan muchos problemas para ser resueltos durante la marcha de la obra, en la prefabricación no es posible hacer lo mismo, ya que el fundamento de las ventajas, la rapidez y la economía que se obtienen reside en una planificación bien estudiada antes de empezar la obra, en lo que a fabricación, transporte y montaje se refiere.

La planificación o «planning», empieza en el momento que se sabe con exactitud el edificio que se va construir, según los planos y la fecha de entrega de las viviendas.

Equipo.

Prácticamente, lo que caracteriza a las fábricas de prefabricación total es que el único tipo de maquina que en ellas se emplea lo constituyen moldes perfeccionados. Aparte de ellos, en estas fábricas se requiere una central de concreto, un taller de armaduras y aparatos de elevación y manutención.

Normalmente los moldes poseen mando automático, eléctrico o neumático. Debido a la rapidez de desmoldeo ofrecen un gran rendimiento. Esta rapidez se consigue gracias al curado del concreto o el calor a que es sometido el molde sin necesidad de desplazarlo. Todos son concebidos para asegurar una perfecta vibración y un fácil

desmoldeo. Las áreas destinadas a almacén de piezas acabadas presentan siempre el problema de sus dimensiones, a pesar de los progresos realizados en la solución del apilado.

En lo que concierne a las fábricas móviles, es necesario llevar a cabo una conveniente organización de las mismas antes de su puesta en marcha, a fin de evitar las manipulaciones y cambios que son siempre causa de gastos, desperfectos y retrasos.

La grúa-torre, el edificio o edificios a construir y el área de prefabricación deben estar entre sí lo más cerca posible. (Fig. 8)



Fig. 8 Grúa Torre se utiliza para levantar las unidades prefabricadas pesadas.

La instalación tipo de una fábrica a pie de obra comprende:

- a) Una o varias grúas-torre, según la importancia de la factoría.
- b) Un área de prefabricación construida sobre pavimento.
- c) Una serie de moldes de acero, madera u hormigón.

- d) Un cubierto destinado a la protección de los obreros y de las piezas recién fabricadas.
- e) Una central de hormigón.
- f) Una instalación para el curado del hormigón.

Tal como se ha señalado precedentemente, un planning indicará diariamente los elementos a fabricar, desmoldar, almacenar y colocar en obra.

Fabricación.

En la fabricación propiamente dicha, hay que distinguir cuatro partes importantes: la preparación del concreto, el moldeo, la compactación y el curado.



Fig. 9 Muestra las instalaciones donde se elaboran los paneles prefabricados.

El concreto se prepara en central automática en las instalaciones fijas de mayor importancia, transportándose mediante vagonetas o cubilotes con ayuda de grúas-puente hasta las mesas de trabajo, si ocupan posición fija.

El taller de armaduras comprenderá: devanaderas de rollos, enderezadoras y máquinas de doblar, bancos y caballetes de montaje y máquinas para soldar, fijas o móviles, según la complejidad o el peso de las armaduras.

En la prefabricación pesada las mesas de moldeo son generalmente fijas, estando revestidas con chapas metálicas, maderas compensadas o losas de concreto, acoplándose en su periferia los costeros o piezas laterales de borde y en su interior las armaduras, puertas, ventanas, canalizaciones, etc. La cara en contacto con la mesa queda lisa o con los revestimientos tendidos previamente sobre aquélla. La cara superior es la que recibe los acabados de superficie, relabrados etc.

Los moldes metálicos utilizados para la vibración son de precio elevado, motivo por el cual se tiende a hacer servir el mismo molde para diferentes piezas que presenten pequeñas diferencias de forma, operación que se lleva a cabo mediante elementos adaptables.

La medida que se adopta con el fin de evitar el empleo de gran número de moldes diferentes es una normalización de los planos. Las formas de estos elementos

serán combinadas en todo lo posible, con el propósito de ser empleadas para varios fines, sin someterlas a ningún cambio.

El curado, cuando se trata de piezas pequeñas o medianas, se lleva a cabo en cámaras o túneles de curado. En los grandes paneles se efectúan «in situ», mediante calor producido por vapor o agua sobrecalentada en una distribución de tubos bajo las mesas, en los laterales o en tapas superiores que, a modo de campanas, se sitúan sobre la mesa de moldeo. Otro procedimiento muy empleado se efectúa mediante una disposición de resistencias en el interior de la mesa de los elementos, disposición que se lleva a cabo en el momento de colocar las armaduras y antes del vertido del concreto, teniendo especial cuidado en que las resistencias queden completamente recubiertas por la masa del conglomerado. La temperatura oscila de 70-90 °C, procurándose resistencias suficientes para poderse efectuar el desmoldeo al cabo de 3 o 4 horas.

En la fabricación de paneles a pie de obra, el curado se realiza, en general, mediante vapor a baja presión introducido en el molde cubierto con un plástico, protegiéndose el conjunto de la zona de trabajo mediante una ligera cubierta desmontable y desplazable sobre carriles.

Para favorecer el desmoldeo, las partes de los moldes que han de estar en contacto con el concreto se pulverizan con líquidos desencofrantes existentes en el mercado.

El desmolde si se trata de piezas grandes, se efectúa abriendo los costeros o partes laterales y girando el molde, a fin de que la pieza quede casi en posición vertical, en cuya disposición se atenaza y se procede a realizar el transporte a los parques de almacenado o acopio. Si se trata de piezas con poco espesor y peso y de gran superficie, se manejan en algunas fábricas mediante un sistema de ventosas.



Fig. 10 Muestra la colocación de los paneles ya terminados en obra.

2.1.3 USO DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO EN EL SALVADOR.

Como se ha dicho anteriormente, los elementos prefabricados pueden ser de diferentes materiales como madera, plástico, vidrio, hierro y concreto; en el país los prefabricados han tenido mayor



trascendencia son los de concreto, debido a que se cuenta con la materia prima, mientras

que la madera, vidrio y hierro son importados, aumentando los costos de producción y por ende las construcciones en que son empleados.

En el país el uso de los concretos prefabricados ha sido lento; lo cual se debe al poco conocimiento que se tiene sobre sus aplicaciones, que ha evolucionado en los últimos años, sin tener grandes impactos en la construcción, lo cual obtendría un giro positivo si se mostrara a los constructores las ventajas que ofrece y aparecieran en el mercado una mayor variedad de prefabricación de concreto.

2.1.3.1 VENTAJAS DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Las ventajas que ofrece el uso de elementos prefabricados son variadas, por lo que pueden catalogarse de la siguiente manera:

Ahorro Económico y de Tiempo:

- ✦ “Instalación económica – el tiempo de trabajo en el lugar es menor y el montaje es posible en cualquier situación atmosférica”⁹
- ✦ Ahorro en materiales de los moldes y andamios.
- ✦ Con su uso se genera con reducción en el tiempo de construcción de la obra, generando un ahorro económico; ya que al producirlo paralelamente a la construcción de la obra.

⁹ IMCYC, Concreto Arquitectónico. Pág.27

- 🌊 El uso múltiple de los encofrados genera un ahorro en la obra.
- 🌊 La posibilidad de construir un gran número de piezas en fechas anteriores a la estación lluviosa con condiciones climatológicas favorables evitan el considerable costo adicional que se da en ésta época.
- 🌊 Posibilidad de uso de mano de obra menos calificada en la obra, aunque no en la elaboración de los prefabricados.
- 🌊 Se evitan los cortes de dotación/entrega del concreto.

⊕ **Variedad de Diseño.**

- Ampliar la posibilidad de crear formas ilimitadas.
- Los elementos prefabricados pueden formar parte integral de la obra, sin dar una apariencia de que han sido agregados a ella.
- Permiten la construcción de estructuras ligeras, esbeltas y mayor uso de ritmo en la construcción.
- Permite una flexibilidad en el diseño, y facilita la producción en serie de los elementos repetitivos dentro de una misma edificación, cumpliendo siempre con un control de calidad.
- Con el uso de la estandarización en los elementos y por ende en los moldes se genera la uniformidad y calidad en el producto.
- La variedad de productos y la facilidad de adaptación de los mismos en una construcción así como la combinación de formas que se pueden lograr con su uso permiten al diseñador crear diseños ingeniosos y originales.

■ **Calidad.**

- La durabilidad de las piezas y el control de calidad de las mismas mejoran al ser construidos en fábricas especializadas.
- Con su uso se evita el uso de operaciones improvisadas en la obra, ya que en las fábricas, se prevén inconvenientes y se adquiere experiencia en la construcción de prefabricados al hacerlos en serie.

2.1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Los prefabricados están teniendo, en la actualidad, un interés mayor que en los años pasados; en los países centroamericanos especialmente en el caso de El Salvador es la industria de la construcción quien lentamente está aprovechando las ventajas que ofrecen.

Al igual que el concreto, los prefabricados han sido clasificados tomando como parámetro su tamaño y peso, dando como resultado:

✘ **Unidades Pequeñas.**

Como su nombre lo indica, son elementos pequeños de fácil manejo y montaje; llamados también prefabricados livianos; entre estos prefabricados se encuentran: bloques, cornisas, elementos decorativos de muros, entre otros.

✘ **Unidades de Gran Tamaño.**

Llamados también prefabricados pesados, y como su mismo nombre lo indica, son elementos de gran tamaño, usados generalmente en construcciones hechas en serie o en edificios de gran altura; algunos de estos elementos son: las paredes completas y cerramientos.



Fig. 11 Muestra los diferentes materiales (concreto, madera) con que se puede construir una vivienda prefabricada.

2.1.3.3 COMPONENTES QUE PARTICIPAN EN LA ELABORACIÓN DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Los prefabricados tienen en su fabricación elementos y materiales que inciden en gran medida en la apariencia final de los mismos, por lo que se ha considerado de importancia dedicar este punto al concreto y los encofrados.

■ **Materiales.**

Los prefabricados son hechos de varios materiales, sin embargo este trabajo de graduación se enfocará únicamente a los prefabricados de concreto, con el cual se pueden lograr formas, colores, texturas y resistencias deseadas.

■ **Encofrados.**

El desarrollo de los encofrados ha sido paralelo a los elementos de concreto, debido a que una de las características principales del concreto es su manejabilidad, para lo cual necesitan un instrumento (moldes encofrados) que rijan su forma diseñada previamente para depositar el concreto mientras culmina su fraguado.

Los encofrados pueden ser de diferentes materiales, entre los más usados se encuentran entre otros: la madera, plástico, acrílico, yeso y forros de hule; para la elección del material más idóneo debe considerarse la durabilidad del mismo, ya que es recomendable, por economía, que cuando se trata de prefabricados, “la vida útil de un molde debe ser de 30 usos”¹⁰, además debe considerarse la facilidad de adquisición del material elegido en el país así como el conocimiento de la manejabilidad, fuerza y rigidez del mismo.

¹⁰ Mike Walker, Arquitectura Prefabricada. Boletín ICPC. Oct.- Dic. 1993 N° 63. Pág. 19

■ **Encofrados Metálicos.**

Una de las ventajas de estos moldes es la rapidez de ensamblaje y colocación en la obra, además, su durabilidad es uno de los materiales más recomendados; otra ventaja es la manejabilidad del material que, al igual que el concreto, tiene como desventaja el cuidado que debe tenerse con los moldes, debido a la oxidación del material, especialmente si se trabaja con concreto blanco o de colores claros.

■ **Encofrados de Madera.**

Es una de las soluciones más comunes en el país, y se convierten en “una excelente solución para los encofrados de uso unitario. Es conveniente emplear, si es posible, las maderas secas no saturadas, absorben una parte del agua del concreto”, otra de las razones de su aceptación es que las maderas duras y resistentes pueden ser reutilizadas. Las modificaciones de tamaño y resistencia de la madera pueden tener incidencia en el aspecto final de los prefabricados.

Deberá evitarse el uso de las maderas no tratadas. Para lograr un color uniforme la madera, al igual que el cemento, deberá obtenerse de la misma fuente. La madera permite darle al molde un acabado liso (si su superficie es cepillada), o bien pueden ser “aserrarla con acabado rugoso o sopleteada con arena para transmitir texturas distintivas a la superficie del concreto”¹¹.

¹¹ IMCYC, Concreto Arquitectónico Colado en Obras. Pág. 3 editorial Limusa Noriega.

En la construcción del encofrado debe considerarse además del material, la forma y tamaño, su resistencia, ya que debe soportar su peso y resistir la presión que ejerce el concreto fresco sobre él; por ésta razón deben considerarse algunos aspectos para diseñar y construir los encofrados:

◆ **Calidad**

La calidad de los moldes debe ser considerada antes de diseñar y construir los moldes, “de manera que el tamaño deseado, la forma, la posición y acabado del concreto sean obtenidos.”¹²

◆ **Seguridad.**

La seguridad de los moldes para que soporten la presión que ejercerá el concreto protegido tanto al prefabricado como a los trabajadores que los manipularán.

◆ **Economía.**

La construcción de encofrados duraderos y eficientes, dará como resultado el ahorro de tiempo y dinero al propietario de la obra, su importancia radica en que entre mayor sea su utilidad representará un porcentaje menor de los costos de los prefabricados; es necesario recalcar, que no por disminuir costos deberá disminuirse la calidad y seguridad

¹² Ricardo A. Avilés Et. Al. 28 Pág. I.

de los encofrados, “pues pequeños recortes de estos dos últimos rubros pueden significar una falsa economía”¹³ .



Fig. 12 Vivienda construida con elementos prefabricados de concreto en Lolotique,
San Miguel.

¹³ Ricardo A. Avilés Ey. Al. Elementos Prefabricados en la Construcción.

2.2 SISTEMAS PREFABRICADOS MÁS UTILIZADOS EN LA VIVIENDA.-

Para dar una idea de la prefabricación de vivienda, se describe a continuación algunos de los procedimientos o sistemas que se emplean actualmente:

Sistema “CAMUS” (francés).

Las características del sistema “Camus” son la simplicidad y la flexibilidad, ventajas que han determinado que este procedimiento francés de construcción de viviendas se haya extendido por varios países de Europa y América.

Construye variedad de formas, siendo la característica de las estructuras la clásica placa con distintas capas; las piezas prefabricadas se colocan en la debida posición mediante una grúa - torre. Los paneles de fachada son de composición mixta: concreto - poliestireno - concreto y dispuestos, o como elementos resistentes. Las paredes interiores portantes y las pacas de techo o forjados son de concreto armado de unos 14 cm. de espesor y los tabiques de división de 7 cm. de grueso. Las máximas dimensiones son de 7 m de largo por un piso de alto y pesando de 7 a 7.5 toneladas. Las losas o placas de techo se moldean al tamaño de la habitación, con la superficie correspondiente al techo acabado, y en las mismas se incorporan las conducciones eléctricas y las de calefacción. Los marcos de puertas y ventanas y las piezas cerámicas del acabado se incorporan a las unidades en factoría.

El trabajo en la obra consiste en el relleno de juntas, acoplamiento de conducciones y decorado interior. Las cajas de escaleras, barandillas y otros elementos son prefabricadas en grandes unidades y acoplados en la obra.

Los moldes de los elementos de paredes interiores están dispuestos en batería y en posición vertical; el curado del concreto se realiza durante un ciclo con una duración de tres o cuatro horas. Los elementos de fachada se moldean en posición horizontal sobre plataformas de acero provistas de bordes móviles; para desmoldar se colocan en posición casi vertical. Después del curado y del desmoldeo, se trasladan al patio-almacén donde se riegan con agua durante unos días; seguidamente se pueden transferir en obra.



Fig. 13 Lugar donde se almacenan las paredes o paneles antes de ser colocadas en obra.

En las Palmas de Gran Canaria existe una fabrica permanente por este sistema “Camus”, con una capacidad de producción de 1600 viviendas anuales, dispuesta para una posible aplicación.

En la nave de fabricación de paneles están dispuestos 30 moldes, más dos para tramos de escalera. Dichos moldes están dispuestos en cinco modelos principales, en relación con la confección de paneles de fachada, internos, divisorios, forjados y tramos de escalera.

La línea de acción y desarrollo de las distintas fases de fabricación es la siguiente:

- Preparación y trabajo del acero en armaduras.
- Preparación automática del hormigón.
- Disposición previa de los moldes y de las armaduras de los paneles, con o sin aislamiento, y conductores incorporados.
- Vertido, compactación y alisado del hormigón.
- Curado del hormigón mediante calefacción eléctrica.
- Levantamiento y transporte de los paneles al área de precalentamiento y almacenamiento final.

Esta da como resultado elaborar diferentes tipos de paneles que comprende el espesor de las paredes que es de 24 cm. de los cuales 14 cm. son portantes, 2,5 cm. de poliestireno expandido y 7,5 cm. de revestimiento externo. La altura es de un piso y la longitud de un vano.

Las paredes internas son portantes, con espesor de 14 cm.; la altura es también de un piso y longitud correspondiente al vano. Los tabiques no son portantes, con espesor

de 7 cm., siendo la altura de un piso y la longitud de un vano. Los forjados son losas de hormigón de 14 cm. de espesor, sin aligeramientos de dimensiones correspondientes al tramo.

Todos los elementos prefabricados, con una producción diaria de 120 paneles, salen de la factoría completos de revestimientos, instalaciones incorporadas y acabados.



Fig. 14 Se pueden observar los tipos de obra que se han construidos con el Sistema “Camus”.

Sistema INTEGRAL AS (Argentina).

Este sistema constructivo ha sido desarrollado por la firma PEPPER S.R.L. de Rosario.

Para las paredes utiliza placas premoldeadas, en serie, en fábrica, con medidas normalizadas de 0,80 m de ancho, 2,35 m de altura y 0,10 m de espesor. Se fabrican en tipos distintos, según el destino en obra, a saber:

a) *Para Paredes Portantes y/o Exteriores:* Se componen de un reticulado de hormigón armado con dos nervios laterales de toda la altura de la placa y cuatro nervios transversales, realizados con hormigón de granza cerámica, arena expandida o binder, arena y cemento, en proporciones que se fijan en cada caso de acuerdo al agregado y a la resistencia que se desee obtener.

En cada nervio se coloca una armadura de acero con (2 varillas N° 6 mm. o su equivalente en aceros de alta resistencia). Para los estribos se utiliza alambre de θ 3 mm. Estas nervaduras forman un reticulado autoportante resistente no sólo a las cargas verticales sino también a los esfuerzos de flexión originados durante el manipuleo de las placas.

Los espacios entre los nervios del reticulado se rellenan con ladrillos huecos cerámicos, u hormigones livianos del tipo alveolar. Este relleno tiene un espesor de no

menos de 8 cm. de manera que permite agregar en ambas caras de la placa sendas capas de revoque de 1 cm. de espesor. El revoque en correspondencia con la cara exterior de la placa se hace con cemento, arena e hidrófugo, del lado interior se utiliza cemento, cal y arena, mediante fratasado se le da la terminación definitiva.

b) *Placas con instalación eléctrica:* Se fabrican en forma similar a las anteriores, alojando en su interior la cañería de acero y las cajas necesarias para la instalación eléctrica embutida.

c) *Placas no portantes para tabiques interiores:* Se hacen en los mismos espesores y medidas pero, según las necesidades, se fabrican con ladrillos huecos o en su totalidad de hormigones livianos especiales.

d) *Placas para el tabique sanitario:* Si son portantes se las fabrican según el Tipo a) y si no son importantes según Tipo c). Llevan las caladuras, grapas, agujeros o caños embutidos que sean necesarios, para luego terminar en la obra la colocación de las instalaciones de agua fría y caliente que también se prefabrican.

Para los techos se fabrican placas en un tamaño estándar de 0,80 m de ancho, 3,50 m de largo y 0,14 m de espesor. Se hacen en moldes especiales empleando ladrillos tipo SAP cerámicos de 12 cm. de altura formando viguetas con una armadura constituida por una barra θ 8 mm (de acero común o su equivalente en acero de alta resistencia) en

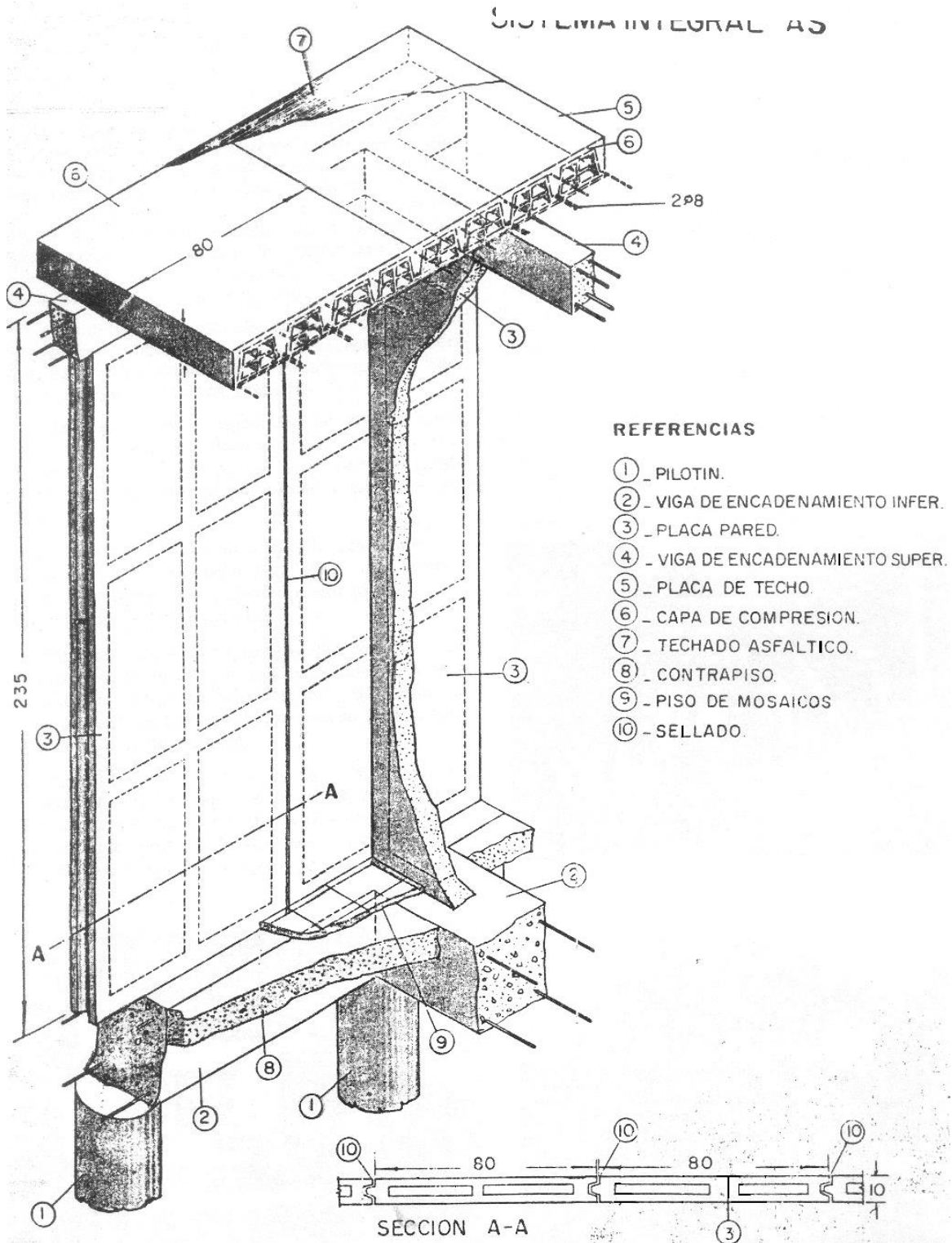
cada nervio y una barra de θ 5 mm en el nervio superior de cada vigueta. Para el llenado se utiliza un hormigón de granza, arcilla expandida o binder.

A estas placas se le incorpora en obra un retoque fino interior que constituye el cielorraso, y un alisado superior que constituye la base de soporte de la cubierta asfáltica que posteriormente se coloca en obra. Para la fundación se disponen pilotines que sirven de apoyo a una viga de encadenado. Sobre ella apoyan las placas que, superiormente, llevan un encadenado para apoyo de las placas de techo.



Fig. 15 Sistema Integral As

SISTEMA "INTEGRAL AS".



Sistema de Vivienda “SCAC” (Argentina).

El sistema para la construcción de viviendas desarrollado por SCAC (Sociedad de Cementos Armados Centrífgos) que utiliza para la construcción de las paredes paneles modulares premoldeados, presenta como características fundamentales el hecho que dichos paneles, así como también las placas del techo, sean de hormigón pretensado. Esta técnica permite obtener paneles livianos a la vez que resistentes, lo que hace que las paredes resulten de una calidad muy superior a las de mampostería común.

Estructuralmente se trata de una sección hueca formada por dos placas exteriores unidas entre sí por nervios transversales. Esta sección se somete a un pretensado longitudinal, calculado para absorber los esfuerzos originados por el transporte de los elementos, resultando en definitiva un conjunto monolítico autoportante.

Las ventajas fundamentales de los paneles SCAC aplicadas a la construcción de vivienda son las siguientes:

1. Por sus características autoportantes, cada panel se transforma en una viga pared siendo de esta forma posible eliminar la fundación superficial continua y remplazarla por pilotines prefabricados y moldeados in situ en cada extremo del panel.
2. El panel SCAC se construye con los marcos metálicos de aberturas ya incorporadas, así como las conexiones eléctricas y sanitarias, las que pueden disponer fácilmente, debidos a los huecos existentes.

3. Debido a la calidad y características del material empleado y a la forma de fabricar los paneles, los mismos pueden ser terminados superficialmente con distintas texturas que van desde la más económicas, correspondiente a la simple aplicación de una pintura a la cal, hasta cualquier retoque de categoría superior.
4. La compacidad y la resistencia del hormigón empleado, así como la precomprensión del mismo eliminan las fisuras, resultando una pared completamente impermeable al agua.

Como dijéremos, las paredes están compuestas por dos placas (una interior y otra exterior) de 0,02 m de espesor, de hormigón pretensado c/u, con una cámara de aire entre placas de 0,10 m, con lo que resulta en definitiva un espesor total de 14 centímetros.

El techo se construye usando paneles horizontales, huecos, de características similares a los empleados en las paredes, de 7,14 m de longitud y 0,80 de ancho. Su espesor es variable entre 0.23 y 0.09, lo que corresponde a una pendiente de 2% aproximadamente para el techo.

El montaje de la vivienda se realiza de la siguiente forma:

- a. Efectuado el replanteo, se construye los pilotines de fundación con barras salientes, o se colocan las bases prefabricadas, según sean las características del terreno.

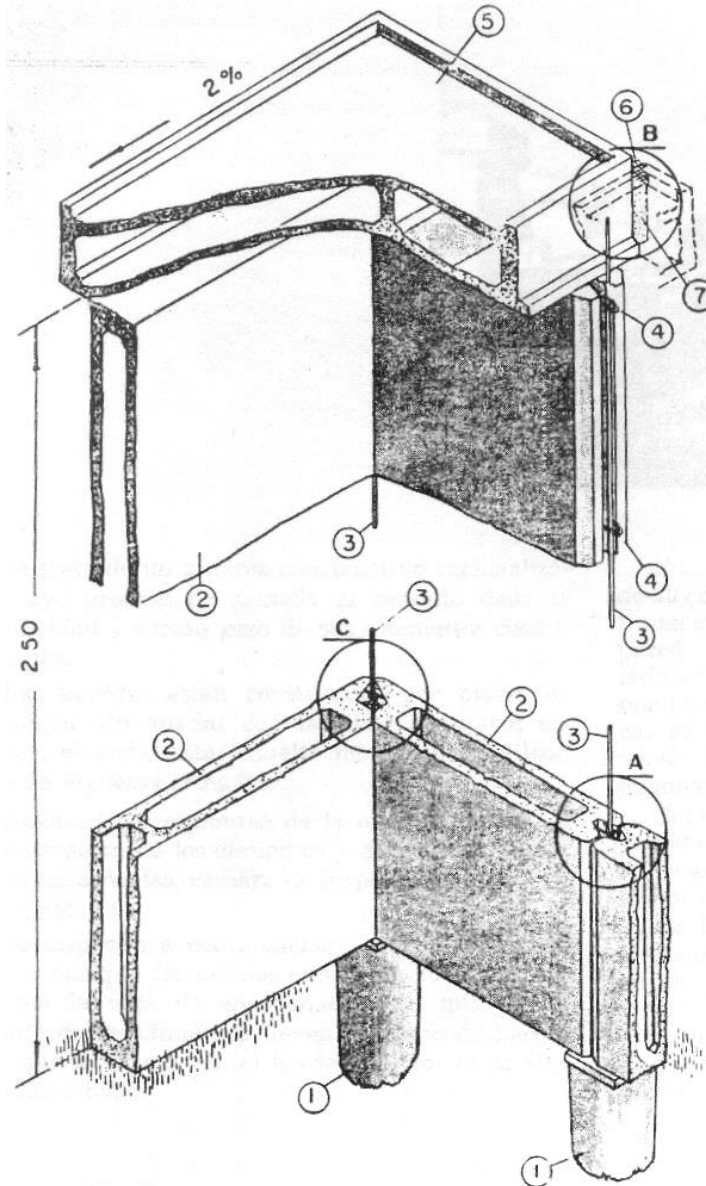
- b. Se colocan en su posición los paneles de forma tal que las barras salientes de los pilotines penetren en los huecos del tabique, los que a continuación se sellan con hormigón.
- c. La unión entre paneles se efectúa pasando una barra vertical a través de los “ojales” de acero especial de que están provistos los paneles continuos, rellenándose luego la junta con hormigón. Se obtiene así una unión monolítica que permite considerar al conjunto como un elemento espacial tabicado de gran rigidez horizontal y vertical.
- d. Las placas de techo se apoyan sobre las de las paredes vinculándose a estas con barras especial de unión. Como variante, puede utilizarse un entrepiso premoldeado compuesto de viguetas pretensadas y ladrillos cerámicos huecos, ejecutando luego un sellado con hormigón.

Una vez terminado el montaje descrito, los trabajos restantes se reducen a la ejecución de contrapisos, colocación de artefactos sanitarios, conductores eléctricos, impermeabilización de cubiertas, colocación de vidrios y pintura.



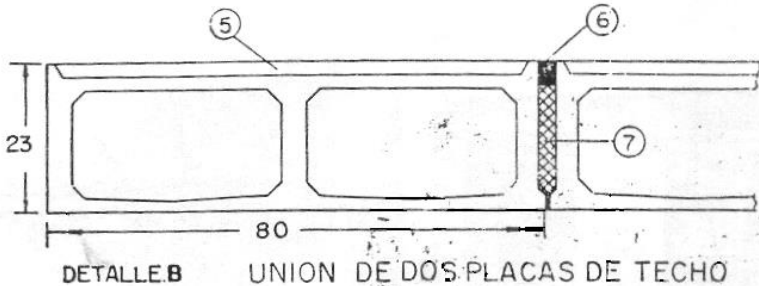
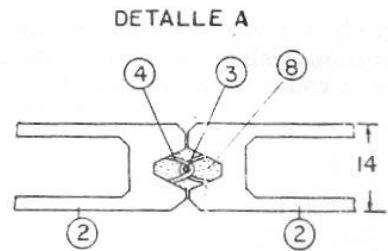
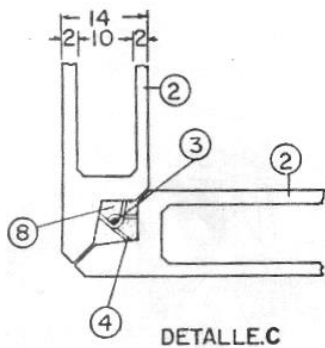
Fig. 16 Sistema SCAC.

SISTEMA DE VIVIENDAS "SCAC"



REFERENCIAS

- 1. Pilotín premoldeado
- 2. Placa Pared
- 3. Pasador
- 4. Ojal
- 5. Placa de Techo
- 6. Junta Elástica
- 7. Sellado de Hormigón
- 8. Relleno con Mortero
- A. Unión de Dos Placas
- B. Unión de Dos Placas de Techo
- C. Unión de Dos Placas (Esq).



Sistema “VERMIPLAC” (mexicano).

El elemento que caracteriza a este sistema es una placa modular de concreto de 2.40 m de alto por 0.40 m de ancho y 7 cm. de espesor. Cuando las condiciones climáticas lo exigen, el espesor de las placas puede aumentarse a 10 cm. Las placas tienen en uno de sus paramentos y el contorno de mortero de cemento Pórtland, impermeable, y de dos centímetros de espesor, con armadura. El resto del espesor lo constituye un concreto de vermiculita, cuyo paramento externo está terminado con un simple alisado tapa poros. La incorporación a la placa del concreto confiere a ésta gran aislamiento térmico. La terminación de las superficies es tal que solo resta aplicar a la misma la pintura que se desee.

El contorno de la placa posee un ajuste perfecto impide que, una vez colocada, se produzcan filtraciones, ya sea de agua o de aire, por cuanto las juntas se sellan por ambos lados con mortero de arena fina.

Las placas de techo son similares, variando únicamente en la armadura, de acuerdo con la luz a cubrir y la sobrecarga actuante. La circunstancia que las caras inferiores de las mismas sean perfectamente lisas hace innecesaria la ejecución de un cielorraso.

La estructura resistente esta constituida por vigas y columnas prefabricadas con concreto, con agregado grueso, fabricadas en moldes metálicos. Sus dimensiones son

tales que resultan elementos resistentes y livianos, en circunstancia esta última que permite su manipuleo y colocación sin recurrir a elementos mecánicos. Tanto las vigas como las columnas están provistas de encajes adecuados para su unión mediante planchuelas y bulones, lo que hace que el montaje sea tan sencillo que cualquier persona con alguna habilidad pueda realizarlo, eliminando de esta manera la mano de obra especializada. Las vigas son modulares y de una longitud de 1.60 m, lo que equivale a cuatro placas de pared armadas. Solamente las vigas cumbreras son de mayor longitud.

Para iniciar el montaje se colocan dos vigas de fundación sobre el terreno donde se edificara la construcción, estas deberán formar una escuadra, en el vértice de dicha escuadra se coloca una columna y se unen los tres elementos. Sobre las vigas antes mencionadas se colocan las paredes dispuestas verticalmente, con la cara impermeable de las mismas hacia el lado exterior de la construcción.

Con el mismo procedimiento se siguen agregando placas de pared, placas de antepecho, puertas y ventanas según corresponda. Los marcos de puertas y ventanas tienen los encajes necesarios para ser colocados en la misma forma que las placas. El montaje de las placas de techo se realiza con dos hombres, utilizando dos caballetes y dos tablonés, con la ayuda de otros dos hombres que se las alcanzan.

Terminando el montaje de la estructura se rellenan las juntas por dentro y por fuera con mortero y arena fina. El tipo de piso y revestimiento queda librado al gusto del propietario y pueden realizarse con cualquier tipo de material.

Las instalaciones de luz y agua se pueden introducir en su mayor parte. La carpintería se coloca a medida que se van armando las paredes, y sus marcos se fijan mediante pequeñas grapas introducidas en las paredes para evitar que se deformen.



Fig. 17 Sistema Vermiplac.

Sistema “CELU-CEMENT” (mexicano)

La característica principal de este sistema consiste en la utilización de un material que la firma productora ha denominado "CELU-CEMENT". Dicho producto consiste en una mezcla debidamente dosificada de: cemento Portland, arena fina y material celulósico. El material celulósico se obtiene tratando aserrín de madera con sustancias químicas, efectuándose finalmente un secado en horno rotativo.

Con el material CELU CEMENT se moldean diversos elementos constructivos como son: bloques de diversas dimensiones, elementos para cubierta, viguetas, losetas, placas, etc. Nos referiremos en lo que sigue al sistema de prefabricación con placas.

Las placas de pared son de 0.50 m de ancho por 2.45 m de altura y 0.14 m de espesor. Están constituidas por ladrillos huecos de celu-cement, de 0.20 x 0.15 x 0.03 m de espesor con tres agujeros, colocados a lo largo de los bordes del panel. En la parte central los ladrillos dejan un hueco de 0.10 m de ancho que, con los 0.20 m de cada ladrillo totalizan el ancho de 0.50 m del panel. Dicha zona central armada con 4 barras de θ 6 mm y estribos de θ 4.2 mm a cada 25 cm., se coloca concreto simultáneamente con una capa de 6 cm. de espesor, en la que se dispone una malla de acero de 10 cm. x 10 cm. de θ 3.4 mm. La armadura de la malla sobresale 4 cm. en cada uno de los bordes de la placa. Para el moldeo se utiliza concreto de "Celu Cement".

Las uniones entre placas se efectúan concreteando "in situ" el espacio comprendido entre ellas. Previamente se dispone una armadura idéntica a la descrita para la parte central del panel, armadura que se vincula a los extremos salientes de la malla.

El encofrado de la unión está constituido por moldes de chapa con tensores a roscas. Existen distintos tipos de moldes que se adecuan a todos los casos posibles de uniones entre paneles. Las aberturas en este sistema constituyen un panel más. Se utiliza carpintería metálica; dispuestos los marcos en las ubicaciones correspondientes se le coloca concreto en el espacio comprendido entre marco y placa siguiendo un procedimiento idéntico al indicado para la unión entre paneles.

Para el techo se utilizan placas similares a las de pared de longitudes variables hasta un máximo de 3.50 m. En caso de necesitarse, por razones de proyecto longitudes mayores se proceden al refuerzo de la armadura entre placas. Posteriormente se coloca una capa de compresión armada con una malla de acero de 0.15 x 0.15 (θ 3.4 mm).

La fundación se efectúa con concreto armado, completada esa etapa, el proceso seguido en la construcción de la vivienda es el siguiente:

- a) Colocación de los paneles de pared fijados con sus moldes, intercalando la carpintería (puertas y ventanas).
- b) Colocación de la armadura de las columnas entre paneles.

- c) Colocación del encofrado de la viga superior que sirve de apoyo a las placas del techo.
- d) Concreteado conjunto de columnas y viga.
- e) Retiro y limpieza de moldes.
- f) Colocación "in situ" de los paneles de techo con sus moldes entre paneles.
- g) Ubicación de las armaduras de acero entre paneles y de la malla para la capa de compresión.
- h) Llenado conjunto con concreto de "Celu Cement".
- i) Retiro de los moldes.

La impermeabilidad del concreto de "Celu Cement" es prácticamente perfecta, no obstante por razones de seguridad se coloca una cubierta de mortero como terminación superior.



Fig. 18 Sistema Celu Cement.

2.3 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS MÁS UTILIZADOS EN LA VIVIENDA EN EL SALVADOR.-

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS.

En el mercado actual de nuestro país, existe una gran diversidad de sistemas constructivos, dentro de los cuales se encuentran “Los Prefabricados”, éstos a la vez, ofrecen una variedad de sistemas según los materiales que utilicen y el proceso de su fabricación.

La finalidad de incluir dentro del análisis, un estudio de las características de los “Sistemas Prefabricados”, es la de poder evaluar los diferentes sistemas recopilados en El Salvador para lograr determinar de acuerdo a dichas características cuáles de ellos ofrece mayores ventajas sobre los otros según su aplicación.

A continuación se presenta ciertas características de algunos de los sistemas más utilizados en nuestro medio y aplicables a la vivienda según el análisis establecido. Los sistemas han sido clasificados en tres grandes grupos los cuales son: a) Cubiertas y Cielos Falsos, b) Losas y Entrepisos y c) Paredes y Divisiones.

A. CUBIERTAS Y CIELOS FALSOS.

UNIPANEL:

Es un innovador producto fabricado por Unimetal, compuesto por dos hojas de acero aluminizado, pre-pintado Galvalume, con un núcleo de espuma de poliuretano que no permite la transferencia del calor, manteniendo una temperatura óptima en el interior de las edificaciones, esta diseñado para cubrir techos de viviendas y otros tipos de proyectos.

Existen otros tipos de sistemas dentro de los componentes de cubiertas y cielos falsos, (como el Plycem y la Tabla Roca), que también han sido analizados en presente documento, pero debido a que su utilización se da en mayor porcentaje en otros componentes, éstos se detallarán en su respectivo momento.

B. LOSAS Y ENTREPISOS.

1 LOSAS ECONSA:

A continuación se presentan cinco tipos diferentes de losas de concreto, las cuales son distribuidas con sus mismos nombres por dos empresas distintas: ECONSA y COPRESA, sin embargo la explicación y el funcionamiento de cada una de ellas no difiere en nada. Vale la pena mencionar que la primera losa prefabricada distribuida por ambas empresas es la Losa Tradicional, y recibe éste nombre no por ser realmente tradicional sino por ser la primera dentro de los Sistemas Prefabricados.

LOSA TRADICIONAL:

Este sistema está compuesto de viguetas pretensadas y bovedillas de concreto; se caracteriza por requerir colado superior de concreto con su respectivo refuerzo por temperatura.

LOSA CON BOVEDILLA DE DURAPAS:

Esta losa se caracteriza por poseer un menor peso y mayor resistencia, dependiendo del uso que tenga, ahorrando tiempo en la ejecución de la obra y disminuyendo costos en la estructura general de la construcción. Otra ventaja de usar este material es por su calidad térmica y acústica

LOSA CON LOSETA E8-25:

Este sistema viene casi terminado, faltando solamente el relleno con concreto fino o mortero 1:3 en los canales que se forman al instalar una loseta con otra y que permite sellar la junta entre losetas, las cuales se fabrican con un espesor de 8 cm. y un ancho de 25 cm. Estas losetas no necesitan ningún apuntalamiento.

LOSA CON MOLDE METALICO:

Este sistema elimina el uso de bovedilla de concreto o de durapás sólido. Se sustituye por molde metálica obteniendo así una losa con mayor resistencia comparándola con la losa de durapás, ahorrando en la estructura general de la construcción.

LOSA ESTRUCTURAL:

El sistema de losa Econsa Estructural, no necesita colado superior ni refuerzo por temperatura, reduciendo el peso de la losa en un 35% con respecto a la losa tradicional y sus costos hasta un 30%.

2 LOSAS COPRESA:

A continuación se presentan los mismos cinco tipos de losas de concreto, pero distribuidas por la empresa COPRESA:

LOSA TRADICIONAL:

Este sistema de losa se ha usado con buenos resultados desde 1973, está compuesto de viguetas pretensadas y bovedillas de diversos tamaños para dar los peraltes y modulaciones requeridas para cada diseño.

LOSA CON BOVEDILLA DE DURAPAS:

Esta losa se ha usado por muchos años por la ventaja del ahorro en peso que permite la bovedilla de durepás (poliestireno expandido) y además por la sencillez y rapidez de su montaje.

LOSA CON MOLDES:

Este sistema de losas tiene dos ventajas principales respecto a las demás: bajo peso, por la eliminación del uso de la bovedilla de cemento y arena que reduce el peso

muerto en aproximadamente 120kg/m²; y bajo precio, también por el ahorro de la bovedilla y además por el ahorro del acabado de la losa, pues el molde metálico aporta al desmoldar una superficie lisa, lista para recibir pintura; requiriendo el efectuar resanes pequeños en la unión vigueta - molde y molde - vigueta.

LOSA ESTRUCTURAL:

La losa Copresa Estructural, ha demostrado su facilidad constructiva, económica y poco peso, lo que ha permitido ser la solución preferida cuando la luz no pasa de 7mts.

La ausencia de losa superior permite una reducción de peso de aproximadamente 120kg/m², lo que a su vez puede conducir a ahorros adicionales en el diseño de vigas, columnas y fundaciones, aparte del ahorro en concreto y malla de refuerzo de la losa misma.

LOSA CON LOSETA 8/25:

Este sistema viene casi terminado, faltando solamente el relleno con concreto fino o mortero 1:3 de los canales que se forman al juntar una loseta con la otra y que permiten sellar la junta entre losetas, las cuales se fabrican con un espesor de 8 cm. y con un ancho de 25 cm. Estas no necesitan ningún apuntamiento y la superficie vista de las losetas traen de fábrica un acabado de “escobillado” o el acabado que el cliente desee y compatible con el sistema de fabricación.

C. PAREDES Y DIVISIONES.

ELECTROPANEL:

Es uno de los más modernos, seguros e innovadores sistemas de construcción para muros perimetrales y edificaciones de hasta tres niveles, utilizados en El Salvador y distribuido por la empresa MONOLIT.

Esta diseñado con un núcleo de Monoport (espuma de poliestireno expandida), de 5.5 cm. de grueso, con electromalla de acero de alta resistencia de 2.7mm. en ambas caras, formando la estructura principal de un muro o losa de concreto.

A diferencia de otros productos similares ofrece mayor economía, ya que cada plancha cuenta con un área adicional para empalmar, sin tener que comprar material extra.

PAREDES Y TAPIALES ECONSA:

El Sistema consiste en columnas y losetas de concreto reforzadas, al utilizar éstos dos tipos de elementos, el sistema da como resultado un material resistente y de gran calidad. Dicho sistema es fabricado y distribuido a través de la empresa ECONSA.

PAREDES PREFABRICADAS PREFASA:

Se forman a partir de columnas pretensadas, losetas y mojinetes; los cuales son fabricados en concreto de alta resistencia por medio de la empresa PREFASA SA de CV. Las paredes prefabricadas son de fácil instalación, ya que no necesitan de personal

especializado, generando así reducción en mano de obra y tiempo. Además, por la forma de instalarse pueden desmontarse y trasladarse a otro lugar para reutilizarse.

SISTEMA DE MURO SECO CON LÁMINA PLYCEM:

Es el producto principal de un revolucionario sistema que permite realizar construcciones sólidas, resistentes y rápidas sin desperdicio de material y no produce contaminación.

Las placas Plycem Fibrolit son distribuidas en El Salvador por la empresa AMANCO, y están fabricadas a base de cemento Portland reforzado con fibras naturales mineralizadas, libres de asbestos.

Las placas Plycem destacan al máximo los detalles de su construcción, proporcionando mayor volumen y profundidad a su diseño, ya que son las únicas con relieve.

Las placas Plycem pueden utilizarse en paredes interiores, exteriores, fachadas, cielos decorativos, entresijos y bases para techos.

Adicionalmente éste sistema nos da un ahorro al disponer de un solo proveedor para todos los componentes del sistema, como son perfiles de acero liviano, tornillos y acabados especiales. Se puede serruchar, clavar, atornillar, lijar, cepillar, pintar y hasta enchapar dichas placas.

PANEL COMPUESTO REYNOBOND:

Este Sistema distribuido por la empresa SOLAIRE, es el único en crear curvas, líneas y formas perfectas.

Su variedad en largos anchos y espesores, hacen de éste material, el medio ideal para innovadoras edificaciones. Por sus formas y su amplia gama de colores, Reynobond puede combinarse con otros materiales, sin perder la armonía del diseño.

El Sistema es fuerte y rígido, debido a su compuesto termoplástico en medio de dos laminas resistentes de aluminio. Estas propiedades logran crear una perfecta planicidad arquitectónica, superficies suaves y monolíticas. Por su peso liviano, es también el material ideal para proyectos de remodelación, evitando la alteración de los elementos estructurales existentes.

Este sistema, sin embargo, posee una desventaja en comparación con otros sistemas de paneles para fachadas; dicha desventaja se refiere a su elevado costo, lo que ha limitado su aplicación en nuestro país y de igual forma, la información acerca del mismo.

Para el caso de la vivienda, éste sistema puede perfectamente ser utilizado por aquellas personas con la suficiente capacidad económica para hacerlo y que deseen aplicar modernos detalles en sus fachadas.

SISTEMA: TABLARROCA SHEETROCK.

El panel de yeso Tablarroca SHEETROCK es empleado en la construcción de sistemas para muros divisorios, falsos plafones y recubrimiento para protección de estructuras contra incendios. Dicho sistema, es distribuido por algunas empresas salvadoreñas.

El panel de yeso, es roca de sulfato de calcio enriquecida con aditivos, laminada en placas en diversos tamaños y espesores, cubierta con un cartoncillo especial que constituye una excelente base para decorar con pintura, papel tapiz, plástico o cualquier otro material de recubrimiento.

Tablarroca resiste al fuego porque su núcleo es esencialmente yeso, un material que no se quema. Los cambios de temperatura y humedad tienen efectos pequeños o nulos en las láminas y en las juntas, excepto cuando sean sometidas a movimientos estructurales de gran dimensión.

CUADRO RESUMEN DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS MAS UTILIZADOS EN LA VIVIENDA EN EL SALVADOR.

SISTEMA	DATOS GENERALES	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	USOS	EMPRESA
Unipanel	Panel con núcleo de poliuretano con láminas de acero aluminizado.	Brinda un alto factor de aislamiento de calor y atenuación del ruido. No requiere mantenimiento. Ofrece facilidad y rapidez de instalación.	Techos Paredes	SOLAIRE
Losas Econsa	Sistema de losas de concreto que constan de dos elementos principales: viguetas pretensadas fabricadas con acero especial y concreto y bovedillas de diferentes materiales.	Los sistemas ofrecen diferentes alternativas en cuanto a la fabricación de las bovedillas, las cuales pueden ser de concreto, poliestireno expansible (durapás) o se sustituyen por moldes metálicos.	Entrepisos.	ECONSA
Losas Copresa	Sistema de losas de concreto que al igual que los sistemas de ECONSA constan de viguetas pretensadas y bovedillas de diferentes materiales.	Dentro de los diferentes sistemas que COPRESA ofrece están: Losa Estructural con bovedilla de durapás y Losa con molde metálico.	Entrepisos.	COPRESA
Electropanel	Paneles fabricados con un núcleo de MONOPORT (espuma de poliestireno expandido) con electromalla de acero.	Es el más moderno, seguro e innovador sistema de construcción, que cumple con las más estrictas normas de seguridad.	Paredes Muros Perimetrales	MONOLIT

SISTEMA	DATOS GENERALES	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	USOS	EMPRESA
Paredes Prefabricadas ECONSA	El sistema consiste en columnas y losetas de concreto reforzado.	El sistema ofrece menor tiempo de ejecución de la obra, facilidad en el manejo, transporte y colocación, además puede ser desmontado y reinstalado. Elimina el desperdicio y por lo tanto se obtiene una reducción de costos.	Tápias Paredes	ECONSA
Paredes Prefabricadas Prefasa	Columnas pretensadas, losetas y mojinetes los cuales son fabricados en concreto de alta resistencia.	Fácil instalación, bajo costo, fácil manejo; lo cual permite instalarlo en lugares de difícil acceso, desmontable.	Tápias Paredes	PREFASA
Sistema de Muro Seco con Lamina Plycem	Placas de cemento reforzado con fibras naturales mineralizadas libres de asbesto.	De bajo peso, rápida instalación, es incombustible, resistente a los golpes y a la humedad y permite aislamientos térmicos y acústicos. Permite construcciones livianas y completamente asísmicas.	Techos Fachadas Paredes Entrepisos Cielos	AMANCO
Panel Reynobond	Sistema de panel compuesto, fuerte y rígido por su compuesto termoplástico en medio de dos láminas resistentes de aluminio	Proporciona máxima seguridad a la obra donde es instalado. Sus recubrimientos lo convierten en un material resistente a la corrosión y a la intemperie.	Fachadas Paredes	SOLAIRE
Panel de Yeso Tablarroca	Paneles de roca de sulfato de calcio enriquecida con aditivo, laminada en placas de diversos tamaños y espesores.	Es un sistema incombustible por estar hecho básicamente de yeso. Tiene un bajo contenido de humedad y ofrece una larga duración y resistencia al agrietamiento.	Paredes Cielos	D'CORA

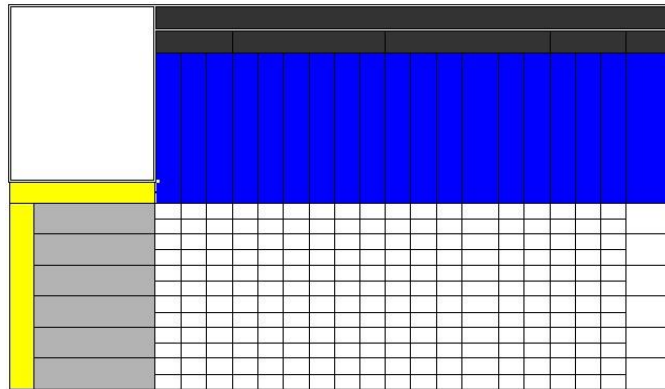
2.3.2. CRITERIOS Y LINEAMIENTOS PARA EL ANALISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS.

El conocer las distintas características de cada uno de los Sistemas Prefabricados en estudio se vuelve necesario, para fines generales del presente trabajo ya que una vez obtenida la información relacionada con dichas características se requiere de una evaluación a través de matrices comparativas, cuya finalidad es la de llegar a determinar, a través de la ponderación de porcentajes asignados según cada característica, cuales de los sistemas presentan mayores bondades y/o debilidades, llegando así a concluir en los sistemas que de acuerdo a su uso serán mas conveniente para la aplicación a la vivienda de interés social.

Para lograr el objetivo anteriormente planteado es necesario explicar las partes que componen las diferentes matrices, las cuales han sido clasificadas anteriormente estas son: a) Cubiertas y Cielo Falso, b) Losas y Entrepisos y c) Paredes y Divisiones. La explicación de dichas partes se realiza forma paralela a la explicación de funcionamiento de las mismas dentro de cada matriz, lo cual se representa a continuación:

A) Funcionamiento de Matrices Comparativas.

En el esquema siguiente se presentan las partes que componen la matriz comparativa de las características de los Sistemas Prefabricados para ser posteriormente explicadas.



A continuación se detalla cada parte correspondiente a cada color, asimismo se presenta la explicación y funcionamiento de dichas partes:

CASILLA CORRESPONDIENTE AL LOGOTIPO DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

AREAS DESIGNADAS A LA COLOCACIÓN DE LOS DIFERENTES TITULOS, los cuales identifican a cada uno de los principales componentes de evaluación, (Aspectos, Sistemas y el correspondiente uso, según la matriz).

CASILLAS QUE CORRESPONDEN A LAS CARACTERISTICAS GENERALES A EVALUAR. De acuerdo a la agrupación de las características se han establecido cuatro categorías; los porcentajes han sido establecidos en base a un 100%,

según la importancia de cada categoría y dichos porcentajes a su vez se subdividen de acuerdo a la cantidad de características específicas de cada categoría. (Para un mejor entendimiento, ver matrices).

Estabilidad: (30%) Se pretende establecer el grado de confianza que pueden ofrecer los diferentes Sistemas Prefabricados.

Resistencia: (30%) Dentro de este aspecto, se incluyen todas las características que reflejen la capacidad y la tolerancia de los sistemas ante el medio ambiente que les rodee.

Manejo: (15%) Es aquí donde se pretende determinar el grado de ventaja que cada uno de los sistemas ofrece en cuanto a empleo o su manipulación en el campo del trabajo.

Estética: (25%) Este aspecto, se refiere a la evaluación de lo relacionado a la apariencia que presentan los prefabricados en cuanto a su decoración, elegancia y la percepción visual que se tiene de ellos en diferentes ambientes.

 SECCIÓN QUE CONTIENE LA DIVISION DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES EN CARACTERISTICAS ESPECIFICAS.

PARA LA CATEGORIA DE ESTABILIDAD.

Seguridad: Característica que califica basándose en el interés y en el método de comprobación de la estabilidad de cada material que brinden protección al usuario.

Durabilidad: Se refiere a la persistencia que pueda llegar a tener el sistema con el transcurso del tiempo.

PARA LA CATEGORIA DE RESISTENCIA-

Resistencia Térmica: La cual se refiere al grado en que determinado sistema mantiene una temperatura óptima en el interior de la edificación.

Resistencia Sísmica: Dentro de ésta característica, se evalúa la firmeza y solidez que ofrecen los sistemas en estudio y que depende básicamente de la estructuración y fundaciones.

Resistencia a la Humedad: Se refiere al grado de resistencia que un sistema puede ofrecer a la corrosión debido a la humedad u otros factores ambientales.

Resistencia a los Golpes: Califica la capacidad de los sistemas de resistir impactos de diferente intensidad.

Aislamiento Acústico: Lo cual evalúa que tan eficiente es un sistema en cuanto a separar ruidos y sonidos externos e internos.

PARA LA CATEGORIA DE MANEJO-

Fácil Transporte: Esta característica se relaciona directamente al montaje en obra, y evalúa el nivel de facilidad en la movilización del material para ser llevado a la obra.

Liviano: Característica que se resume en determinar la ligereza en cuanto al peso de cada unidad o elemento de los diferentes sistemas en estudio.

No requiere de mano de obra calificada: Se pretende comparar la simplicidad en el proceso de instalación de cada sistema, de acuerdo a la relación que a menor cantidad de mano de obra calificada, mayor simplicidad.

Dúctil: Se determina la maleabilidad y la flexibilidad de los materiales, lo cual permite mayor variedad de usos.

PARA LA CATEGORIA DE ESTETICA:

Variedad de Colores: La disponibilidad de gamas de colores, para satisfacer necesidades estéticas y arquitectónicas.

Variedad de Diseños: Lo cual se refiere a la diversidad y versatilidad en cuanto a elementos decorativos.



CASILLA DE SISTEMAS PREFABRICADOS.

SECCION DESTINADA A LA EVALUACION DE CADA UNO DE LOS SISTEMAS. Cada una de las características se evalúa de acuerdo a porcentajes, el proceso de la evaluación será de la siguiente manera:

Para poder evaluar porcentualmente los sistemas en estudio, la matriz comparativa consta de 4 categorías que, según su importancia, deberán totalizar un 100%, cada una se divide en características específicas, las cuales han sido agrupadas y valoradas según los cuatro aspectos ya mencionados.

A continuación se presentan las matrices, las cuales una vez totalizadas según los valores y resultados obtenidos en la sumatoria, se precede a las respectivas conclusiones, que darán paso a una siguiente fase correspondiente al pronóstico.

CONCLUSION DE MATRIZ COMPARATIVA DE CARACTERISTICAS.

CUBIERTAS Y CIELOS FALSOS.

Para efectos de análisis de esta matriz comparativa, se tomaron en cuenta tres de los sistemas en estudio, de los cuales, Plycem y Tablarroca, son aplicables únicamente para cielo falso, diferente al caso de Unipanel cuya mayor aplicación se da como cubierta, pero que dentro de la misma, el sistema proporciona la textura para cielo falso; por lo tanto, y siendo el Unipanel el único sistema incluido en el análisis de cubiertas, se considera válida la comparación entre los tres sistemas.

Debido a lo anteriormente mencionado, el sistema de paneles Unipanel, fabricado y distribuido por la empresa Solaire, supera en el aspecto económico a los otros dos sistemas, ya que a parte de proveer el encielado, proporciona la cubierta misma del edificio.

Por otra parte, en relación a las características de seguridad y durabilidad, consideradas de gran importancia dentro del análisis y por lo tanto con un mayor porcentaje, se observa que el sistema de cielos falsos con lámina Plycem, es el que ofrece menos porcentaje, por tratarse, para el caso de la estructura metálica, de cielos suspendidos y de cielos simplemente clavados en la estructura de madera; sin embargo no se está diciendo con esto que sean inseguros, prueba de ello es la gran cantidad de edificaciones que actualmente lo utilizan, pues resulta ser uno de los más económicos.

Tablarroca, obtiene en su sistema de cielos falsos, un porcentaje mayor en cuanto a seguridad, aunque en durabilidad, presenta el menor de los porcentajes ante los otros dos sistemas por tratarse de un material más perecedero como lo es el yeso. Los paneles con núcleo de poliuretano (Unipanel), ofrecen el mayor porcentaje en cuanto a seguridad, ya que su fijación es a través de tornillos y de forma directa a la estructura metálica (polín), la durabilidad de los elementos construidos con éste sistema, obtienen en éste análisis comparativo, un buen porcentaje ya que los materiales de que está compuesto, poseen por si solos dicha característica.

MATRIZ COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS.

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>		CARACTERÍSTICAS GENERALES																	
		ESTABILIDAD 30 %			RESISTENCIA 30 %					MANEJO 15 %				ESTETICA 25 %		TOTAL			
		Seguridad 15%	Durabilidad 15 %	Sub-total	Resistencia Térmica 6.5 %	Resistencia Sísmica 6.5 %	Resistencia a la Humedad 6.5 %	Resistencia a los Golpes 5.5 %	Aislamiento Acústico 5 %	Sub-total	Fácil Transporte 3.0 %	Liviano 3.0%	Desmontable 3.0 %	No Requiere Mano de Obra Calificada 3.0 %	Dúctil 3.0 %	Sub-total	Variedad de Colores 12.5 %	Variedad de Diseños 12.5 %	Sub-total
SISTEMAS.																			
Entrepisos	LOSAS ECONSA			30.0					19.63						4.50			6.25	60.38
	LOSAS COPRESA			30.0					19.63						3.0			6.25	58.88
	ENTREPISO CON LAMINA PLYCEM (AMANCO)			22.50					15.0						6.75			9.38	53.63

CONCLUSIÓN DE MATRIZ COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS.

ENTREPISOS.


Los sistemas incluidos dentro de éste análisis comparativo, corresponden a aquellos que son utilizados para la construcción de entrepisos. Cabe mencionar, que los dos primeros, Losas Econsa y Losas Copresa, reciben su nombre de su aplicación como cubierta de losa para un edificio, pero que de igual forma pueden funcionar como entrepiso, y por lo tanto ser comparados con el sistema con lámina Plycem.

Siendo la estabilidad de un sistema una de las características más importantes, por incluir dentro de ella a la seguridad y a la durabilidad, se considera fundamental el conocer, como los diferentes sistemas prefabricados responden a las mismas y cual es la relación entre ellos.

Por ser el sistema de Losas Copresa, esencialmente semejante al sistema de Losas Econsa, obtienen para seguridad el más alto porcentaje por igual, esto es también debido a que ambos sistemas están compuestos de un material mucho más fuerte y resistente que el que ofrece el sistema de láminas Plycem. De igual forma sucede para la durabilidad, donde los sistemas de losas de concreto, presentan el mayor porcentaje en relación al Plycem.

En resumen, para los sistemas de entrepisos, el que obtuvo el mayor porcentaje es el sistema de losas de concreto Econsa, siguiendo en porcentaje losas de concreto Copresa para finalizar con el sistema de entrepisos con lámina Plycem. Sin embargo, vale la pena aclarar que al realizar un proyecto, se deberá tomar en cuenta con que sistema se trabajaran las paredes, ya que algunas no podrán resistir la carga pesada de ciertos sistemas de entrepisos.

MATRIZ COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS.

 Universidad de El Salvador <i>Hacia la libertad por la cultura</i>		CARACTERÍSTICAS GENERALES																	
		ESTABILIDAD 30 %			RESISTENCIA 30 %					MANEJO 15 %					ESTETICA 25 %		TOTAL		
		Seguridad 15%	Durabilidad 15 %	Sub-total	Resistencia Térmica 6.5 %	Resistencia Sísmica 6.5 %	Resistencia a la Humedad 6.5 %	Resistencia a los Golpes 5.5 %	Aislamiento Acústico 5 %	Sub-total	Fácil Transporte 3.0 %	Liviano 3.0%	Desmontable 3.0 %	No Requiere Mano de Obra Calificada 3.0 %	Dúctil 3.0 %	Sub-total	Variedad de Diseños 12.5 %	Variedad de Colores 12.5 %	Sub-total
SISTEMAS.																			
Paredes y Divisiones.	BLOCON (PRECON)			22.5					23.88					11.5			12.5	70.38	
	ELECTROPANEL			18.75					19.64					12.75			0.0	51.14	
	PANELES DE CONCRETO (ECONSA)			22.5					23.88					7.5			0.0	53.88	
	PANELES DE CONCRETO (PREFASA)			22.5					23.88					8.25			0.0	54.63	
	PANELES DE MURO SECO PLYCEM (AMANCO)			15.0					15.0					10.5			18.75	59.25	
	PANELES TABLARROCA (D'COR)			15.0					12.39					9.0			0.0	36.39	

CONCLUSIÓN DE MATRIZ COMPARATIVA DE CARACTERÍSTICAS

PAREDES Y DIVISIONES

Los Sistemas Prefabricados presentan una gran variedad de opciones para los componentes de paredes y divisiones dentro de los cuales figura un concepto constructivo de piezas prefabricadas elaboradas a base de concreto preesforzado, como es el caso de los paneles de concreto Econsa y el Sistema de paredes de Precón.

Así mismo se da el caso de los diferentes sistemas constituidos de igual forma por piezas prefabricadas pero a base de diversos materiales, elementos necesarios y accesorios que hacen sistemas capaces de satisfacer las necesidades de quienes desean utilizarlos, como lo son: el sistema de Electropanel, Tablarroca y Plycem.

Enfocándose en la comparación de la matriz, se pudo observar que el Sistema de Blocones , distribuido por la empresa Precon, presenta un mayor porcentaje, en cuanto a estabilidad y resistencia, y sobre todo una gran ventaja ante los demás sistemas analizados con relación al manejo, pues es el más liviano, y por lo tanto no requiere de transporte especial y a su vez sus piezas son completamente desmontables, es decir que debido a su fácil instalación, la cual no requiere de mano de obra calificada, puede ser trasladado en el momento que se requiera a otro lugar sin que se deteriore.

En general se considera que todos los sistemas mencionados para la construcción de paredes y divisiones, pueden llegar a resistir un terremoto de cierta magnitud siempre y cuando las estructuras hayan sido adecuadamente ensambladas.

Cada uno de los sistemas utilizados en paredes y divisiones, son elaborados con técnicas y métodos que buscan proporcionar las mismas o mejores ventajas de seguridad, durabilidad y estabilidad que los sistemas tradicionales utilizados actualmente en la construcción de viviendas.

2.3.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

SISTEMA: UNIPANEL (SOLAIRE).

a. Proceso de Fabricación.

El panel es fabricado por Unimetal, la primera planta productora de paneles insulados con Poliuretano en Centroamérica.

El proceso se inicia al cortar dos láminas de acero con recubrimiento "Galvalume", una eficaz aleación de aluminio, zinc y silicio que duplica la duración ante el óxido en relación con las cubiertas galvanizadas, dichas láminas tendrán sus respectivas medidas de acuerdo a una longitud previamente establecida (la empresa recomienda una longitud no mayor a los 12 mts), luego se moldean las laminas superiores según el perfil estándar.

De la cortadora, pasan a la mesa de preparación para el inyectado de poliuretano, para lo cual se coloca entre las láminas una estructura de madera especial resistente al calor que cubre todo el perímetro de acuerdo al espesor indicado (el espesor se mide en la parte más alta del perfil llamada cresta), dicha estructura es unida a las láminas con una cinta adhesiva especial.

En los tacos laterales de ésta estructura, se dejan los agujeros por los cuales se inyecta el poliuretano al mismo tiempo que se pasa el panel por un horno.

El poliuretano que se inyecta es de muy alta densidad para que no absorba el agua y además se le agrega un desecante y un retardante del fuego.

Luego de inyectado el poliuretano, los paneles se dejan en el horno por 10 minutos para que tomen rigidez y se sequen completamente, se sacan del horno, se suelta la madera y se limpia todo el residuo a lo largo del perímetro para luego ser despachados.

b. Montaje en Obra.

Cuando el sistema es utilizado para cubiertas, es necesario establecer previamente, la distribución de los polines ya que el panel deberá apoyarse exactamente sobre ellos.

Una vez colocados los paneles son fijados por medio de tornillos, los cuales son de dos tipos según su colocación: si se une el panel al polín, se requiere del tornillo estructural y si se utiliza en el empalme de dos paneles, se coloca el tornillo cónico. Para techos con pendientes del 1% (como por ejemplo en las gasolineras), deberá utilizarse en los empalmes una cinta especial llamada **Tacky Tape** la cual no permite la filtración del agua.

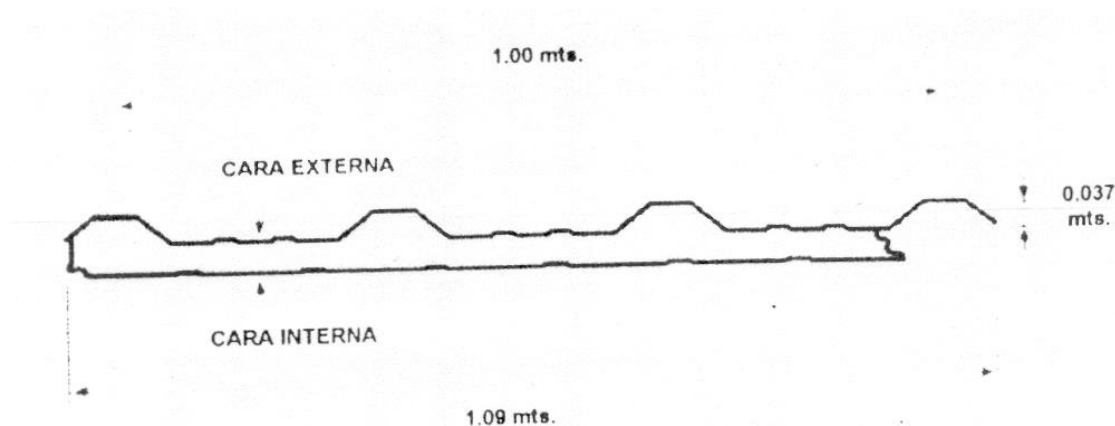
En la parte final del techo, antes de llegar al canal, el poliuretano queda visto, por lo cual es importante sellar dicha parte con un aislante llamado "Aqualock".

Para el caso de instalación de paredes, se sigue básicamente el mismo procedimiento, tomando en cuenta que debe instalarse previamente una armazón de polines a partir de las fundaciones de concreto y sobre la cual se han de colocar los paneles. Con el fin de sellar cualquier tipo de abertura que pudiera quedar al empalmar dos paneles en las esquinas se utilizan piezas del mismo material con su respectivo ángulo que se adaptan con tornillos y se sellan con "Tacky Tape".

c. Detalles Constructivos.

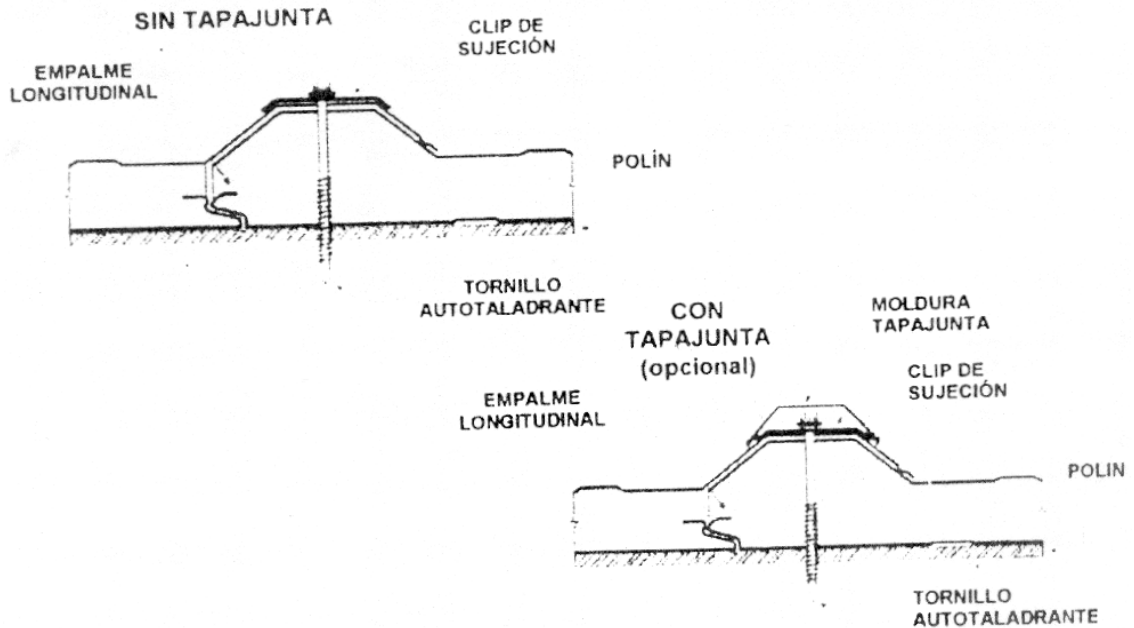
c.1) PERFIL.

Por su configuración y el diseño de su perfil "Duralum' Standard, los paneles admiten altas cargas, resultando estructuras más ligeras y económicas. El perfil que presentan los paneles se presenta en la siguiente imagen.



c.2) TRASLAPE.

Su exclusiva unión de traslape de panel a panel, reduce el tiempo de instalación y elimina el uso de tapajuntas y las probabilidades de filtración a largo plazo.



Unipanel está diseñado con longitudes a la medida requerida, para que el usuario pueda modular su proyecto (Máxima longitud 12.0 mts) Además ha desarrollado la gama de accesorios que se integran al sistema constructivo del producto, ofreciendo soluciones totales con sistemas integrales.

SISTEMA: LOSAS ECONSA (ECONSA).

a. Proceso de Fabricación.

El proceso de fabricación de los elementos principales de este sistema, como lo son las viguetas y las bovedillas, se inicia con la preparación de la mezcla que consta de

arena, grava No 1, cemento y agua. Dicha mezcla se utilizará para la elaboración de ambos elementos.

La fabricación de las bovedillas comienza cuando de la mezcladora se vierte el concreto en unas maquinas vibratorias que son las que proporcionan la forma a las bovedillas por medio de moldes. Una vez fraguada la mezcla, se procede a desmoldar las piezas y a dejarlas por espacio de 24 horas para que se sequen por completo y el concreto adquiera su debida resistencia.

Las viguetas son elaboradas a base de moldes metálicos, dentro de los cuales se coloca el hierro de refuerzo pretensado y la celosía para posteriormente agregar la mezcla. El proceso de fraguado de estos elementos se da en un lapso de 48 horas aproximadamente. Después se procede a desmoldar para poner cada pieza a secar.

b. Montaje en Obra.

Este proceso es general para todo tipo de losa.

La instalación consiste en repartir las viguetas usando preferentemente como escantillón una bovedilla. No es necesario colocar viguetas al inicio de la modulación, debe comenzarse con bovedilla.

En cuanto al apuntalamiento, los puntales pueden ser metálicos o de madera y deben instalarse antes de colocar las bovedillas. Debe usarse durmientes entre puntales,

los cuales tendrán el nivel del fondo de la vigueta más baja, para que cuando se carguen las viguetas con las bovedillas y el concreto queden al mismo nivel. Normalmente se utiliza un puntal para cada dos viguetas y deben fijarse (clavarse) en el durmiente superior e inferior, según se muestra en la figura:



La Fig. 19 Demuestra la colocación de losetas para el colado de la losa.

Los bastones son elementos que soportan los esfuerzos negativos y deberán ser hierro norma grado 40, no menor del 20% de la luz libre ó 40 veces el diámetro de la varilla superior de la vigueta.

Para las instalaciones eléctricas, en los sistemas con bovedilla de concreto la caja octagonal se puede fijar en estas y los poliductos colocarlos en los huecos de las mismas, para evitar que éste se doble o se quiebre. En el caso de los sistemas con molde metálico y bovedilla de durapás sólido, la caja octagonal se puede fijar en éstos y los poliductos entre el molde y la bovedilla y el refuerzo por temperatura, con el fin de que no se doble

o se quiebre. No se recomienda pasar poliducto a lo largo en el patín de la vigueta, para no debilitar su resistencia.

Cuando se requiera dejar cielo falso, se pueden dejar mechas de alambre galvanizado amarradas a la vigueta o al refuerzo por temperatura, para colgar las retículas que soportan las losetas de cielo falso.

Cuando se requiere pasar a través de la losa tuberías de agua potable y/o drenajes, basta dejar un pasatubo de mayor diámetro a través de la bovedilla o sobre el molde metálico antes del colado, para posteriormente colocar la tubería definitiva.

Para el colado de la losa superior se recomienda una limpieza completa de las viguetas y bovedillas, luego humedecerlas antes del vaciado del concreto. Se debe supervisar que al momento del colado no se apile concreto en un lugar como centro de distribución, pues esta sobrecarga podría hacer fallar el apuntamiento o las viguetas entre puntales. Pasadas 72 horas después del colado se puede despuntar pero no sobrecargar la losa, si se requiere acopiar material para los pisos superiores, dejar el apuntamiento un mínimo de 7 días.

SISTEMA: LOSAS DE CONCRETO PREESFORZADO (COPRESA).

a. Proceso de Fabricación.

Los sistemas de entrepiso de COPRESA cuentan con diferentes elementos o componentes según sea el tipo de losa que se desee instalar así se tienen: viguetas y bovedillas para determinados sistemas y losetas para el tipo de losa COPRESA con losetas.

Todos los elementos están hechos de concreto y en el caso de las viguetas y losetas, se trata de concreto reforzado con acero.

La fabricación de las bovedillas comienza con la mezcla de los agregados de concreto, misma que se vierte en moldes de diversos tamaños para fabricar las bovedillas de acuerdo a las modulaciones requeridas según el diseño.

Las viguetas y las losetas son coladas en moldes con las dimensiones previamente determinadas dentro de las diversas medidas estándar y de acuerdo a las necesidades a cubrir y dentro de los cuales se ha colocado previamente el acero de refuerzo y la celosía. De forma sencilla, una vez fraguado el concreto, se procede a desmoldar y a poner a secar las piezas que después de cierto tiempo están listas para despacharse.

b. Montaje en Obra

Para el caso de la Losa COPRESA con loseta, en la cual no se utilizan bovedillas, el procedimiento constructivo se inicia con el montaje y distribución de las losetas apoyándolas un mínimo de 2.0 cm.; si alguna se queda corta, pero no más de 10.0 cm., se puede repartir el faltante y moldear la parte descubierta.

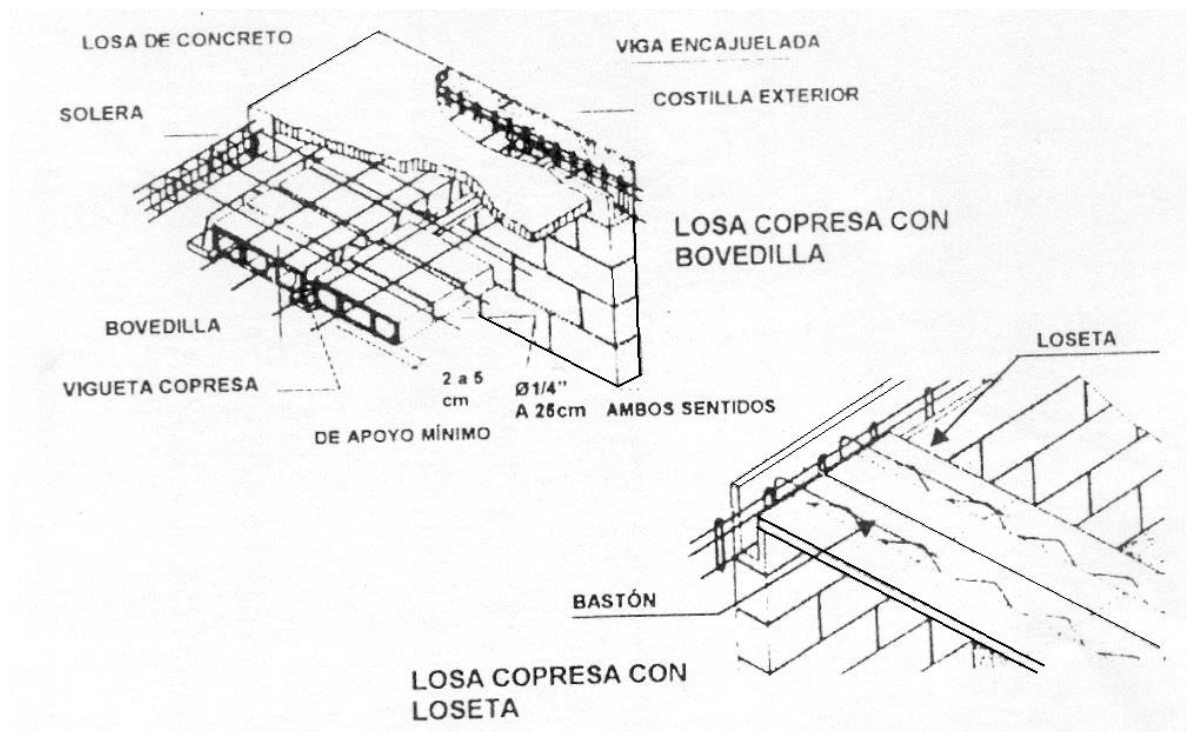
Luego se precede a apuntalar a cada 1.50 mts. y dejando el durmiente al nivel de la loseta mas baja. Los bastones se colocan amarrándolos a la parte superior de la celosía.

Posteriormente, se coloca la malla de refuerzo o una malla electrosoldada, dejando que los extremos de las varillas de las mallas lleguen al borde exterior de la losa o traslapar con la malla continua, luego viene el colado del concreto “in situ”.

Se puede despuntalar a las 72 horas y cargar a los 7 días. Se recomienda dejar los puntales si se necesita cargar la losa prematuramente o cuando vayan a construirse paredes en el sentido longitudinal de las losetas. En este caso dejar los pines de amarre.

Para el caso de los demás tipos de losa como lo son la tradicional, la estructural, la losa con bovedilla de durapás y la losa con molde metálico, el procediendo constructivo varía únicamente en la instalación de las bovedillas que para cada uno de estos tipos de losa puede variar en tamaño para dar los peralte y modulaciones requeridas para cada diseño.

Esta diferencia en los procesos de instalación puede observarse al comparar los esquemas de un entrepiso hecho con viguetas y bovedillas y uno hecho a base de losetas que se presentan a continuación:



c. Detalles Constructivos.

Para el caso específico de la losa COPRESA con moldes metálicos, cuando se necesite pasar a través de la losa tuberías de agua potable y/o drenajes, basta dejar un pasa tubo de mayor diámetro (1/4 de pulg.) antes del colado para fácilmente colocar posteriormente la tubería definitiva. En el caso de la Losa COPRESA con loseta, los

huecos que deben dejarse son para tubería de PVC de 2", 3" y 4". Una loseta puede llevar tantos pasatubos como se requiera, pero con una separación mínima del diámetro del tubo a colocar y nunca en dos losetas continuas. Para este tipo de losa en el cual no se cuenta con bovedillas o diafragmas donde llevar los poliductos, hay que llevarlos en el sentido longitudinal de la loseta, nunca transversal; para no debilitar la losa de recubrimiento. Igual que con los drenajes se puede solicitar las losetas que llevarán embebida la caja octogonal para las lámparas.

En los casos de los tipos que requieren colado de concreto "in situ", el proceso de curado puede hacerse de tres maneras: 1) por inmersión, 2) recubriendo con arena húmeda y 3) recubriendo con película selladora que evita la evaporación del agua contenida en el concreto. En las primeras dos soluciones se recomienda dejar por lo menos una semana; con la tercera opción, solo se requiere evitar no dañar el sello.

El colado de la losa debe ser supervisado con el fin de evitar que se concentre concreto en un lugar como centro de distribución, pues esta sobrecarga podría hacer fallar en primer lugar la bovedilla, la vigueta entre puntales o el apuntalamiento mismo. Es recomendable amarar las bovedillas o losetas para evitar que estos se levanten por la supresión del concreto al vibrar.

SISTEMA: ELECTROPANEL (MONOLIT).

a. Proceso de Fabricación.

El electropanel esta fabricado con un núcleo de MONOPORT (Espuma de poliestireno expandido) de 5.5 cm. de grueso, forrado con electromalla de acero de alta resistencia de 2.7 mm en ambas caras.

La Electromalla sustituye el proceso lento de armar en obra, optimiza los recursos de tiempo y dinero, dando como resultado eficiencia y economía.

b. Montaje en Obra.

Para la construcción de muros perimetrales, electropanel se coloca sobre el cimiento, quedando las varillas de espera sobre la electromalla. Estas varillas serán de un diámetro de 6.20 mm grado 70, en forma de U sobresaliendo 30 cm. y ubicados a cada 40 cm.

Si se coloca sobre piso ya existente bastará con perforar agujeros de ½ pulg. y fijar bastones de 6.20 mm al igual que en el caso anterior.

Para la construcción de viviendas en serie, ampliaciones y remodelaciones, Electropanel resulta tan sencillo como colocar las planchas sobre los cimientos previamente trazados y fundidos. Una vez terminada la estructura, se marca sobre

electropanel las puertas y ventanas, para luego cortar y reforzar con Electromalla, los vanos, sillares y dinteles.

Para instalaciones eléctricas y de agua, se marca sobre el Electropanel, luego se cortan los canales en el Monoport (poliestireno) utilizando una cuchilla, un soplete o una pistola de calor.

Para el recubrimiento del Electropanel en el caso de los muros con un espesor terminado de 10.5 cm., Electropanel debe ser recubierto 2.5 cm. en ambas caras (3.0 cm. dan mejores resultados). Entre la primera y segunda capa se debe esperar 24 horas de fraguado. El mortero será a base de arena de río limpia y cemento en una proporción 1 : 3 ó 1 : 4, agregar 10 % de cal.

Las aplicaciones del mortero y revestimiento final, pueden hacerse empleando métodos, tradicionales de lanzado a mano, o también puede utilizarse el método de lanzado de concreto a máquina, utilizando pistolas lanzadoras y un compresor.

c. Detalles Constructivos.

El electropanel estructural de 3 pulg. consta de las siguientes medidas:

ANCHO	LARGO	ESPESOR	PESO APROX.
(mts.)	(mts.)	(mts.)	(Lbs)
1.20	2.44	0.055	25

Debido a su diseño, el zigzag del electropanel debe quedar siempre en sentido vertical. Es conveniente apuntalar a ambos lados para lograr una buena estabilidad. Además incluye en su diseño un excedente de electromalla para el debido empalme con el siguiente electropanel, una varilla horizontal de 3.88 mm de diámetro x 0.30 mts a cada 0.30 mts garantiza un mejor empalme.

SISTEMA: ELECTROPANEL (MONOLIT).

a. Proceso de Fabricación:

El Electropanel está fabricado con un núcleo de MONOPORT (Espuma de poliestireno expandido) de 5.5 cm. de grueso, forrado con Electromalla de acero de alta resistencia de 2.7 mm en ambas caras.

La electromalla sustituye el proceso lento de armar en obra, optimiza los recursos de tiempo y dinero, dando como resultado eficiencia y economía.

b. Montaje en Obra.

Para la construcción de muros perimetrales, electropanel se coloca sobre el cimiento, quedando las varillas de espera sobre la elctromalla. Estas varillas serán de un

diámetro de 6.20 mm grado 70, en forma de “U” sobresaliendo 30 cm. y ubicados a cada 40 cm.

Si se coloca sobre piso ya existente bastará con perforar agujeros de 1/2 pulg. y fijar bastones de 6.20 mm al igual que en el caso anterior. Para la construcción de viviendas en serie, ampliaciones y remodelaciones, Electropanel resulta tan sencillo como colocar las planchas sobre los cimientos previamente trazados y fundidos.

Una vez terminada la estructura, se marca sobre Electropanel las puertas y ventanas, para luego cortar y reforzar con Electromalla, los vanos, sillares y dinteles.

Para instalaciones eléctricas y de agua, se marca sobre el Electropanel, luego se cortan los canales en el Monoport (poliestireno) utilizando una cuchilla, un soplete o una pistola de calor.

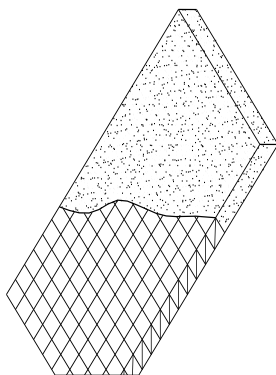
Para el recubrimiento del Electropanel en el caso de los muros con un espesor terminado de 10.5 cm., Electropanel debe ser recubierto 2.5 cm. en ambas caras (3.0 cm. dan mejores resultados), Entre la primera y segunda capa se debe esperar 24 horas de fraguado. El mortero será a base de arena de río limpia y cemento en una proporción 1: 3 ó 1: 4, agregar 10 % de cal.

Las aplicaciones del mortero y revestimiento final, pueden hacerse empleando métodos tradicionales de lanzado a mano, o también puede utilizarse el método de lanzado de concreto a máquina, utilizando pistolas lanzadoras y un compresor.

c. Detalles Constructivos:

El Electopanel Estructural de 3.0 pulg. consta de las siguientes medidas:

ANCHO (mts)	LARGO (mts)	ESPESOR (mts)	PESO APROX. (Lb.)
1.20	2.44	0.055	25



Debido a su diseño, el zigzag del Electopanel debe quedar siempre en sentido vertical. Es conveniente apuntalar a ambos lados para lograr una buena estabilidad.

Además incluye en su diseño un excedente de Electromalla para el divido empalme con el siguiente Electopanel, una varilla horizontal de 3.88 mm de diámetro x 0.30 mts a cada 0.30 mt garantiza un mejor empalme.

SISTEMA: PAREDES PREFABRICADAS (ECONSA).

a. Proceso de Fabricación:

El sistema de paredes prefabricadas consta de dos elementos: **Columnas y Losetas.**

Columnas: Las cuales son elaboradas a base de una armazón de hierro compuesto de cuatro varillas de 7.5 mm de diámetro con estribos a cada 25 cm. y una mezcla de grava, arena, cemento y escoria volcánica colada en moldes de medidas variables, con un periodo mínimo de 24 horas para su fraguado, logrando así una resistencia de 210 Kg./cm².

Losetas: Son elaboradas a base de una mezcla similar a la utilizada en las columnas y con armadura con hierro de ¼". La mezcla se vierte sobre una mesa vibratoria con ranuras para cada loseta estándar (2.0 x 0.50 mts. y 1.0 x 0.50 mts).

El proceso de la fabricación de los mojonetes, se realiza a diferencia de las losetas, en el piso

b. Montaje en Obra:

Los pasos a seguir para la instalación de las columnas y losetas prefabricadas ECONSA se detallan a continuación:

Primero, como en todo proceso constructivo, se procede a la limpieza, nivelación y/o compactación del terreno, para luego realizar el trazo, marcando los lugares donde se colocarán las columnas. Lo más importante es que las columnas sean colocadas a plomo y a la distancia apropiada.

Como tercer paso, se excavan huecos de fundación para las columnas de 40 x 40 x 65 cm. cuando se usa suelo – cemento y de 40 x 40 x 50 cm. con concreto ciclópeo (mezcla de arena, cemento y piedra cuarta).

Luego se procede a introducir la columna en el hueco, cuidando que este debidamente plomeada y a la distancia correcta. Se recomienda usar una loseta como escantillón. Luego, se rellena con suelo-cemento o concreto ciclópeo dependiendo del diseño.

Una vez colocadas las columnas, se dejan transcurrir 24 horas antes de comenzar a colocar las losetas, estas se deslizan a través de los canales de las columnas hasta complementar la sección de la pared. Posteriormente se resana la unión entre losetas y columnas a ambas caras de las paredes. Todos los pasos anteriores, se repiten sucesivamente hasta complementar la obra.

c. Detalles Constructivos:

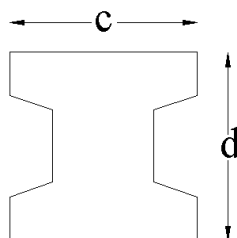
En el sistema de paredes prefabricadas ECONSA, las columnas son de sección de 0.13 x 0.13 mts. y una longitud variable y están armadas de la siguiente manera:

El acero de refuerzo esta conformado por cuatro varillas grado 70 y de 7.54 mm de diámetro, colocadas verticalmente. Los estribos para armar el acero de refuerzo vertical están conformados por varillas de hierro de 3.43 mm de diámetro grado 40 colocadas a cada 25 cm. de separación.

El concreto de las columnas es de resistencia de 210 Kg/cm². Lleva en la parte superior una varilla de 3/8" x 20 cm. de largo para sujetar los polines que sujetarán el techo.

Las dimensiones, altura de pared máxima y peso de las columnas ECONSA, se presentan a continuación:

DIMENSIONES c x d (mts)	ALTURA PARED MÁXIMA h (mts)	PESO	
		Kg/ml	Lb/ml
0.13 x 0.13	Variable	30	62

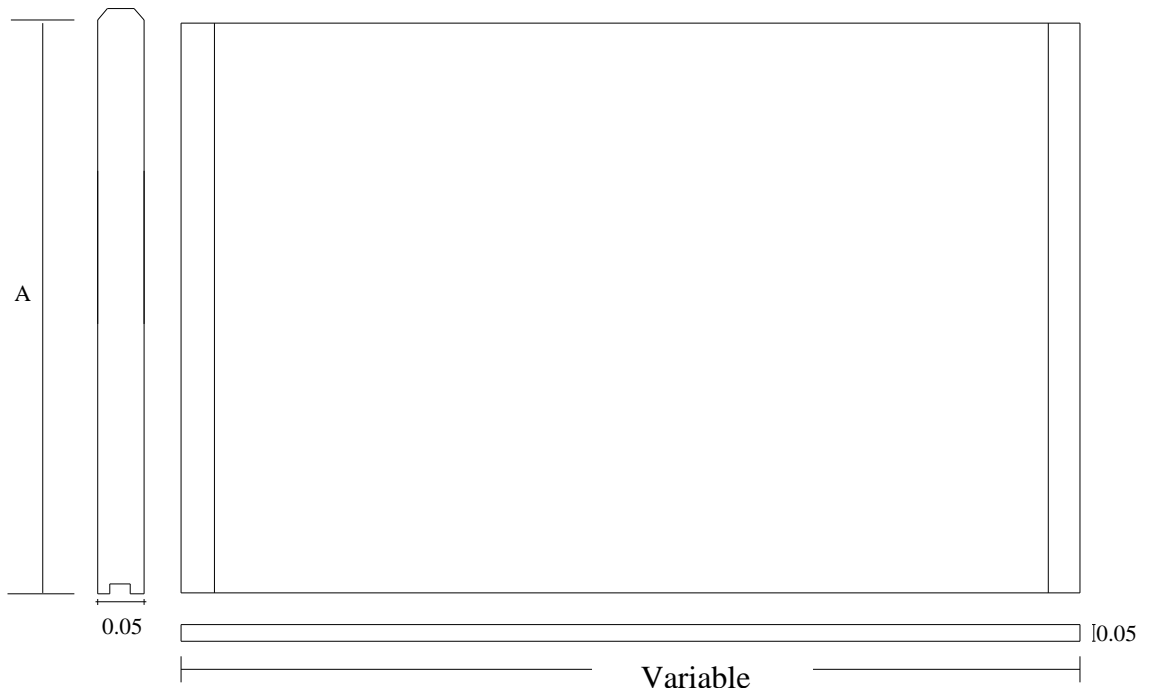


Las losetas para conformar las paredes entre columnas son construidas en el plantel de la empresa de la siguiente manera.

Las dimensiones de la loseta lisa son de: 2.0 x 0.50 x 0.50 mts., y su armado consiste de tres varillas de refuerzo de hierro de ¼" colocadas transversalmente. El hierro para las losetas es de grado 40, el concreto es de una resistencia de 180 Kg/cm², dichas losetas son fabricadas en mesas vibratorias.

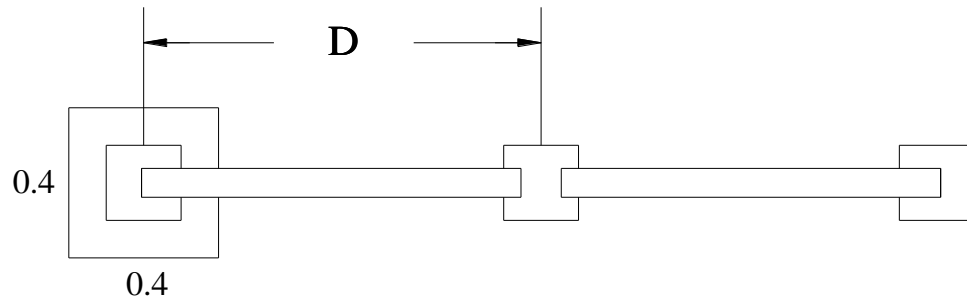
Las especificaciones en cuanto a dimensiones y peso, se presentan en el siguiente cuadro resumen y posteriormente se muestra la grafica de las dimensiones de la loseta.

DIMENSIONES				PESO	
ESPEJOR (mts)	ANCHO (mts)	LUZ LIBRE DE LOSETAS (mts)	DISTANCIA ENTRE EJE DE COLUMNA (mts)	Kg.	Lb.
0.05	0.5	1.86	2	93.18	205
0.05	0.5	0.86	1	49.09	108

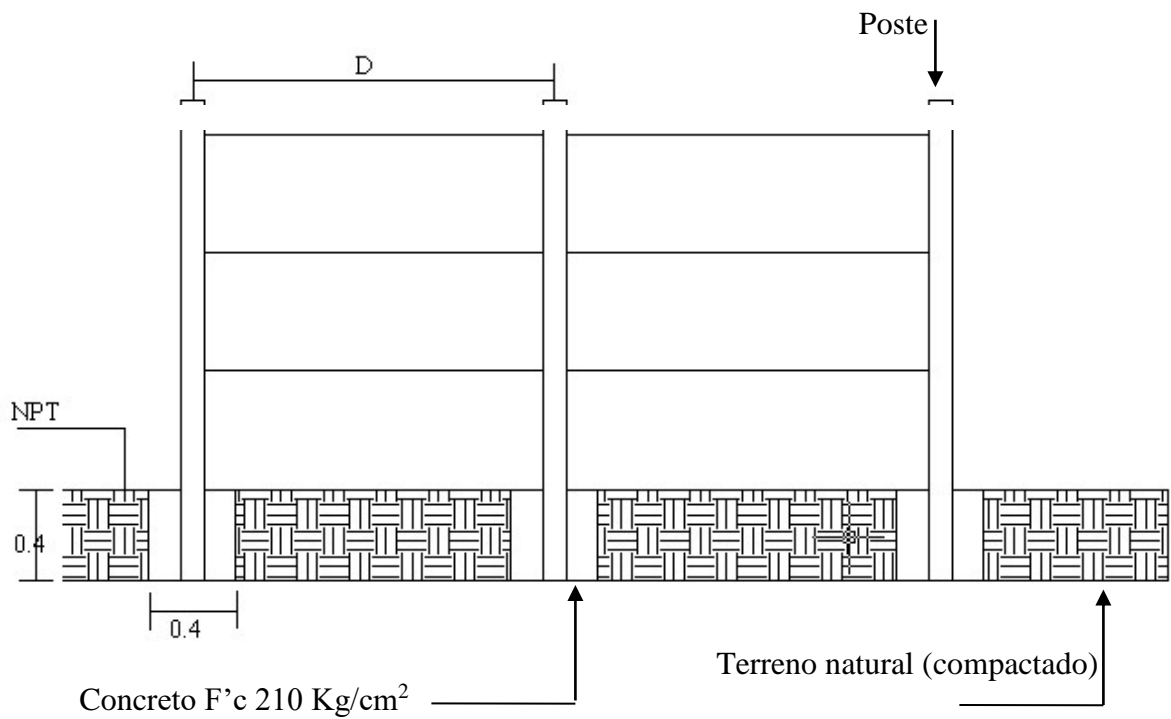


Los detalles en cuando a la instalación de las columnas y losetas prefabricadas ECONSA se presentan en detalle en los siguientes diagramas:

Distribución en planta de las columnas y Losetas Prefabricadas.



Detalle de Montaje de Columnas y Losetas.



H = variable

D = 1.00 metros.

Cotas en metros.

SISTEMA: PAREDES PREFABRICADAS (PREFASA).

a. Proceso de Fabricación:

El método de fabricación consiste en el concreteado o moldeo en encofrados fijos o matrices, los elementos van pretensados con tensores, que bien pueden ser alambres o cables. Es necesario hacer énfasis que entre las características del pretensado están las de reducir el peso de las distintas piezas, permite la realización de uniones resistentes a la flexión y eleva la capacidad del transporte de los elementos

La producción de las piezas prefabricadas para las paredes PREFASA, reviste de importancia, ya que gran parte del consumo de la mano de obra corresponde a la fabricación. El proceso empieza por tensar los alambres de acero destinados al pretensado, anclarlos y a continuación se recoloca concreto los elementos. Tan pronto se alcanza un 80% de la resistencia del concreto se sueltan los anclajes y se separan los distintos elementos unos a otros, con lo cual las tensiones de los alambres son transferidas a los elementos por efectos de la adherencia entre estos y los alambres tensores.

El concreteado de los elementos se realiza a través de una vibración, con el objetivo de disminuir las inclusiones de aire que quedan en el elemento después de

colocar el concreto. Luego se realiza el endurecimiento del hormigón, por medio de un tratamiento de vapor; y finalmente se realiza el desmolde de los elementos.

b. Montaje en obra:

Para el caso de las viviendas, primero deberá realizarse la nivelación y el trazo del terreno; ya definidos los puntos donde se ubican las columnas, luego se realiza la excavación de 0.75 mts de profundidad por 0.50 mts de ancho. Se coloca una capa de mortero en la parte inferior de la excavación para evitar el contacto directo con el suelo, y se procede a hincar las columnas en el hueco, se verifica su alineación con los ejes y se chequea su verticalidad.

Con la columna en su posición correcta, se realiza el colado de la fundación utilizando concreto con un mínimo de 170 Kg/cm² de resistencia.

El mismo proceso se sigue con todas las columnas, usando como escantillón entre columnas una loseta para lograr la distancia entre módulos. Cuando ya hayan fraguado las fundaciones, se colocan las losetas en cada tramo deslizándolas a través del canal de la columna para ir formando las paredes.

Se resana la unión loseta – columna y loseta – loseta con mezcla. Se instala la estructura del techo, la cual podrá fijarse en los pines metálicos que llevan las columnas en su parte superior, luego se coloca la cubierta del techo.

c. Detalle Constructivo.

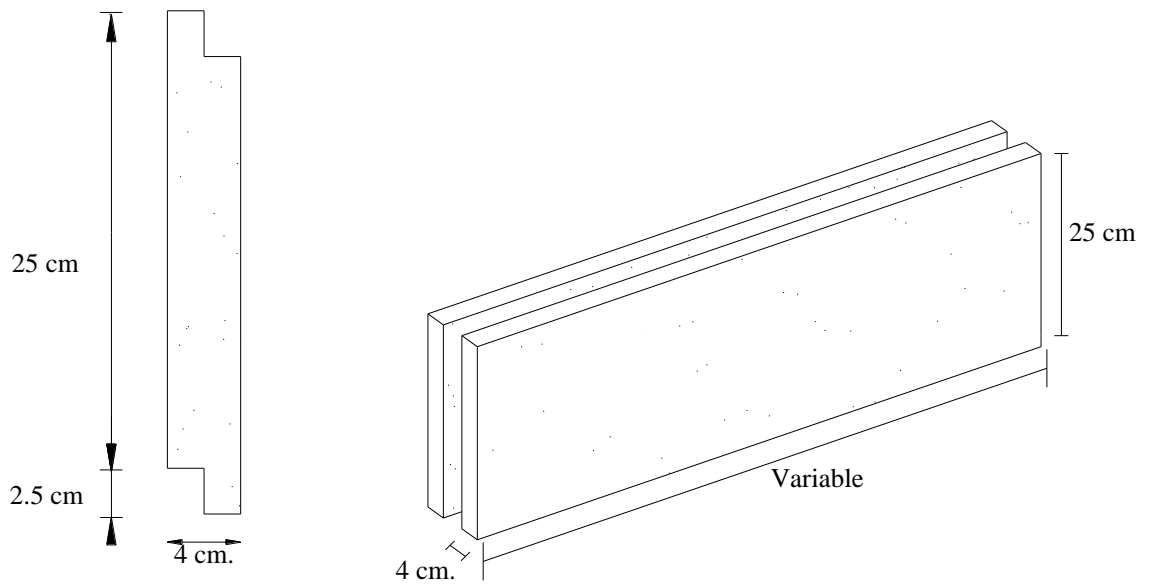
Dentro del sistema de paredes prefabricadas de PREFASA se tienen dos tipos de loseta y sus características en cuanto a la longitud, peso y modulación se presentan en los siguientes cuadros:

LOSETA LISA 25

Longitud (mts)	Peso (Lb)	Modulación (mts)
0.89 x 0.25	40.0	1.0
1.39 x 0.25	60.0	1.50
1.89 x 0.25	86.0	2.0

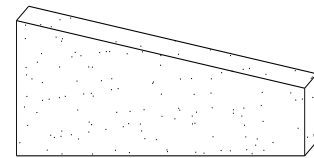
LOSETA LISA SISADA 40

Longitud (mts)	Peso (Lb)	Modulación (mts)
0.89 x 0.40	75.0	1.0
1.39 x 0.40	117.0	1.50
1.89 x 0.40	158.0	2.0

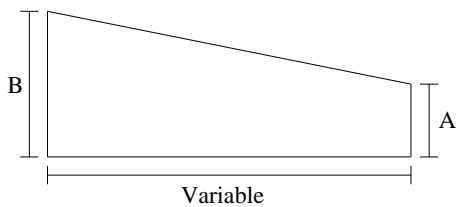


MOJINETES:

Para la terminación de paredes en casas, su altura depende de la pendiente del techo, y su longitud es variable de acuerdo a la



de acuerdo a la modulación que tengan las paredes sobre las que se coloque.



En el siguiente cuadro se presentan los mínimos y máximos de las medidas de los lados de

los mojinetes de acuerdo al esquema; así como su peso y modulación.

DIMENSIONES DE MOJINETES.

A (mts)	B (mts)	Longitud (mts)	Peso (Lb)	Modulación (mts)
Min.: 0.10	Min.: 0.20	0.89	82.73	1.0
		1.39		1.5
Máx.: 0.30	Máx.: 0.55	1.89		2.0

SISTEMA: PAREDES TIPO “BLOCÓN” (PRECON).

a. Proceso de fabricación.

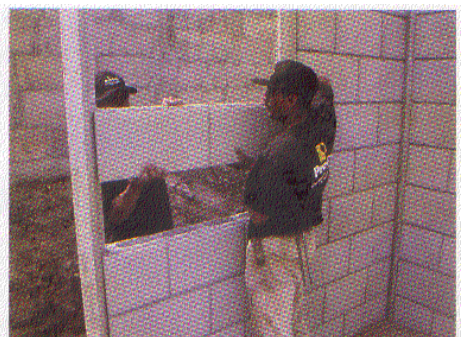
Los elementos principales del sistema son los bloques de concreto que tienen unas dimensiones de 96 cm. de largo, 25 cm. de alto y un espeso de 12 cm. La resistencia a la compresión es de 35 Kg/cm² y son fabricados industrialmente en maquinas de bloques de concreto.

Las columnas son los elementos estructurales que al incrustarse en el suelo le dan la capacidad de sostenimiento lateral a los bloques. Se fabrican de concreto preesforzado con resistencia a la compresión de $F_c' = 7,000$ psi, acero de alta resistencia $F_{pu} = 250$ ksi logrando gran capacidad portante con dimensiones pequeñas.

b. Montaje en Obra.

Se pueden transportar alrededor de 65 m² de pared por cada camión, lo que hace que el flete sea muy eficiente. El sistema se diseñó para que sea fácil de instalar, es por ello que un grupo de dos personas pueden instalarlo alrededor de 20 m² de pared por día de trabajo. El proceso de instalación es sencillo y consta del siguiente proceso:

1. Quitar la capa vegetal y nivelar el terreno donde se construirá el muro.
2. Excavar agujeros en el suelo a un metro de espaciamiento.
3. Insertar las columnas en los agujeros, nivelarlas y plomearlas.
4. Insertar el primer bloque entre columna y columna para corroborar su espaciamiento.
5. Rellenar los agujeros de las columnas con suelo – cemento bien compactado en la base de la excavación.
6. Colocar el resto de bloques.



c. Detalles Constructivos.

Innovador sistema en la construcción de paredes para viviendas de un nivel o para delimitar propiedades. Consiste en un sistema forjado por grandes bloques de mampostería de concreto que se sostienen lateralmente por columnas pretensadas de alta resistencia. La pared queda con un acabado de bloques de concreto y las columnas quedan escondidas dentro de las llaves especiales de los bloques.

Por usar tecnología de mampostería preesforzada se logran espesores menores a los tradicionales con mayor capacidad estructural.

Ventajas:

- Costos competitivos.
- Agilidad en la construcción.
- De fácil instalación sin equipos especiales.
- No es necesario usar mezcla para su instalación.
- Acabado de bloque concreto.
- Antisísmica y resistente al fuego.
- Alturas estándar de 2.50 y 3.00 metros.
- Disponibilidad de pedidos de alturas especiales.
- Entrega inmediata.

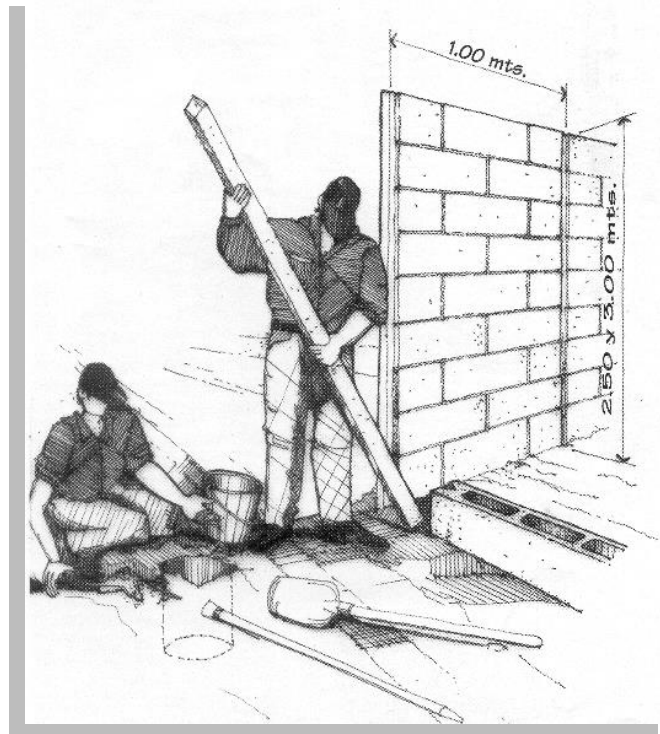
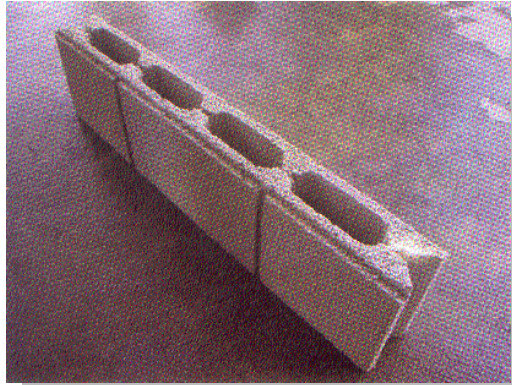


Fig. 22 Dimensionamiento de las unidades de pared del Sistema Precon.

SISTEMA: PANELES DE YESO TABLAROCA (D’CORA).

a. Proceso de fabricación.

Los paneles de yeso se conocen comúnmente en nuestro país como Tablarroca o Tablayeso y no existe aún ninguna empresa que fabrique aquí éste material, por lo que es necesario importarlo de países como México y Estados Unidos por empresas que posteriormente se encargan de distribuirlo como es el caso de la empresa D’CORA.

Por ésta razón, no se cuenta con la información relacionada al proceso de fabricación de los paneles los cuales están hechos básicamente de sulfato de calcio al que se agregan aditivos que consolidan lo que propiamente es el panel.



Fig. 21 Unidades de Tablaroca.

b. Montaje en Obra.

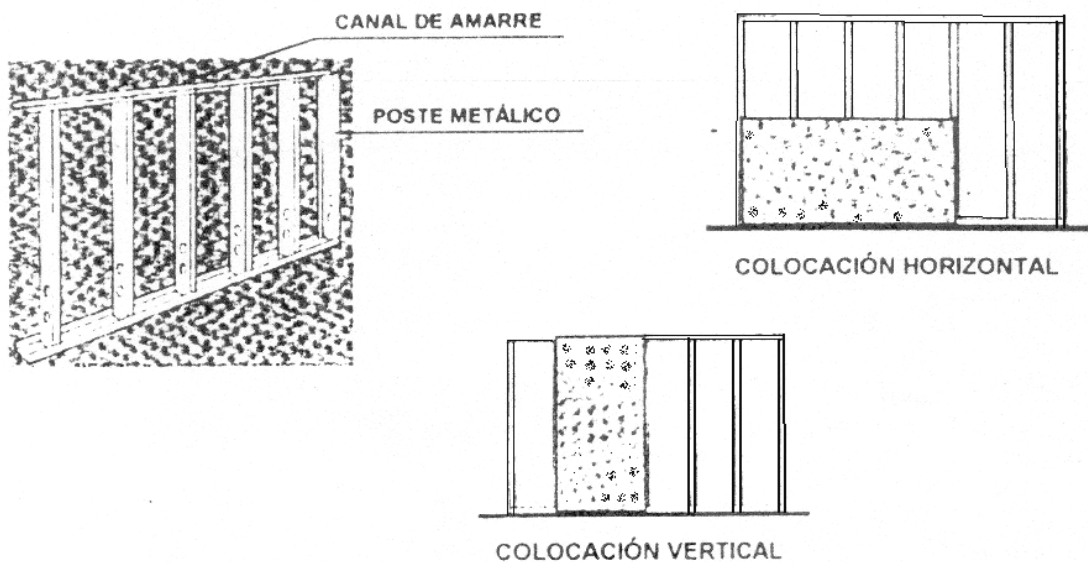
Para la instalación de los paneles como divisiones, es necesario armar primero la estructura metálica sobre la cual han de colocarse los paneles. Dicha estructura esta compuesta por una serie de perfiles que han sido diseñados específicamente para usarse

con el panel de yeso TABLAROCA SHEETROCK (marca de panel que distribuye en nuestro país la empresa D’CORA) y forman parte de los sistemas que con éste panel se construyen. Dichos perfiles se identifican básicamente como: Canal de Amarre y Poste metálico y que se definen más ampliamente en el apartado de Detalles Constructivos.

La separación máxima de los perfiles de soporte es igual a 61 cm. a los ejes de cada perfil. La colocación de los paneles, que se unen a los perfiles metálicos a través de una serie de tornillos autorroscantes, puede hacerse de forma horizontal o de forma vertical.

En las figuras que se presentan a continuación se muestra la distribución de la estructura metálica y la colocación de los paneles en ambas formas, horizontal y vertical.

BASTIDOR DE MURO DIVISORIO CONSTRUIDO CON COMPONENTES METÁLICOS.



En el caso de la instalación del sistema Tablarroca Sheetrock para cielos falsos, se fijan colgantes de alambre N° 12 a la losa de concreto o al elemento estructural del techo (vigas metálicas, armaduras, etc.) de los cuales se sujetarán los perfiles metálicos que básicamente son en forma de canales. Los colgantes no deberán iniciarse ni terminarse a una distancia mayor de 15 cm. de los muros colindantes, trabes, u otras interrupciones similares en el cielo falso. De los colgantes se sujetan las canaletas de carga, que dependiendo de su calibre se establece la separación mínima entre ellas, de éstas canaletas, se sujeta el segundo elemento estructural que es el canal listón, el cual se amarra transversalmente a la canaleta con alambre N° 18, espaciándose a cada 61 cm. como máximo.

Se colocan los paneles de yeso de 13 o 16 cm. de espesor, con su lado mayor transversal a los canales listón y se fijan a éstos con los tornillos autorroscantes específicos para la tabla yeso con una separación a cada 30 cm. a centros.

c. Detalles Constructivos.

Las dimensiones de los paneles, según se distribuyen aquí en nuestro país son las siguientes y corresponden a las medidas de lo que se llama **pliego**.

ANCHO (mts)	ALTO (mts)	ESPESOR (pulg.)
1.22	2.44	1/2

El panel Tablarroca SHEETROCK es un material que puede flexionarse, siendo su radio mayor de flexión en seco de 6.10 m a lo largo y de 7.60 m a lo ancho. Humedeciendo el cartoncillo del panel antes de su aplicación, el panel de yeso puede doblarse a un radio más corto. Cuando el panel se seca completamente, vuelve a tener su resistencia original.

JUNTAS DE CONTROL.

El panel de yeso Tablarroca SHEETROCK debe aislarse de esfuerzos no calculados por medio de juntas de control colocadas en los siguientes casos:

- Cuando la superficie del panel de yeso se interrumpe por elementos estructurales o muros de mampostería.
- Cambios en el plano del muro.
- Muros con longitud mayor a 9.0 m
- Juntas de construcción en la estructura del edificio.

Los elementos que componen la estructura del sistema están diseñados específicamente para usarse con el panel de yeso y son perfiles fabricados con lámina de acero en calibres diversos. Existe una gran variedad de éstos perfiles de acuerdo a su aplicación, sin embargo en nuestro país se utilizan más aquellos aplicados a la construcción de paredes y divisiones.



Fig. 22 Demuestra que la Tablarroca puede ser utilizada como una unidad para cielo falso.

2.3.4 ANÁLISIS DE COSTOS.

El análisis de costos consiste básicamente en una comparación de precios entre cada uno de los sistemas establecidos. Para lograr esa comparación, como primer paso, se presentan a través de cuadros resumen los precios según lo determinado por las empresas fabricantes y/o distribuidoras de cada uno de los sistemas en estudio para que posteriormente, se pueda realizar un análisis en el que se llegue a establecer cual de los sistemas es el más económico.

Dichos cuadros se han dividido en dos según las unidades en las que se definen los sistemas, así tenemos que en un primer cuadro, se presentan los sistemas cuyos precios, han sido proporcionados por el distribuidor por metro cuadrado, tales como son los sistemas para cubiertas y cielos falsos y los sistemas de losas.

El segundo cuadro, presenta en cambio sistemas (paredes) cuyos costos pueden ser determinados considerando cada uno de los componentes que los forman, y al comercializarse estos componentes en diferentes unidades, el cuadro se divide también en casillas correspondientes a esas unidades.

Por otra parte, el análisis de costos que aquí se presenta, es el resultado de la información obtenida en las empresas fabricante y/o distribuidoras en nuestro país, la cual en muchos casos, fue bastante limitada, sobre todo al saberse que dicha información sería destinada a un trabajo de investigación y no a un cliente interesado en el producto.

CUADRO RESUMEN DE COSTOS.

USOS	SISTEMAS	PRECIOS
		(m ²)
		\$
CUBIERTAS Y CIELOS FALSOS	UNIPANEL	8.23
	PLYCEM	8.0
	TABLAROCA	14.20
LOSAS	LOSAS ECONSA	12.57
	LOSAS COPRESA	11.06

Nota: Los precios han sido proporcionados recientemente por las diferentes empresas fabricantes, distribuidoras y constructoras de cada sistemas Prefabricado (los costos son de materiales sin instalar, con IVA).

USOS	SISTEMA	COMPONENTES	DIMENSIONES (mt).	PRECIOS	
				Unidad	ml
				\$	\$
PAREDES	Electropanel		122 x 2.44	22.60	
	Econsa	Columnas	Sec. 0.13 x 0.13 Long. Variable		4.06
		Losetas	2.0 x 0.50 x 0.05	7.43	
			1.0 x 0.50 x 0.05	4.06	
			2.0 x 0.30 x 0.05	6.17	
	1.0 x 0.30 x 0.05		3.43		
	Mojinetes	2.0 x 0.50 x 0.40	9.14		
		2.0 x 0.40 x 0.30	9.14		
	Prefasa	Columnas	Sec. 0.15 x 0.15 Long. Variable	4.09	
		Losetas	0.89 x 0.25	2.03	
			1.39 x 0.25	3.10	
			1.89 x 0.25	4.13	
0.89 x 0.40			3.38		
1.39 x 0.40	5.28				
Mojinetes	MT ²	8.57			
Tablarroca	Paneles	2.44 x 1.22 x ½"	6.52		

Nota: Los precios han sido proporcionados recientemente por las diferentes empresas fabricantes, distribuidoras y constructoras de cada Sistemas Prefabricado.

CAPITULO III

ETAPA DE PRONOSTICO

POSTULADOS GENERALES DE LA PREFABRICACIÓN.

En vista de las diferentes concepciones que se han llegado a tener en relación al amplio concepto de lo que “prefabricación” significa, a continuación se presenta un resumen explicativo, el cual aclara cualquier tipo de duda que se tenga en relación a dichas concepciones.

Existe una notable diferencia entre construcciones “con” elementos prefabricados y construcciones enteramente prefabricadas. En las construcciones con elementos prefabricados se hace uso de elementos estructurales prefabricados preestablecidos aproximadamente dentro de una gama fija de medidas y que bien son preparados en la obra o son transportados a ésta desde fábricas o talleres relativamente distantes.¹⁴

Este es un método constructivo del que se hace un amplio uso en todas las construcciones. Basta pensar en las variadas clases de bloques para paredes que existen actualmente en nuestro mercado, así como en las diversas láminas para cubiertas que se pueden encontrar.

“En el segundo caso se quiere indicar, en cambio, una construcción o un edificio en el cual todas las estructuras, o al menos una parte muy grande de ellas, son construidas en talleres o fábricas equipados adecuadamente”.¹⁴

¹⁴ Fuente: “La Estructura en la Arquitectura Moderna” Arcandeli, Italia 1956, traducción Argentina 1965.

Dichas estructuras según lo anteriormente mencionado, se transportan a la obra y solo sufren operaciones para el montaje propiamente dicho.

Al hablar entonces de forma específica de este tipo de prefabricación, es necesaria considerar detenidamente los postulados fundamentales entre ellos:

1° Un proyecto preliminar preciso y minucioso de la construcción, que llegue a tener en cuenta los detalles últimos de la marcha de la obra.

2° El empleo de procesos de fabricación dentro del cuadro de un ordenamiento general apropiado de carácter industrial.

3° Una aplicación suficiente, importante o bien continua, que permita el empleo de un número notable de elementos de características idénticas.

Este último postulado, que se refiere a criterio propio a la construcción en serie, tiene influencia, como ya se ha mencionado, en el aspecto económico ya que la reducción de los costos de una construcción prefabricada deriva de la producción en serie de elementos la cual sólo es posible cuando se emplea un gran número de ellos.

Por otra parte, la real aplicación de la prefabricación requiere, de igual forma, de la estrecha dependencia de una “unificación” de las dimensiones y de los tipos. Esto plantea un problema que, como ya se ha mencionado en este documento, ya que dicha unificación extremada pudiera conducir a una repetición monótona de formas iguales.

Sin embargo, se ha visto también que esta representa a una preocupación ni muy justificada si se toma como ejemplo nuevamente la arquitectura antigua contenida en muchos casos dentro de “esquemas definidos de correspondencia proporcional o de escalas aritméticas”.

En resumen, puede decirse que, la prefabricación no debe estar desligada de una “normalización estricta”, sin embargo, esto no tiene porque significar la limitación de lo estético, con eso se indica más bien la especificación de características bien definidas de los materiales y de alguna aplicaciones, lo cual debe constituir la base de la construcción moderna, con la finalidad de que puedan lograrse soluciones en el aspecto específico de la vivienda, que ofrezcan variedad y que no limiten la seguridad, y de este forma generar una producción en serie pero con la certeza de un consumo continuo y dirigido a nuevos mercados, distintos, al menos en el caso de El Salvador, a sectores de bajos recursos de la sociedad.

3.1 SITUACIÓN PREVIA DE LA VIVIENDA EN EL SALVADOR.-

La capacidad de los países latinoamericanos para construir viviendas y equipamientos comunitarios en proporción a sus necesidades de crecimiento, constituye hoy en día, un grave reto. En efecto, “las economías parecen requerir mayores inversiones para crecer, pero cosa curiosa, para ello se suele posponer el verdadero crecimiento que debe interesar a todos: el crecimiento del hombre, entendiendo como desarrollo de sus potencialidades físicas, espirituales y morales”.¹⁵

En este sentido que la vivienda, como bien de consumo durable, cobra importancia como inversión social de los gobiernos. Sin embargo, las necesidades y problemáticas de los países latinoamericanos son muchas y variables, y los recursos disponibles, escasos. Por esta razón los profesionales y técnicos debemos aportar el conocimiento tecnológico, para encontrar soluciones viables a esta tan compleja problemática.

Los aspectos demográficos como el crecimiento poblacional y las migraciones de poblaciones rurales hacia las principales ciudades, provocan la concentración y el rápido crecimiento de las ciudades, donde el espacio es cada vez mas limitado, además de incrementar los asentamientos marginales, viviendas improvisadas que carecen de los servicios básicos y que se asientan en condiciones de alto riesgo.

¹⁵ Fernández, Sebastián, “Construcción e Industrialización Habitacional”, revista Construcción y Tecnología, Marzo 1992

“Durante la década de los ochenta, los desastres naturales, el conflicto armado y la crisis económica, agudizaron la problemática del sector vivienda. Aunque en los noventas el rol del Estado transitó exitosamente de ejecutor a facilitador, y aunque el déficit habitacional registró una tendencia decreciente en el periodo de 1992 a 1999, ya que para el primer año, se estimaba un déficit de 595 mil 102 unidades, situación que se redujo para 1999 en un 7.35 %, reflejando 42 mil 817 viviendas nuevas y 511 mil 507 unidades que necesitaban ser mejoradas, lo cual significo un déficit total de 554 mil 324 unidades para ese año”.¹⁶

Teniendo en cuenta que la población crece a una tasa promedio del 2.0 % y sumando el déficit cuantitativo existente y de acuerdo a las condiciones previas a los terremotos ocurridos a principios de éste año, se calculó que para el quinquenio 1999-2004, se requerían aproximadamente 40 mil 612 nuevas unidades anuales, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Análisis de Necesidades de Nuevas Viviendas para el Quinquenio 1999-2004.

Hogares a 1999	1,388,475
Tasa de crecimiento de los hogares.	2.0 %
Crecimiento de los hogares (quinquenio 1999-2004)	144,514
Déficit cuantitativo existente a 1998	45,067
Total de necesidades (quinquenio 1999-2004)	203,060
Promedio Anual de Viviendas	40,612

¹⁶ VMVDU, 2003, Política Salvadoreña para la Vivienda.

Las necesidades de vivienda proyectadas para esos años, responde también a determinados estratos de la población, por lo que se distribuyó la necesidad de viviendas según tramos de ingresos, como se muestra a continuación:

Distribución de las necesidades de nuevas viviendas por tramos de ingresos.

(SM = Salarios Mínimos)

TRAMOS DE INGRESO	PORCENTAJE DE POBLACIÓN	DISTRIBUCIÓN
De 0 a 1 SM	47.6 %	19,291
De 1 a 2 SM	30.6 %	12,427
De 2 a 3 SM	11.8 %	4,792
De 3 a 4 SM	4.9 %	1,990
De 4 a mas SM	5.2 %	2,112
TOTAL	100 %	40,612

Fuente: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano.

En un estudio reciente el PNUD, considerando una serie de supuestos metodológicos, estimó que el costo de construcción de una solución habitacional nueva para una familia de escasos ingresos, rondaría los \$6,200.

No obstante lo anterior, es necesario destacar que la distribución de costos sugieren que aquellos relacionados con la urbanización de terrenos podrían estar subestimados, al suponer que el 10% de los costos totales corresponderán a un terreno de 70m², que el otro 10% serviría para la administración y ejecución del proyecto de construcción, el 50% estaría destinado a la construcción de una vivienda básica de 30 m² y el restante 30% se destinaría a infraestructura y labores de acceso.

En todo caso, partiendo de esa estimación, el sacrificio financiero que supondría para las familias de escasos recursos. Es necesario recalcar que la cifra manejada por esta agencia, corresponde a vivienda social, cuya área de construcción es inferior a los estándares de las viviendas de interés social financiadas por el FSV, las precisiones hechas anteriormente, en el sentido que tal estimación debería considerarse únicamente como una línea base, valiosa por supuesto, pero nada más que eso.

Es importante destacar que más del 50% de los hogares carecen de ingresos suficientes como para ser sujetos de crédito, inclusive por instituciones de crédito, inclusive por instituciones de crédito como el FSV, cuya política supone financiar las necesidades de adquisición de viviendas para el sector formal de la economía, con ingresos que oscilan entre uno y cuatro salarios mínimos, siempre y cuando la cuota a pagar no supere el 30% de dichos ingresos.

Esto implica que para obtener un préstamo al 6% anual, sin pago de comisiones, a 25 años plazo, por un monto de \$9,228.57, la persona debería percibir, por lo menos, unos \$225 de ingresos mensuales; esto excluye al 52% de los hogares, según los datos publicados por DIGESTYC para el año 2002.

3.2 EFECTOS Y CONSECUENCIAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA VIVIENDA.-

3.2.1 HECHOS RELEVANTES.

Entre los diferentes acontecimientos que han ido sucediendo en nuestro país y que recientemente han afectado ya sea de manera positiva o negativa al sector vivienda, se puede encontrar aspectos económicos y políticos; como la dolarización y/o aspectos naturales como desastres ocurridos por los terremotos en el inicio del año 2001, pero a la vez existen otros aspectos que pudieron afectar a la vivienda en el Salvador.

a. LA DOLARIZACIÓN.

El año 2001 se inicio con una nueva política: “la dolarización” la cual significaría aplicar cambios que forzarían al sistema financiero a reducir las tasas de interés de los prestamos. También los obligaría a hacerse más eficientes en canto al ingreso de cualquier banco extranjero que quisiera competir con ellos en el territorio nacional.

Una de las líneas que se logrado beneficiar, ha sido la de los créditos generales, como el destino para compra de vivienda. Se comenzó a ver entonces una reducción de tasas de interés en los diferentes bancos del país.

b. DESASTRES NATURALES.

La destrucción causada por los sismos en el 2002, como es conocido ocasionó gran impacto en el sector vivienda, afectando principalmente a las familias de bajos recursos. “Antes de los sismos había un déficit habitacional de 40%, es decir un faltante de 555,000 viviendas, a ello se suma el hecho de que cada cuatro de diez salvadoreños no cuentan con una vivienda adecuada; y luego de los terremotos se estimo que déficit habitacional se elevó a un 60% llegan con este porcentaje a un faltante de 832,500 viviendas.¹⁷



La Fig. 23 Demuestra la destrucción que pueden ocasionar los desastres naturales a las diferentes tipos de edificaciones.



¹⁷ Fuente: Ministerio de Hacienda de El Salvador.

Este incremento en el déficit habitacional tiene su principal concentración en familias de escasos recursos, lo cual ha afectado en muchos aspectos a la industria de la construcción general, ya que a pesar de que se han desarrollado proyectos habitacionales, las familias se han quedado prácticamente sin la capacidad económica para poder obtener una vivienda adecuada, ya que las familias reciben por lo que pagan es poco y es que el costo de la vivienda reincrementan poco a poco debido a una serie de factores que intervienen en su proceso de construcción y adquisición.

Por otra parte, como ya se ha mencionado en secciones anteriores de este documento, los terremotos afectaron de manera directa en la construcción en el sentido que los trabajos se limitaron a obras de reparación y de reconstrucción de la infraestructura que se vio severamente dañada, dejando con esto por un buen tiempo estancada la productividad de la industria.

c. OTROS FACTORES.

- La pérdida de la confianza de la población hacia las empresas constructoras y a sus proyectos habitacionales en cuanto a seguridad, mermaron la venta de viviendas.
- Los programas habitacionales son inaccesibles a los sectores mayoritarios, ósea la población de mas bajo ingresos y sin capacidad de pago.

- El empleo de materiales de baja calidad en la construcción habitacional, da como resultado viviendas inseguras.
- Desconocimiento del comportamiento del mercado inmobiliaria y falta de información de la oferta y la demanda para un adecuado comportamiento de los actores.
- Deficiente desempeño en la provisión de servicios básicos y equipamiento, específicamente para estratos más bajos de la población en sectores urbanos y rurales.
- Baja capacidad del sector público para atender necesidades de viviendas, en vista de la insuficiencia de recursos.
- Los gobiernos locales no tienen un papel activo en la solución de la problemática habitacional.¹⁸

¹⁸ Revista del ISCYC, Numero 36, Año 10

3.3 ANÁLISIS DE SOLUCIONES DE VIVIENDA.-

Un recuento de las soluciones de vivienda de interés social desarrolladas en el pasado, permite ver claramente que habido una confusión entre los términos “Vivienda Construida” y “Soluciones Habitacionales”.

La mayoría de soluciones de viviendas de interés social solo se limitan a construir la “unidad básica” que incluye el envolvente (pisos, techos y paredes) y los servicios básicos de acueducto y alcantarillado, no considerando el conjunto de servicios habitacionales que además incluyen el suelo, la infraestructura, el equipamiento del hábitat, la accesibilidad, etc. La mayoría de estas soluciones no toman en cuenta los procesos sociales del hábitat y culminan con fracasos porque no favorecen la identidad ni la seguridad de las personas.

Las soluciones de vivienda post-terremoto son un caso interesante de analizar, ya que lo “provisional” se vuelve “permanente”, y no constituye una verdadera respuesta a esta problemática. Como resultado, se obtienen viviendas de mala calidad, con materiales inadecuados, en que las familias no se pueden desarrollar de forma digna.

A nivel de vivienda popular, la construcción industrializada constituye una actividad que esta tomando gran importancia. Sin embargo, aún se ve limitada por practicas antiguas de construcción, y normativas de construcción inadecuadas u

obsoletas, que no dan paso a nuevos materiales y sistemas constructivos; normalizaciones incipientes no extienden sus ventajas, ni siquiera a los materiales básicos; una investigación descoordinada de la vivienda sin mayor trascendencia operativa; las iniciativas empresariales para mejorar algunos diseños y técnicos de construcción permanecen a la espera de una apertura del mercado que nunca llega. Son propuestas tipificadas que no toman en cuenta la relación con el entorno. Finalmente programas estatales de construcción discontinuos y poco precisos.

3.3.1 CARACTERÍSTICAS DE UNA VIVIENDA SUSTENTABLE.

Cuales deberían ser las características que debe tener una vivienda popular (interés social) sostenible en El Salvador:

- ♣ Calidad espacial y facilidad de crecimiento.
- ♣ Tecnología sustentable: material de bajo costo, rapidez constructiva, accesibilidad local y tecnología.
- ♣ Eficiencia en el depósito de residuos sólidos y alcantarillado.
- ♣ Eficiencia en el manejo de ciclos de agua.
- ♣ Eficiencia en el manejo de energía eléctrica.
- ♣ Accesibilidad a infraestructura y servicios.
- ♣ Eficiencia de la participación ciudadana.

Estructura de costos de una vivienda según la región del país.

Estructura de costos: principales 6 factores.

	CENTRAL	PARACENTRAL	OCCIDENTE	ORIENTAL	NACIONAL
	%	%	%	%	%
Terreno	10.3	5.4	16.2	4.1	6.3
Materiales	31.8	29.6	30.2	27.4	28.9
Mano de Obra	23.2	22.1	22.3	19.9	21.2
Indirectos	11.5	11.2	11.6	11.0	11.2
Impuestos	5.6	6.0	5.7	5.4	5.6
Financieros	11.9	18.7	8.1	25.3	20.2
Otros	5.4	7.0	6.0	6.9	6.6
TOTAL	100	100	100	100	100

Fuente: CASALCO, Ponencia para II Foro de Vivienda, 2003.

3.3.2 ANÁLISIS DEL MERCADO DE VIVIENDA SOCIAL.

No estaría completo el análisis de la vivienda de interés social, si dejamos de considerar el comportamiento del mercado. En este sentido, nos interesa conocer las necesidades, características y preferencias del mercado al que se dirigen las propuestas, si en verdad buscamos dar soluciones reales a la problemática.

A modo de caracterizar la población neta a la que se dirigen los proyectos de vivienda social, se distinguen los siguientes puntos ¹⁹:

- ♠ El promedio del núcleo familiar es de más o menos 5 personas por familia.
- ♠ El salario de la mayoría oscila entre 0 y 2 salarios mínimos.
- ♠ Un buen porcentaje de estas personas reciben remesas.
- ♠ La mayoría de estas personas son ocupadores informales no pagan nada por su vivienda (40 %) y un porcentaje considerable alquilan casa (20%).
- ♠ La mayoría ha gestionado la compra de casa en el pasado (56%). Mas del 50% de estas personas no tuvieron éxito en el intento de adquirir vivienda propia. Las principales razones de esto son:
 - Bajos ingresos.
 - Problemas de crédito.
 - Costo de la vivienda muy elevado.
 - Falta de calidad de las viviendas ofertadas (distancia y seguridad).

Otro aspecto importante que debemos considerar a la hora de hacer propuestas de vivienda de interés social, son las preferencias que se toman en cuenta a la hora de buscar vivienda propia, de modo que los proyectos sean integrales y llenen las necesidades de los futuros usuarios.

¹⁹ Estos datos se tomaron de varios estudios de mercado consultados (FSV, FONAVIPO, FISDL, VMVDU, CASALCO)

De acuerdo con estudios realizados por el Fondo Social para la Vivienda se ha determinado claramente que en la vivienda de interés social, las soluciones creativas y de bajo costo en espacios reducidos son de gran importancia ²⁰.

Esta vivienda, a lo largo del tiempo ha venido evolucionando, tanto en características individuales como en el entorno donde se desarrollan los proyectos habitacionales; por lo tanto, hoy en día, la calidad de la vivienda y de urbanización es un criterio importante a la hora de adquirir viviendas.

Algunas de las principales características de la vivienda deseada son:

- ✓ Espacios necesarios: 3 dormitorios, 2 baños, sala-comedor-cocina, lavadero y jardín.
- ✓ Amplias zonas verdes y de recreación.
- ✓ Buen diseño de la urbanización.
- ✓ Condiciones de topografía adecuadas.
- ✓ Diferentes precios de venta.
- ✓ Seguridad.
- ✓ Buen servicio de transporte público.
- ✓ Acceso vehicular.
- ✓ Viviendas con acabados completos.
- ✓ Escuela.
- ✓ Clínica de Salud, etc.

²⁰ Tomado del sitio Web del FSV.

3.3.3 POLÍTICAS Y PROGRAMAS EN DESARROLLO.

En la investigación se pudo identificar que no existen políticas por departamento, zonas y áreas (ver Política Nacional de Vivienda), igual situación se da con los gobiernos locales; por lo que no es posible incluir esa información en este estudio. Únicamente el Gobierno Central a través del VMVDU, ha formulado dentro del Borrador Final del Plan Salvadoreño de Vivienda y Territorio 1999-2004 sus programas de trabajo, los que se mencionan a continuación:

Programas en Desarrollo:

Institución: Vice-Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano.

Como resultado de la gestión 1994-1999, el aprovisionamiento de viviendas ha experimentado un crecimiento promedio de 3.7%, por lo que el déficit habitacional total ha presentado una tendencia decreciente, registrándose una tasa del 1.25%.

El VMVDU, manifiesta en el “Plan Salvadoreño de Vivienda y Territorio 1999-2004”, que los logros antes mencionadas no han sido suficientes debido a la compleja problemática del sector, por lo que encamina sus esfuerzos a propuestas novedosas e integrales, que permitan incidir sobre las necesidades globales para disminuir el déficit cuantitativo habitacional a 1999 estimado en 42,817 unidades habitacionales, a las cuales se deberá agregar la demanda por nuevos hogares y la reposición por obsoletas correspondiente al quinquenio. Para el final del quinquenio (año 2,004) se estima la necesidad de 231,454 nuevas viviendas, lo que significa que para eliminar el déficit

cuantitativo del período, será necesario facilitar y promover, que la población tenga acceso a un promedio de 46,290 viviendas por año. Lo anterior resulta difícil, si se tiene en cuenta que un 78% de esas necesidades de mejoramiento y nuevas viviendas corresponden a familias cuyos ingresos mensuales no superan los 2 Salarios mínimos (\$1,260.00 equivale a \$143.51).

El VMVDU, esta consiente de la limitada disponibilidad del territorio lo que demandará de esfuerzos adicionales para conciliar la urbanización con el uso sostenible de nuestros recursos naturales y el ambiente, para la construcción de 193,252 viviendas (4,725 hectáreas).

Otras de las prioridades del “Plan Salvadoreño de Vivienda y Territorio”, se ubica en la urgente necesidad de ampliar y potenciar los esfuerzos que en materia de gestión urbana y territorial se ha iniciado (con la formulación de 4 Planes Maestros de Desarrollo Urbano en las cuatro principales ciudades del país). Se prevé la elaboración de dos Planes Nacionales, uno de Desarrollo Urbano y el otro de Desarrollo Territorial, asimismo se crearán dos planes regionales de desarrollo territorial.

El VMVDU, para el quinquenio 1999-2004 ha enmarcado sus programas en el Plan de Gobierno la Nueva Alianza, clasificándose por el impacto que persigue así:

A- Programas de Impacto al Déficit Habitacional.

B- Programa de Financiamiento para Vivienda

- C- Programa Comunidades en Progreso
- D- Programa de Subsidios para Vivienda
- E- Programa de Arrendamiento Inmobiliario
- F- Programa Legalización de Tierras
- G- Programas de Impacto al Desarrollo Sostenible
- H- Programa de Vivienda en Altura
- I- Programa de Ciudades Sostenibles
- J- Programa de Regiones Integradas
- K- Programa de Desarrollo Territorial.

DÉFICIT HABITACIONAL CUANTITATIVO Y CUALITATIVO.

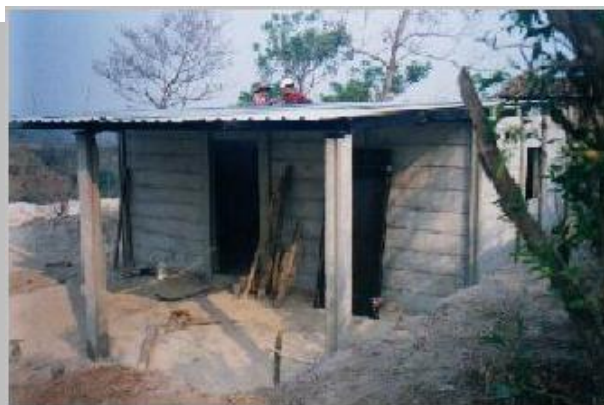
(Zona Oriental de El Salvador).

AÑO	DÉFICIT CUALITATIVO			DÉFICIT CUANTITATIVO			DÉFICIT TOTAL
	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	
1992	28,224	102,952	131,176	2,940	8,024	10,964	142,140
1993	30,150	205,210	135,360	3,420	6,440	9,860	145,220
1994	38,486	116,194	154,680	3,010	3,811	6,821	161,501
1995	40,555	110,762	151,317	3,012	4,143	7,155	158,472
1996	41,604	109,112	150,716	2,289	1,934	4,223	154,939
1997	39,674	110,609	150,283	1,580	1,493	3,073	153,356
1998	35,411	120,354	155,765	3,822	3,539	7,361	163,126
1999	33,884	119,101	152,985	3,011	3,464	6,475	159,460
2000	30,940	119,873	150,813	2,933	2,441	5,374	156,187

Fuente: OPES

3.3.4. RECONSTRUCCIÓN A BASE DE SISTEMAS PREFABRICADOS.

Como es natural a raíz de lo antes mencionado, el gobierno ha estado enfocando a dotar de techo provisional a las familias, por eso se requiere de un plan integral, con sus componentes financieros, tecnológicos, materiales y humanos, para que la construcción se haga de manera ordenada, rápida y



lo más económicamente posible. Para ello, los prefabricados fueron los que ofrecieron la

mejor solución ya que estos cumplen con ambas características, ejemplo de esta aceptación son los diferentes proyectos de vivienda para familias de escasos recursos que se construyeron con estos sistemas dentro de los planes de reconstrucción, como uno de los proyectos construidos por diferentes empresas



en la ciudad de Zaragoza departamento de La Libertad (que se muestran en la fotografía), de igual forma, se impulsaron diferentes campañas de diferentes instituciones como uno de los proyectos construidos por diferentes empresas en otros países que consistían en importar casas prefabricadas. La aplicación de estos sistemas en

este tipo de viviendas responde a una necesidad que a pesar de no ser estética, es funcional y a la vez económica.

La Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción por su parte, se encuentra enfocada en reducir costos para la construcción de viviendas mínimas y en relación a esto, existe una gran preocupación pues, como ya se ha reflejado en este documento, lo que se entrega por el precio obtenido es muy poco, y ante lo mencionado urge buscar alternativas de cambio y una buena opción son los prefabricados.

Ahora bien, si se lograra mantener la funcionalidad que se busca en los proyectos de vivienda de interés social y un margen aceptable en el incremento económico al incluir detalles arquitectónicos y estéticos, la aplicación de esos sistemas, pudiera ampliarse a otros tipos de vivienda que sean accesibles a todos los sectores de la población de nuestro país.

3.4 INFLUENCIAS DE NUEVAS TÉCNICAS.-

Para poder lograr que un sistema constructivo y la industria de la construcción en general evolucionen en un país en vías de desarrollo como el nuestro, es importante tomar en consideración la experiencia de países más desarrollados y que trabajan constantemente para idear nuevos métodos y materiales constructivos que agilicen el proceso en la obra.

En lo que a sistemas constructivos se refiere en el país se han imitado técnicas y métodos de muchas partes del mundo, pero principalmente de países como Estados Unidos y México. De Estados Unidos, a través del tiempo, se han introducido muchas técnicas constructivas entre las que figura el Sistema "Drywall" o de Muro Seco, el cual se ha diversificado según el material de los paneles. En El Salvador, se tiene sistemas de muro seco con lamina Plycem, (fibrocemento) y con láminas de Tablarroca (paneles de yeso) y como ya se mencionó en la etapa anterior, ambos apenas comienzan a ser aceptados en nuestro medio, de forma inicial para construcciones comerciales y más recientemente para la vivienda.

Este lento proceso de aceptación con el que se han iniciado estos sistemas sobre todo en la construcción de la vivienda y de acuerdo a la opinión del vicepresidente de la Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (CASALCO), Ing. Jorge Sansivirini; "circula alrededor de dos aspectos principales; como lo son: **lo cultural y lo**

económico”, ejemplo de lo cultural, es que cuando en las construcciones sólo se trabajaba con ladrillo de calavera, introducir el bloque de concreto fue algo muy difícil. “El uso del bloque de concreto se comenzó a dar solamente en viviendas mínimas, mientras que el ladrillo de calavera se utilizaba para la vivienda media y media-alta”. Poco a poco se fue demostrando que el concreto tenía más resistencia y que además éste podía trabajarse con ciertos tipos de acabados, se le fue dando entonces una mayor aceptación, y eso le fue abriendo campo a tal grado que “ahora el bloque es el que se encuentra sustituyendo al ladrillo de calavera”.

El concepto cultural que se tiene de los Sistemas Prefabricados, es que estos son utilizados solo para vivienda mínima, sin embargo ya se logró comprobar que un sistema cuando se iguala o supera al otro, a introducirse favorablemente en el mercado que se desee.

Ahora bien, según el reciente incremento observado en nuestro país, de la aceptación de nuevas técnicas, como lo es la aplicación de los Sistemas Prefabricados en la vivienda a través de la construcción masiva de unidades habitacionales permanentes para las familias, se puede decir que la industria de la construcción puede ampliar su campo a diferentes opciones que permitan construir de forma más eficientes, rápida y económica.

Como se menciona anteriormente, de Estados Unidos se ha recibido una amplia influencia sobre todo en sistemas con materiales novedosos como lo es la fibra de vidrio, de la cual ya se hace uso en nuestro país, sobre todo como un agente aislante del calor en cubiertas y paredes. De éste material, se construyen ahora, en países como Canadá, desde refugios temporales hasta viviendas permanentes.



En la imagen se muestra un ejemplo de la concepción que se tiene en países como los mencionados de la aplicación de nuevos materiales que generen nuevas formas en la construcción de viviendas.



Este tipo de viviendas, de acuerdo a lo investigado, es uno de los ejemplos de viviendas completamente prefabricadas que pueden ser exportadas a otros países, para sólo ser armadas en el sitio.

Un ejemplo claro en El Salvador de lo que es una prefabricación totalmente traída de Estados Unidos, es la que actualmente realiza la empresa Luxor, la cual trabaja a base de perfilería ya sea de madera o de metal y tabla roca. Este tipo de viviendas es quizás una de las pocas de tipo alto elaboradas a base de prefabricados en nuestro país.



La tendencia de éste tipo de construcción, encuentra sus bases en empresas que se dedican a fabricar en serie todas las piezas que componen la vivienda para luego despacharlas a otros países. Muchas de dichas empresas trabajan a base de paneles insulados para las paredes y cubiertas de las viviendas que prefabrican. En las siguientes imágenes se muestran ejemplos de viviendas construidas con éstos sistemas.



Cada país, desarrolla sus propias soluciones de acuerdo a sus necesidades, sin embargo, en un proceso de globalización y en un tiempo en que la tecnología avanza

rápidamente, es imprescindible prestar atención a las soluciones que otros proponen y definir si son aplicables a la realidad y a las necesidades propias, con el fin de abrirse a nuevas opciones que pueden ser adoptadas para el bien común de un país. Si en Salvador, los Sistemas Prefabricados comienzan a abrirse paso en el mercado de las viviendas, y se ha logrado detectar que una de debilidades para alcanzar niveles más altos de aplicación es la falta de detalle, es necesario observar que aporte en este respecto pueden ofrecer técnicas empleadas en otros países.

3.5 INFLUENCIAS DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL SALVADOR.-

“Mientras todos los sectores de la industria de la construcción, a nivel mundial, están siendo duramente golpeados por la recesión, unas pocas actividades especializadas están soportando las presiones sin muchas penurias.

Este puede ser el caso de la industria de prefabricados arquitectónicos, la cual esta siendo afectada menos severamente que la mayoría de los sectores de la industria de la construcción”²¹.

En nuestro país, debido a la situación de desastre natural sufrida a raíz de los terremotos, y a pesar del consecuente incremento del déficit habitacional, la situación de la industria de la construcción en general se mantiene en un nivel menor al que se esperaba; ya que las actividades mayormente realizadas en éste ámbito se han basado en trabajos de reparación de infraestructura, ya que muchos de los proyectos que se encontraban en vías de realizarse, en muchos casos se vieron paralizados lo cual llegó a generar pérdidas para las empresas constructoras.

Sin embargo, dentro de ésta industria y debido a sus características de sencillez y rapidez constructiva, los Sistemas Prefabricados han tornado un lugar importante, al menos en lo que a obras civiles y viviendas de interés social se refiere.

²¹ Artículo “ARQUITECTURA PREFABRICADA” Revista del Instituto Salvadoreño del Cemento y el Concreto, 1993

De esta forma, se puede decir que la aplicación de los prefabricados genera cierta influencia en la industria de la construcción y si se pretende que su uso se extienda a estratos sociales diferentes, dicha influencia se extenderá de igual forma, por ello, se considera necesario analizarla desde diferentes puntos de vista o aspectos que para el presente documento se presenten como: Aspecto Físico, Social, Económico y Tecnológico.

a. Aspecto Físico.

El interés creciente, por parte de los arquitectos y diseñadores, en la prefabricación es el resultado de la apreciación de las ventajas entre las que se pueden citar la resistencia y la alta calidad de los productos, ya que su fabricación proviene de un proceso mecanizado o proceso en serie de producción, además se tiene la gran integración con los sistemas de construcción tradicionales.

Por otra parte, la prefabricación dentro del aspecto físico ha influido de manera directa en la industria de la construcción en el sentido que ha contribuido a convertir el diseño en un proceso de modulación integral, en donde con conocimiento de las dimensiones de las piezas a instalar, se diseñan espacios que permitan una mayor optimización del material, sin perder de vista la funcionalidad del edificio.

b. Aspectos Sociales.

Como ya se ha mencionado, en El Salvador, muchos de los Sistemas Prefabricados que se distribuyen en el mercado, en su afán de reducir costos, tal vez han dejado de lado el detalle arquitectónico, lo que ha provocado que su aplicación en la mayoría de casos, se haya orientado hasta ahora a cumplir estrictamente una función.

Esto, en cuanto al sector vivienda, se traduce en una aplicación de los sistemas en construcciones más que todo de tipo media-baja o baja. Al producir sistemas que integren la alta calidad en la producción de sus elementos y todas sus demás ventajas con una mayor versatilidad en cuanto a diseños, formas y texturas, se amplía la influencia que éstos pueden llegar a tener dentro del aspecto social de la industria de la construcción. Así se pretende demostrar que dichos sistemas pueden ser utilizados para viviendas de clases media, siempre y cuando, los fabricantes y los constructores no descuiden aspectos muy importantes relacionados al diseño, tales como lo son los elementos decorativos, las molduras, cornisas, aleros, arcos, etc.; y los clientes interesados tengan la capacidad económica para adquirirlos.

c. Aspecto Económico.

El aspecto económico, no está desligado del aspecto social, ya que se requiere un creciente grado de industrialización para proporcionar a la sociedad la cantidad cada vez mayor de todos los tipos de edificaciones que necesita.

“La prosperidad de la sociedad moderna, depende básicamente de la eficacia de las industrias, lo cual esta mejorando gracias a todo tipo de racionalización, mecanización, normalización, análisis y control de producción, etc.”²² Sin embargo ésta prosperidad no puede estar separada de muchos otros factores que influyen también de manera directa en la industria de la construcción.

Uno de estos factores se centra en la optimización de recursos, que para el caso de nuestro país, como en muchas partes del mundo, son limitados, por lo que es necesario, aprender a hacer un mejor uso de los mismos.

La clave para que la producción de los prefabricados resulte económica es el uso eficiente de moldes, los que representan el mayor costo dentro del proceso de producción. Los moldes de madera que son reutilizados continuamente tienen una vida útil de unos treinta vaciados para cada unidad, sin alteraciones en el molde.

Las labores o mano de obra son otro factor altamente incidente en la determinación del costo del prefabricado, especialmente las labores intensivas como el acabado, sin embargo, una de las grandes ventajas de estos sistemas es la menor dependencia de mano de obra calificada en el proceso de instalación de los mismos.

²² Fuente: “Construcción Industrializada y Diseño Modular” Nissen Hendrik, Copenhague, Dinamarca, 1974.

La colocación de los prefabricados corresponde a un programa de trabajo controlado por especialistas, que establece la secuencia exacta y los tiempos de fijación para garantizar una perfecta utilización de todos los recursos y equipos en la obra, lo cual se refleja en los costos de construcción.

d. Aspectos Tecnológicos.

La industria de la construcción no implica una alta sofisticación tecnológica, sino que puede abarcar un amplio abanico de niveles técnicos y modalidades de producción, acordes con las características propias de cada sistema.

Los Sistemas Prefabricados pretenden, entre otras cosas proveer soluciones innovadoras y de calidad, que permitan ahorros en costos a la industria de la construcción incluso algunos sistemas, por sus tecnológicos métodos de instalación, no necesitan acabados finales, siendo éstos materiales ideales para proyectos de remodelación, evitando la alteración de los sistemas estructurales existentes.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE VIVIENDA

4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PREFABRICADOS PREVIAMENTE ANALIZADOS.-

A manera de propuesta o de un aporte, y luego de haber estudiado y analizado los diferentes sistemas aplicables a la vivienda en nuestro país, ante la diversidad de prefabricados a nivel mundial y haber concluido en la complejidad de establecer una definición de los mismos, se presenta una clasificación que de acuerdo a lo establecido en la etapa de investigación de éste documento se considera en nuestro medio como Sistemas Prefabricados:

- a. **SISTEMAS PREFABRICADOS:** Dentro de la concepción de prefabricados aplicable a este documento, esta clasificación comprendería al grupo de sistemas, cuyos componentes se fabrican en serie en un taller o fabrica y se dimensionan de acuerdo a las necesidades del diseño para luego ser ensamblados en la obra. Dentro de éstos se incluyen los sistemas de paredes prefabricadas a base de columnas y losetas pretensadas de concreto.





- b. SISTEMAS SEMI-PREFABRICADOS:** Comprenden aquellos sistemas en los que ciertas labores artesanal se requieren al llevar a cabo el montaje en obra, como por ejemplo los sistemas de losas de concreto a base de piezas prefabricadas (viguetas y bovedillas) en donde solo se requiere el colado posterior del concreto, así como los sistemas de paneles de poliestireno expandido con refuerzo de electromalla cuyo montaje en obra requiere del proceso de concreteado.



- c. **PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS:** Son aquellos en que sus componentes principales son elaborados en serie bajo medidas estándar. Esto no excluye con ellos y con otros productos complementarios puedan desarrollarse “Sistemas Prefabricados”. Dentro de estos, se incluyen los sistemas de muro seco como los de Plycem y Tablarroca y los de paneles aislantes a base de fibra de vidrio o poliuretano.



4.2 MODIFICACIÓN A BASE DE SISTEMAS PREFABRICADOS DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA TRADICIONAL.-

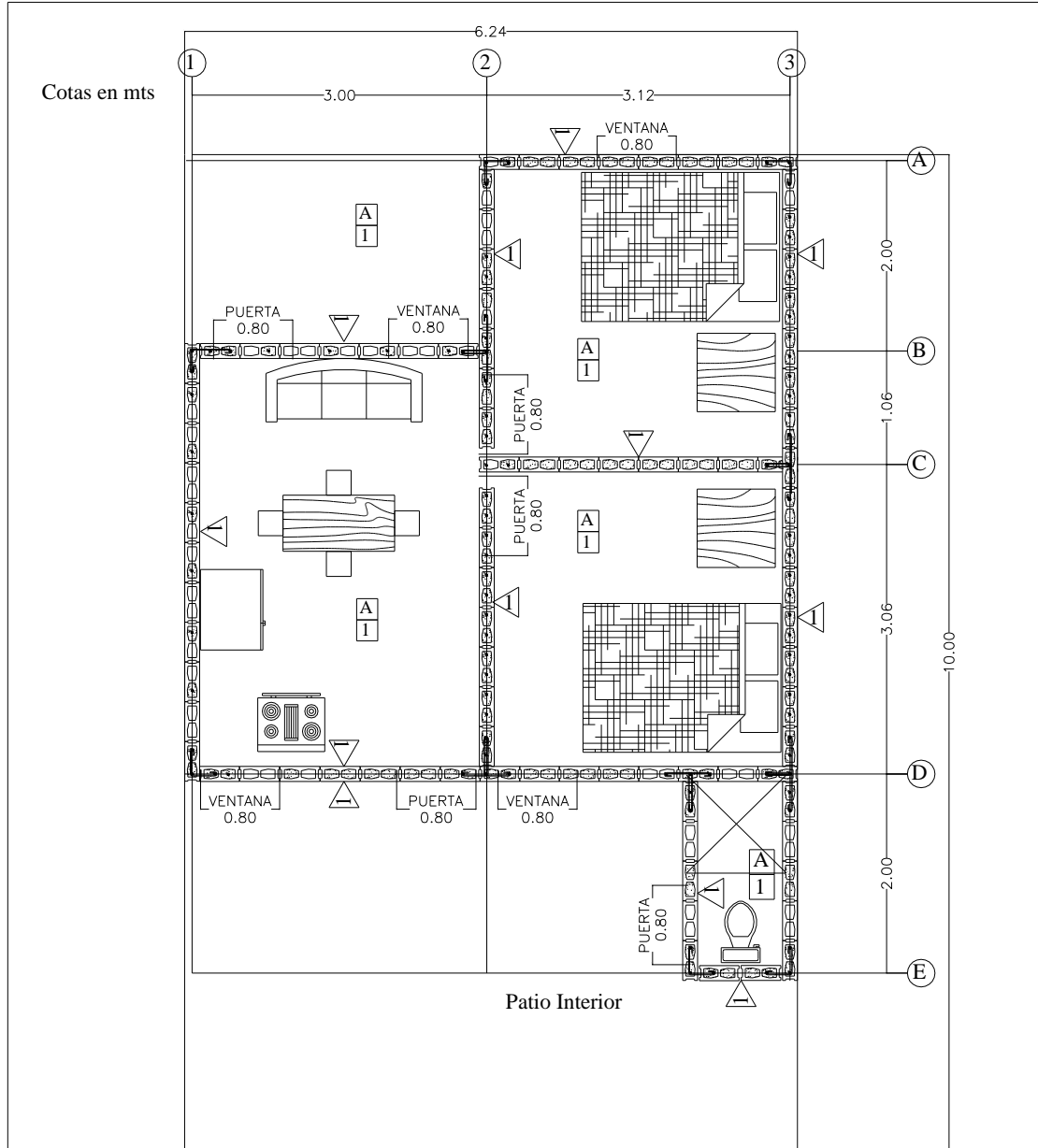
Se ha tomado como punto de partida, la planta arquitectónica y la elevación principal de una vivienda de tipo de interés social construida con sistema tradicional de bloque de concreto, de la cual se presenta un presupuesto.

Partiendo del diseño básico, se propone una vivienda con todas las modificaciones que permite la aplicación de un sistema prefabricado, con el objetivo de llegar a la realización de proyectos futuros en los cuales se considere la construcción de viviendas en serie, utilizando dicho sistema.

Las modificaciones planteadas en el diseño, corresponden básicamente a la aplicación del Sistema de Bloques de Precon, ya que éste presenta condiciones adecuadas para dicho diseño y para el planteamiento de una propuesta en el sentido estético para el estrato de interés social de nuestra sociedad; con lo que se persigue demostrar que con la aplicación de los sistemas prefabricados, pueden llegar a obtenerse mejores opciones en cuanto a diseño y detalle arquitectónico.

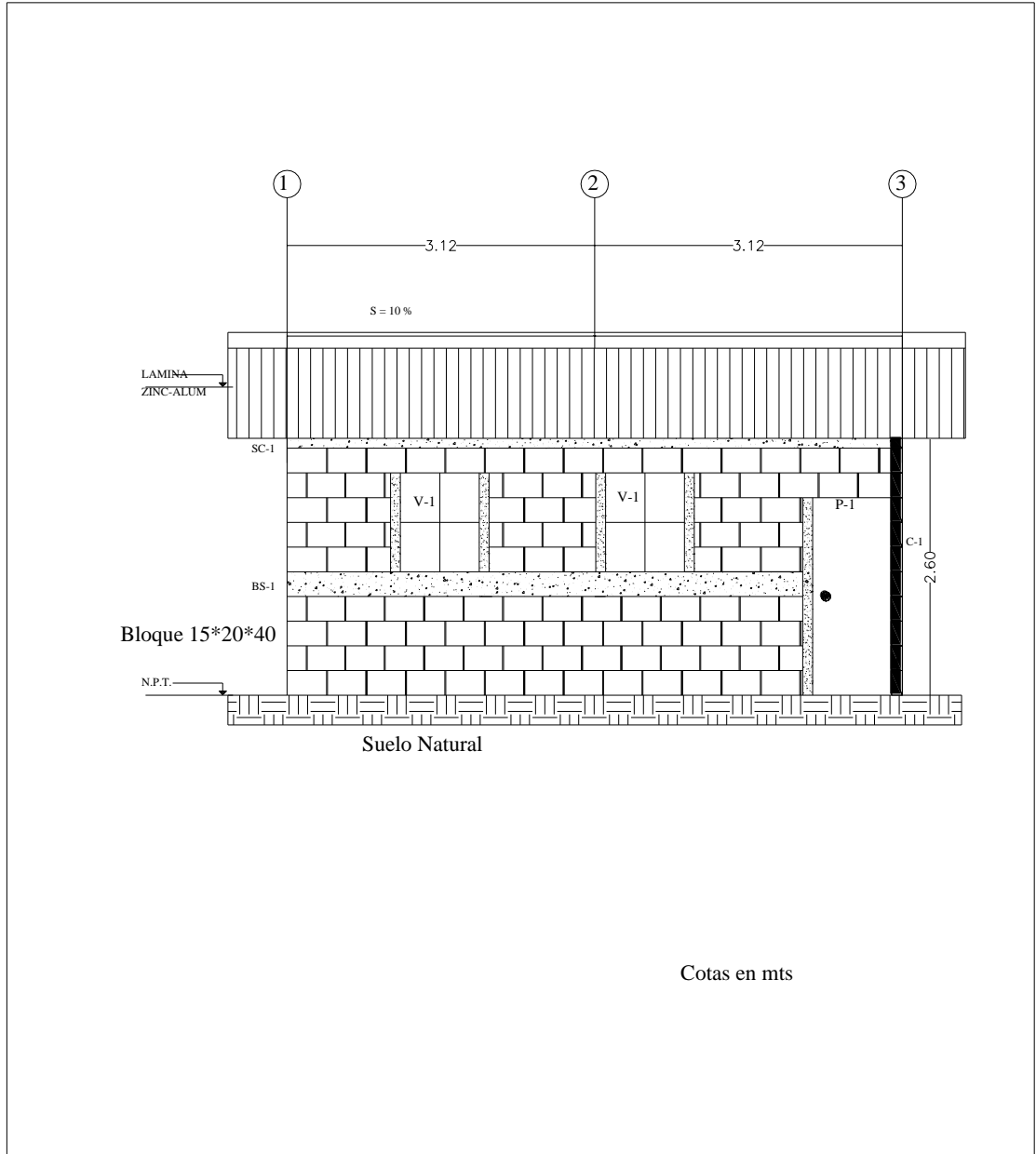
A continuación se presentan las plantas arquitectónicas, elevaciones (planos constructivos, ver Anexo 3), programación y presupuestos de una vivienda propuesta y de su correspondiente modificación para luego hacer una breve explicación del proceso constructivo del diseño modificado.

Modelo Vivienda Tradicional (Bloque).



Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: Tradicional	Hoja: 1/2
Contenido: Planta Arquitectonica	Escala: 1:50	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Zelaya	

Elevación Principal.

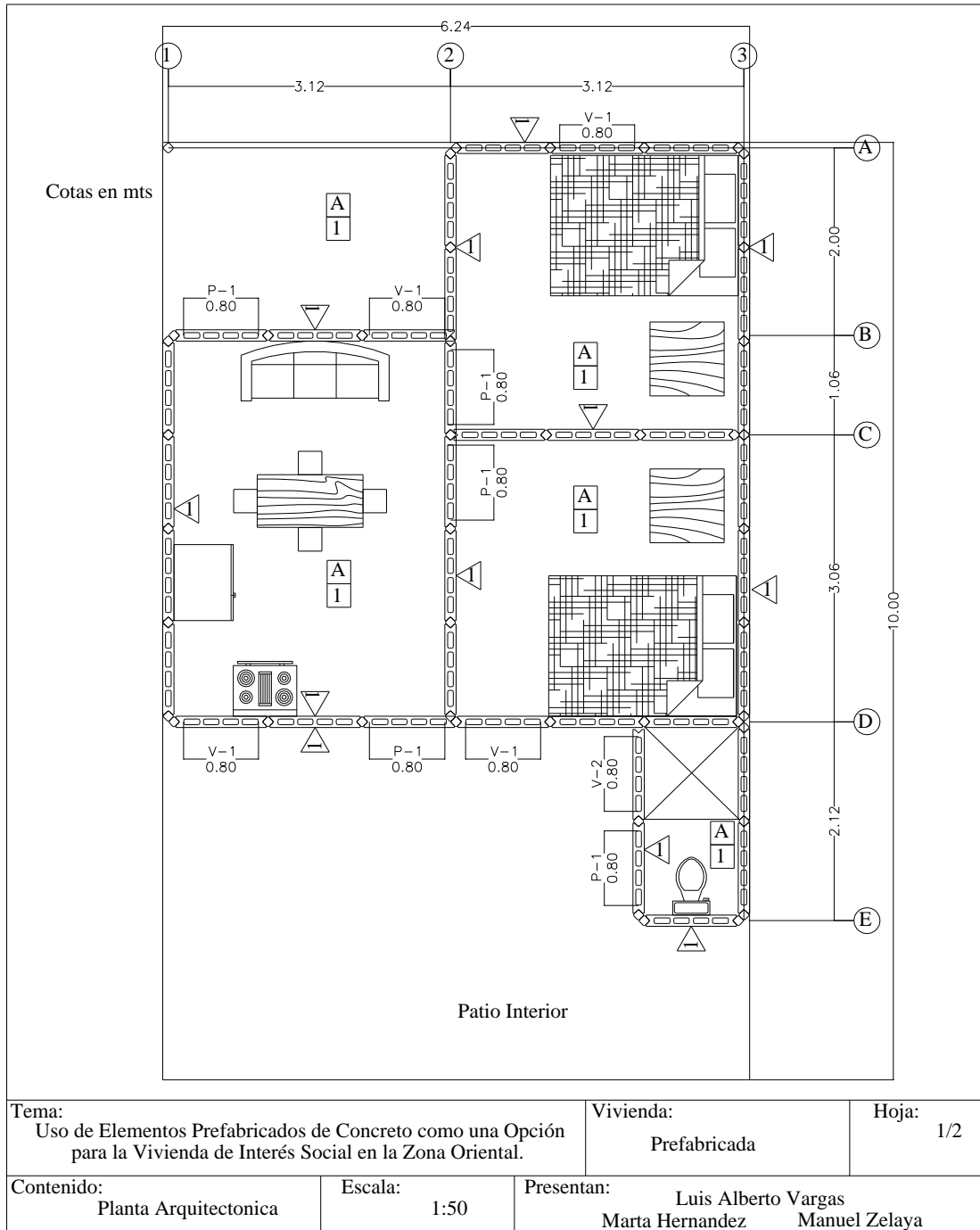


Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: Tradicional	Hoja: 2/2
Contenido: Fachada Principal	Escala: 1:50	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Zelaya	

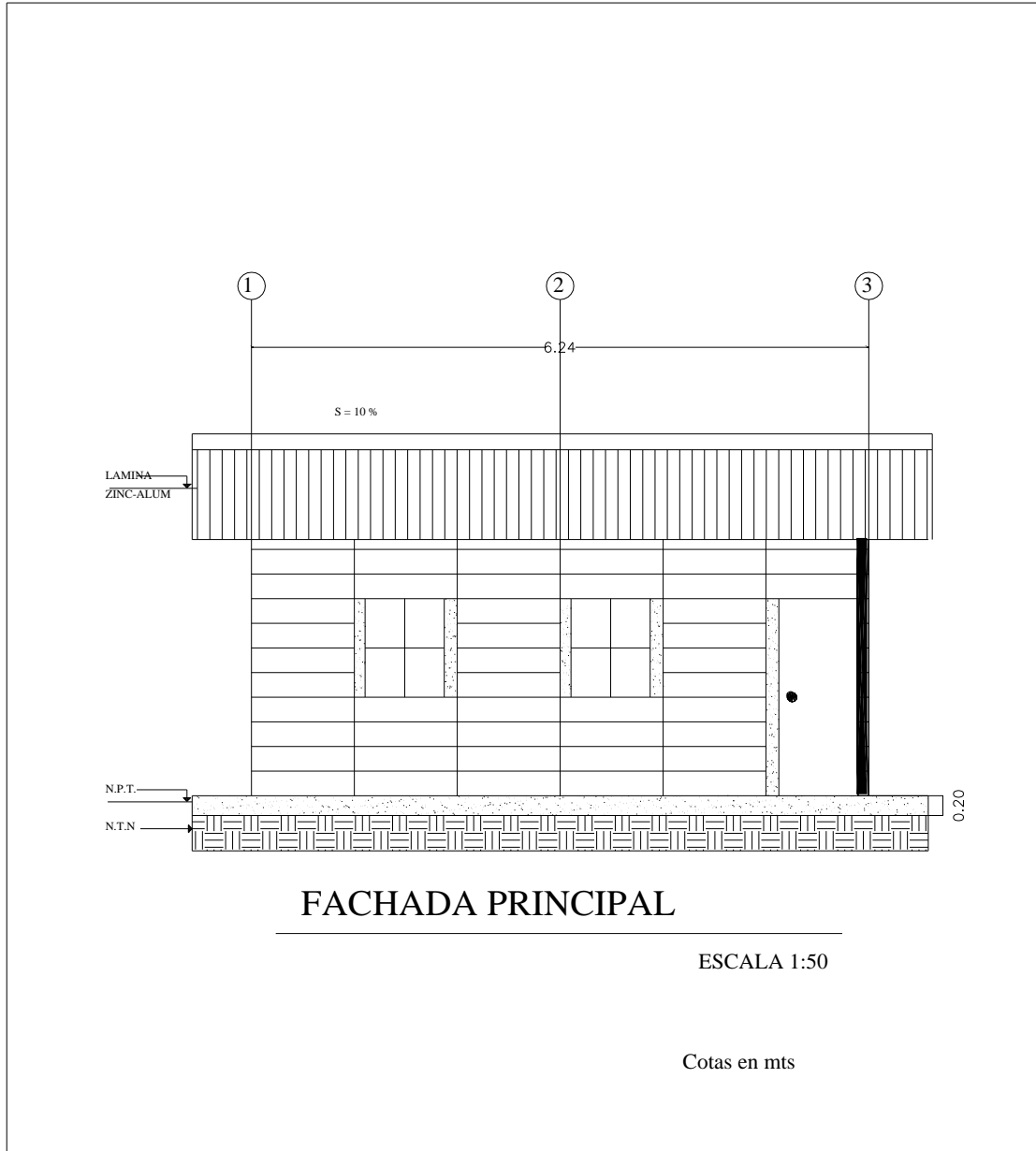
Presupuesto de Vivienda Tradicional.

PARTIDA	CANT.	UNIDAD	COSTOS		TOTALES
			UNITARIOS	PARCIALES	
Obras Preliminares					\$606.63
Bodega	15	M2	\$40.44	\$606.63	
Terraceria					\$198.88
Descapote	9	M3	\$0.98	\$8.80	
Trazo y Nivelación	115.2	M2	\$0.35	\$40.48	
Excavación					
Excavación de Soleras de Fundación (SF-1)	14.82	M3	\$5.34	\$79.20	
Compactación					
Compactación de Soleras de Fundación (SF-1)					
Concreto Estructural					\$6,690.10
<i>Armado</i>					
<i>Colocado</i>					
<i>Moldeado</i>					
<i>Concreteado</i>					
Mamposteria					\$1,766.07
1° Block + bloques enterrados	45	M2	\$20.86	\$938.55	
2° Block	42.64	M2	\$19.41	\$827.52	
Acabados					\$92.79
Sisado	1.58	M3	\$58.73	\$92.79	
Techo					\$750.00
Estructura de Techo					
Instalaciones Eléctricas					\$100.00
Colocación	1	S.G	\$100.00	\$100.00	
Pisos					\$420.56
Nivelación de Pisos	44.59	M2	\$3.06	\$136.27	
<i>Piso de Concreto</i>					
Piso de Concreto (Acera)	0.5	M3	\$44.30	\$22.15	
Puertas y Ventanas					\$750.00
Colocación					
Varios					\$369.94
Pintura	175.3	M2	\$1.64	\$288.09	
Desalojo	32.48	M3	\$2.25	\$73.05	
limpieza	1	S.G	\$8.80	\$8.80	
TOTAL COSTO (INCLUYE IVA)					\$11,745.46

Modelo Vivienda Prefabricada.-



Elevación Principal.



FACHADA PRINCIPAL

ESCALA 1:50

Cotas en mts

Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: Prefabricada	Hoja: 2/2
Contenido: Fachada Principal	Escala: 1:50	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Zelaya	

Presupuesto Vivienda Prefabricada.

PARTIDA	CANT.	UNIDAD	COSTOS		TOTALES
			UNITARIOS	PARCIALES	
Obras Preliminares					\$606.63
Bodega	15	M2	\$40.44	\$606.63	
Terraceria					\$480.48
Descapote	9	M3	\$0.98	\$8.80	
Trazo y Nivelación	115.2	M2	\$0.35	\$40.48	
Excavación					
Excavación de POSTES	11.59	M3	\$12.01	\$139.20	
Compactación					
Compactación de Postes					
Suelo Compactado abajo	9.33	M3	\$31.30	\$292.00	
POSTES + BLOQUES (BLOCON)					\$2,597.58
Pared de Bloque					
Colocación de Postes y Concreteado	9.33	M3	\$150.99	\$1,408.78	
Colocación de Bloques (Blocón)+ Sisado	87.64	M2	\$13.56	\$1,188.80	
Techo					\$750.00
Estructura de Techo					
Polín C + Cubierta de Techo (Lamina Zinc - Alum)	1	S.G	\$750.00	\$750.00	
Instalaciones Eléctricas					\$100.00
Colocación	1	S.G	\$100.00	\$100.00	
Poliducto					
Alambrado + Toma Corriente + Switch					
Pisos					\$421.04
Nivelación de Pisos	44.59	M2	\$3.07	\$136.75	
Piso de Concreto					
Colocación de Piso de Cemento	44.59	M2	\$5.88	\$262.14	
Piso de Concreto (Acera)	0.5	M3	\$44.30	\$22.15	
Puertas y Ventanas + Alacrán					\$1,121.60
Colocación y hechura de Alacrán	1	S.G	\$1,121.60	\$1,121.60	
Puertas y Ventanas					
Varios					\$369.94
Pintura	175.3	M2	\$1.64	\$288.09	
Desalojo	32.48	M3	\$2.25	\$73.05	
limpieza	1	S.G	\$8.80	\$8.80	
TOTAL COSTO (INCLUYE IVA)					\$6,447.27

En esta etapa se pudo demostrar que el Sistema Prefabricado que hemos seleccionado, ha superado al sistema tradicional de bloques de concreto en cuanto a costos (ver Presupuesto) (ver calculo de materiales y volumen de obra, Anexo 2), tiempo de ejecución, pues se estima que con un mínimo de personal, la vivienda podrá ser finalizada en un periodo de tiempo esperado, y en cuanto a estética, pues se ha logrado obtener un detallado visual que permite un acabado diferente en la vivienda, lo que permite que esta se presente más atractiva sin peder su funcionalidad.

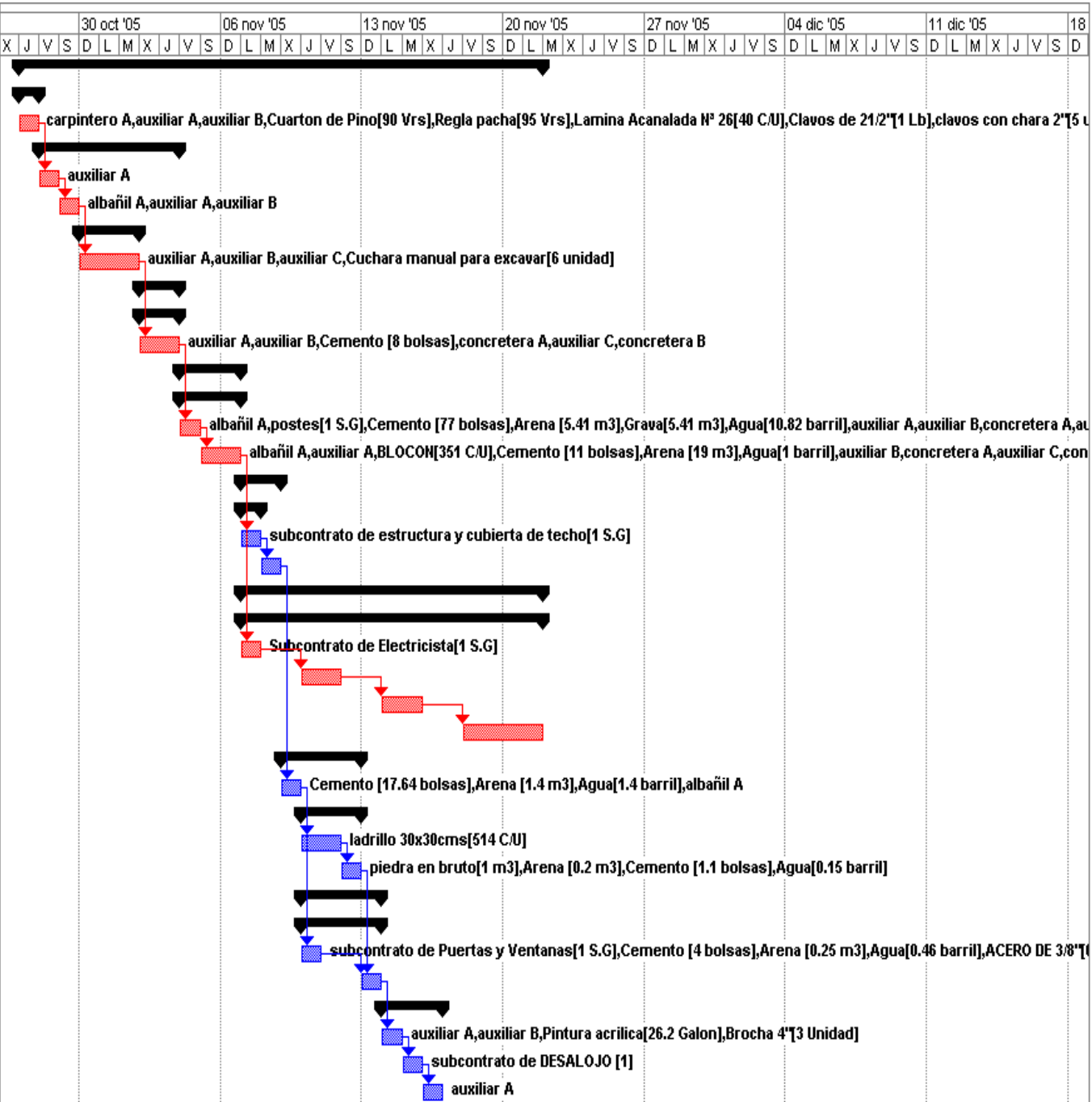
4.3 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA DE LA MANO DE OBRA.-

Como se ha mencionado previamente, los Sistemas Prefabricados se pueden construir con un mínimo de personal, en comparación con el Sistema de Vivienda de bloque lo que genera que se aumente el personal que se empleará en la obra (ver Programación pág. 198 y 199), lo que representa una desventaja, en el sentido de que se requiere menos mano de obra, lo cual podría traducirse en la reducción de empleos.

El problema de desempleo a nivel nacional, es un punto demasiado crítico como para no tomarlo en cuenta en cualquier planificación dentro de la industria de la construcción. Sin embargo a pesar de lo mencionado, lo que se logra al construir con sistemas prefabricados, es el aumento de la calidad del obrero especializado, lo cual beneficia también al constructor ya que se estará realizando un trabajo más rápido y eficiente, con lo que no tendrá mayores atrasos para lograr entregar la obra a tiempo. En este sentido que la construcción con sistema prefabricado índice en la reducción de costos, si bien es cierto en cuanto a materiales estos se elevan un poco, la eficiencia y rapidez de su montaje, entre otros aspectos hacen la construcción más económica.

Actualmente El Instituto Salvadoreño de Formación Profesional (INSAFORP) se encuentra especializando a obreros en diferentes áreas, para que alcancen un mejor nivel y así logren mayores ingresos; este tipo de especialización, podría ser aplicado a los sistemas prefabricados, ya que en un futuro no muy lejano y dentro de un proceso de globalización, se requerirá de personal especializado en esta área.

Id	Costo	Nombre de tarea	Duración	30 oct '05							06 nov '05							13 nov '05							20 nov '05							27 nov '05							04 dic '05							11 dic '05							18					
				X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M		X	J	V	S	D
1	\$6,447.27	CASA DE PREFABRICADO	26 días	[Barra horizontal de inicio a fin]																																																						
2	\$606.63	Obras Preliminares	1 día	[Barra horizontal]																																																						
3	\$606.63	Bodega	1 día	[Barra horizontal]																																																						
4	\$480.48	Terraceria	7 días	[Barra horizontal]																																																						
5	\$8.80	Descapote	1 día	[Barra horizontal]																																																						
6	\$40.48	Trazo y Nivelacion	1 día	[Barra horizontal]																																																						
7	\$139.20	Excavacion	3 días	[Barra horizontal]																																																						
8	\$139.20	Excavacion de POSTES	3 días	[Barra horizontal]																																																						
9	\$292.00	Compactacion	2 días	[Barra horizontal]																																																						
10	\$292.00	Compactacion de Postes	2 días	[Barra horizontal]																																																						
11	\$292.00	Suelo Compactado abajo	2 días	[Barra horizontal]																																																						
12	\$2,597.58	POSTES+BLOQUES (BLOCON)	3 días	[Barra horizontal]																																																						
13	\$2,597.58	Pared de Bloque	3 días	[Barra horizontal]																																																						
14	\$1,408.78	Colocación de Postes y Concretes	1 día	[Barra horizontal]																																																						
15	\$1,188.80	Colocación de Bloques (Blocón)+ :	2 días	[Barra horizontal]																																																						
16	\$750.00	Techo	2 días	[Barra horizontal]																																																						
17	\$750.00	Estructura de Techo	1 día	[Barra horizontal]																																																						
18	\$750.00	Polin C	1 día	[Barra horizontal]																																																						
19	\$0.00	Cubierta de Techo (Lamina Zinc - Alum	1 día	[Barra horizontal]																																																						
20	\$100.00	Instalaciones Electricas	15 días	[Barra horizontal]																																																						
21	\$100.00	Colocacion	15 días	[Barra horizontal]																																																						
22	\$100.00	Poliducto	1 día	[Barra horizontal]																																																						
23	\$0.00	Alambrado	2 días	[Barra horizontal]																																																						
24	\$0.00	Toma Corriente	2 días	[Barra horizontal]																																																						
25	\$0.00	Switch	4 días	[Barra horizontal]																																																						
26	\$421.04	Pisos	4 días	[Barra horizontal]																																																						
27	\$136.75	Nivelacion de Pisos	1 día	[Barra horizontal]																																																						
28	\$284.29	Piso de Concreto	3 días	[Barra horizontal]																																																						
29	\$262.14	Colocacion de Piso de Cemento	2 días	[Barra horizontal]																																																						
30	\$22.15	Piso de Concreto (Acera)	1 día	[Barra horizontal]																																																						
31	\$1,121.60	Puertas y Ventanas + Alacran	4 días	[Barra horizontal]																																																						
32	\$1,121.60	Colocacion	4 días	[Barra horizontal]																																																						
33	\$1,121.60	Puertas	1 día	[Barra horizontal]																																																						
34	\$0.00	Ventanas	1 día	[Barra horizontal]																																																						
35	\$369.94	Varios	3 días	[Barra horizontal]																																																						
36	\$288.09	Pintura	1 día	[Barra horizontal]																																																						
37	\$73.05	Desalojo	1 día	[Barra horizontal]																																																						
38	\$8.80	limpieza	1 día	[Barra horizontal]																																																						



4.4 OPCIONES DE APLICACIÓN DE SISTEMAS PREFABRICADOS A DISEÑOS PREDETERMINADOS.-

Se puede decir que con los procesos de industrialización es ahora más fácil, encaminar la industria de la construcción a alcanzar una aplicación de la prefabricación como tal, sobre todo en la vivienda y específicamente en las viviendas de interés social.

A través de la aplicación de los productos industrializados de la construcción en diseños predeterminados se puede lograr alcanzar la prefabricación que tanto éxito ha tenido en otros países y es entonces donde los beneficios de dicha aplicación podrán ser reconocidos para una mayor aceptación de estos sistemas.

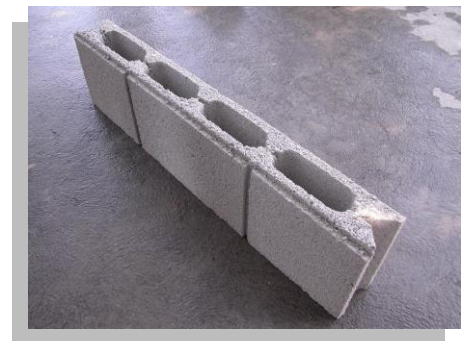
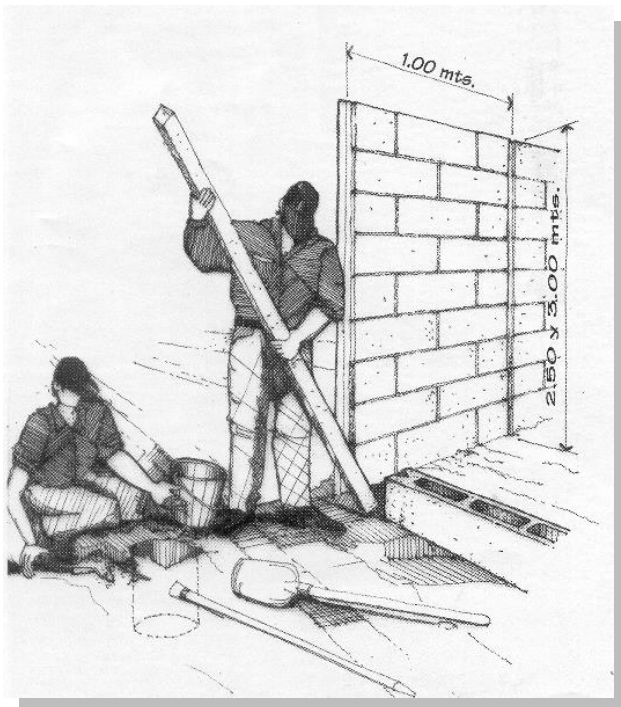
Los intentos por iniciar construcciones prefabricadas en viviendas para los estratos medio de la sociedad son visibles a través de empresas y ONG's que se han dedicado a transformar su material en la materia prima o en un elemento de un completo sistema de viviendas prefabricadas. Prueba de ello son las empresas fabricantes de paneles que han logrado desarrollar sistemas en los que predeterminan o estandarizan las dimensiones de sus paneles, generando módulos que son estructurados de acuerdo a una pieza elemental de una vivienda, o incluso de un componente de la misma.

Este es el caso de empresas como PRECON de El Salvador, quien tomando como base su principal material: El Blocón, ha desarrollado diseños de vivienda de las cuales tienen prefabricadas sus piezas específicas y son estas las que se distribuyen y se llegan a armar en el sitio de la obra.

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL DISEÑO DE PAREDES “PRECON”.-

Partiendo de un terreno sin pendientes ni dificultades, y que ha sido nivelado adecuadamente, se procede a trazar la vivienda, utilizando los métodos convencionales o tradicionales y tomando en cuenta que para este sistema es modular, y que las medidas que se toman en base para el sistema son de 6.0 x 10.0 mts tomando un Área de 70 m² (tomado de la Política Nacional de Vivienda).

El sistema esta constituido a base de postes pretensados (los postes poseen una longitud de 2.50 y 3.0 mts. de nivel de suelo) y unidades de bloques (longitud de 1.0 mt), el proceso de construcción consiste en la excavación de los agujeros para los postes con dimensiones de 0.60 x 0.40 mt se compacta con suelo-cemento (0.20 m) y posteriormente se colocan los postes se centran y la excavación se rellena con concreto.



Para el levantamiento de las paredes, son colocados en una secuencia de armado de tal manera que se evite el innecesario acarreo de unidades. Para levantar un modulo es necesario que al menos dos personas sostengan y coloquen las unidades mientras que un tercero va dirigiendo.



La cubierta de techo, se instalara según las especificaciones.



La Fotografía demuestra un polín espacial estos son colocados en uno de los postes de una vivienda, con lo cual se sujetara el techo. También los polines se pueden sujetar a las paredes así como su muestra en la figura con la colocación de varillas incrustadas a la pared para luego ser soldadas.

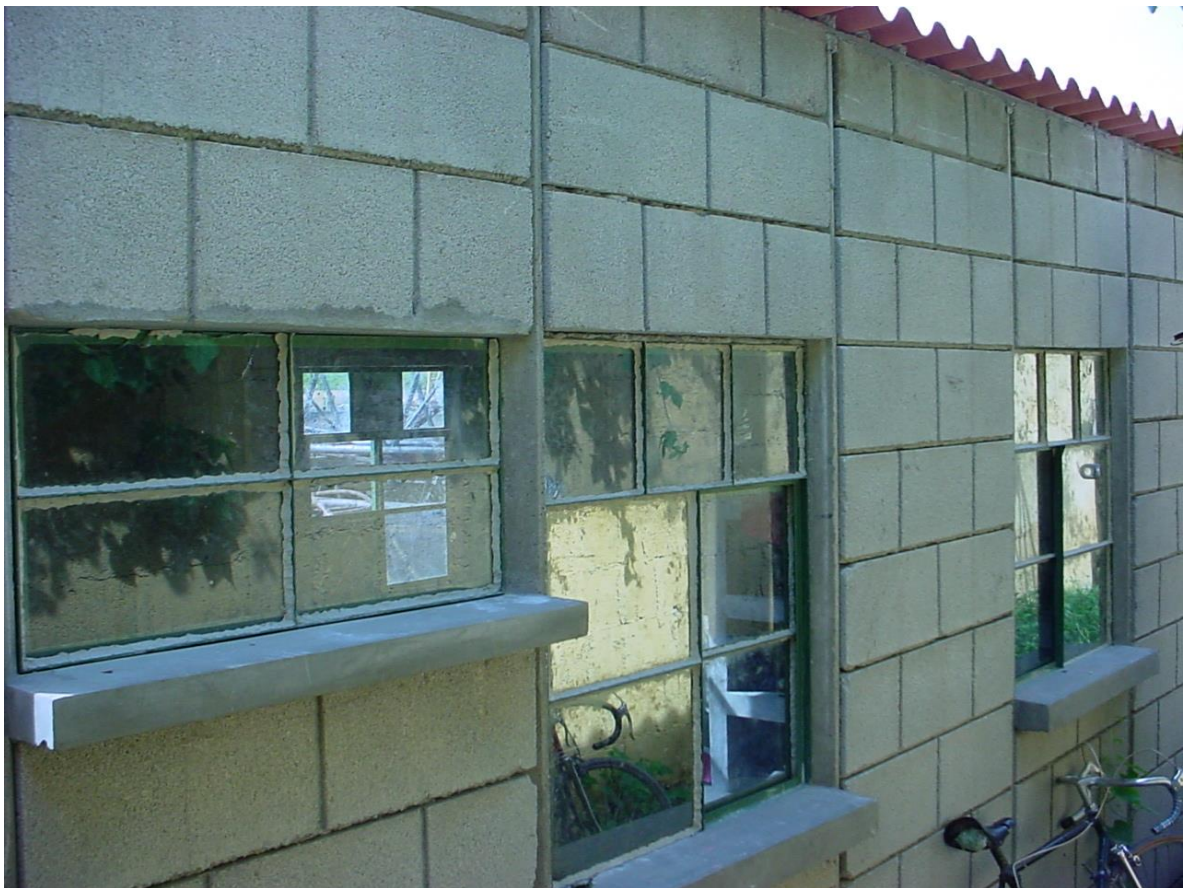




La Fotografía demuestra el techo de lamina ZincAlum para una vivienda de interés social. Aunque para otro tipo de vivienda se puede colocar otro tipo de techo según sea el gusto del cliente.



Una vez montado el techo, se procede a los trabajos de albañilería, con los métodos ya conocidos, tales como la colocación de pisos, canaletas, aceras y pintura. Asimismo son instaladas las instalaciones eléctricas, hidráulicas, artefactos sanitarios, puertas y ventanas según especificaciones.



La fotografía demuestra un tipo diferente de ventana de vidrio instalada en una vivienda.



Las fotografías demuestran las puertas y ventanas (estas son de lamina) ya instaladas dentro de la vivienda.

Una vez finalizada las obras de pintura se presentan dos tipos de casa prefabricada utilizando el sistema Precon. Hay que tomar en cuenta que a este tipo de vivienda no es necesario tanto repellido como afinado ya presenta y un acabado como que fuera de bloque sisado. El sistema se le puede colocar otros tipos de acabados pero todo depende del gusto del cliente que la esta construyendo.





Las fotografías demuestran el tipo de acabado final que presentan las viviendas ya finalizadas.

DETALLES DE MODIFICACIÓN.

Al observar los cambios de la elevación, se logra detectar que se ha dado un aumento en las alturas de las paredes de toda la vivienda, logrando de esta manera una mayor circulación de aire en el interior y al mismo tiempo una sensación de amplitud; además de un cambio estético en su exterior. Dicho modificación se puede llevar acabo sin tener mayores incrementos en costos, ya que el sistema, debido a que es sumamente liviano, no requiere de mayor periferia a medida que se aumentan las alturas de las paredes, como es el caso del sistema tradicional de bloques de concreto.

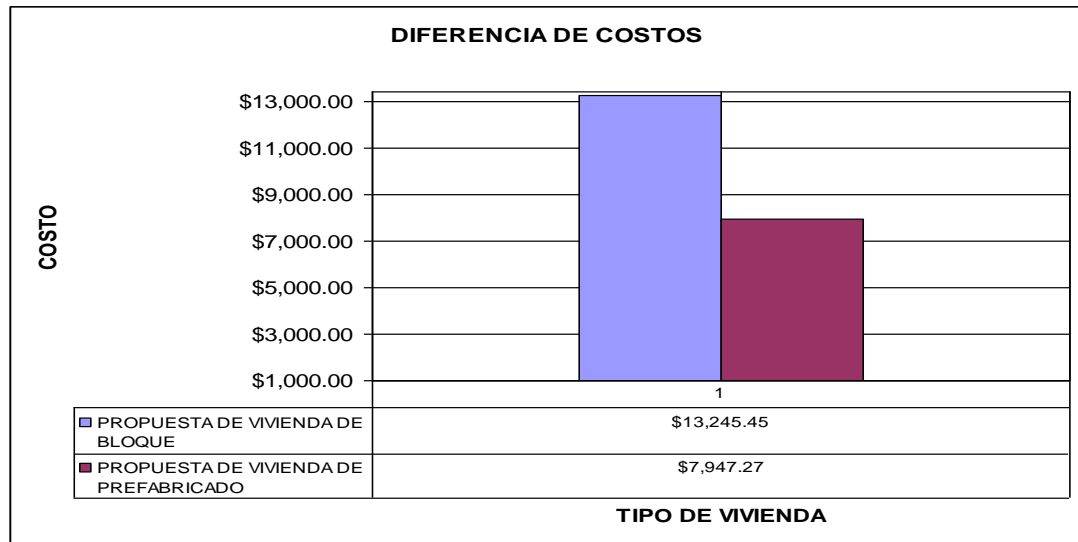
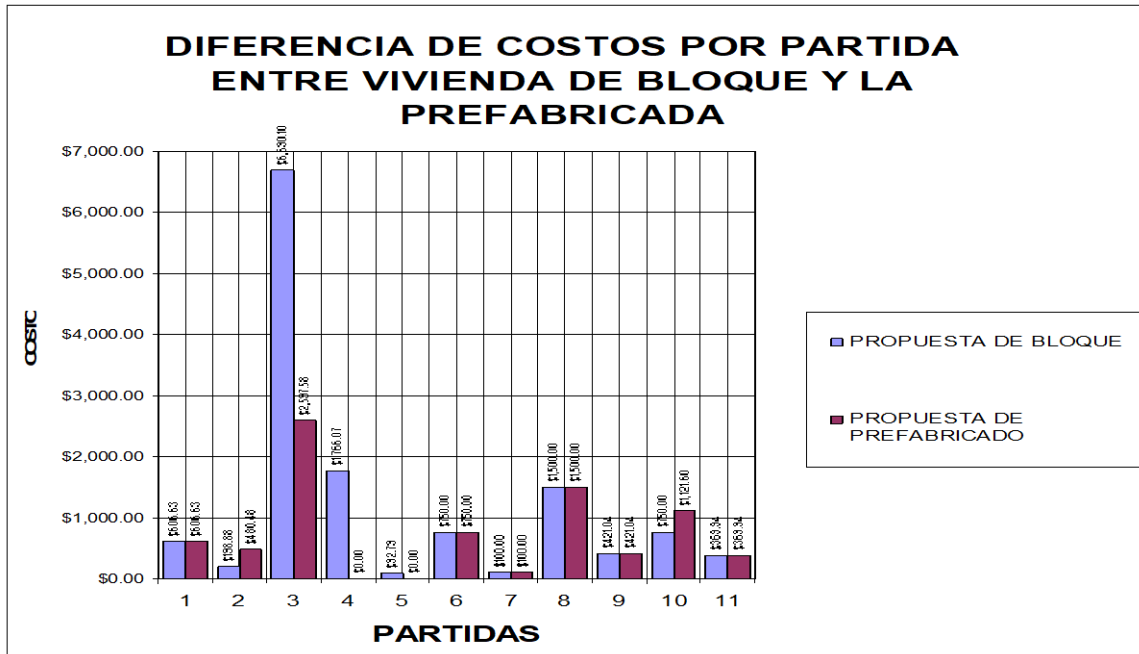
La fachada u otros elementos de la vivienda pueden llegar a tener aun mayores modificaciones que irán aumentando la estética de la misma, sin embargo los cambios son por el simple hecho de modernizarla, o de resaltar detalles, los costos irán aumentando, pero esto obviamente dependerá de la decisión del cliente, y la vivienda pasaría a ser de tipo interés social a tipo medio.

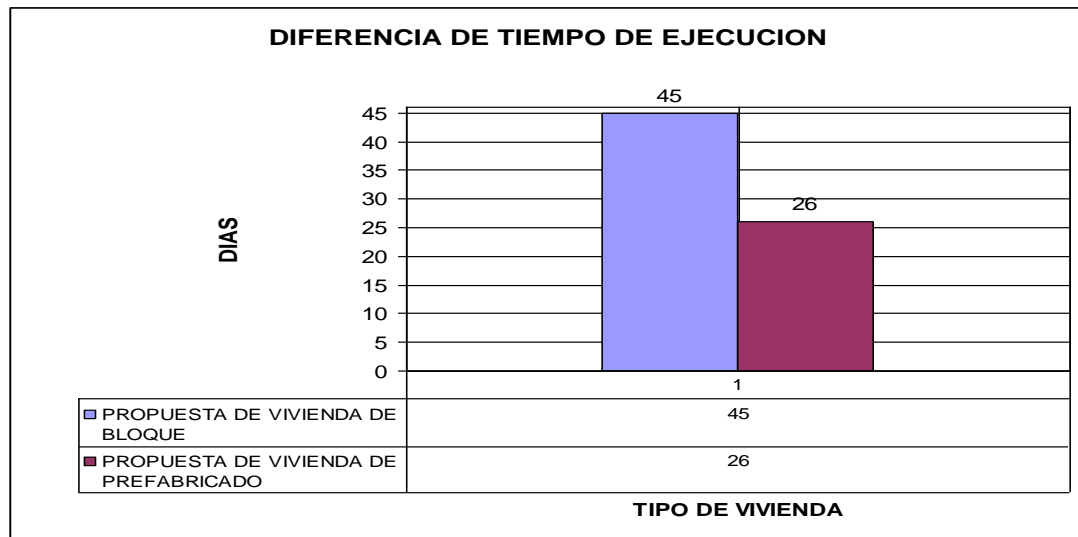
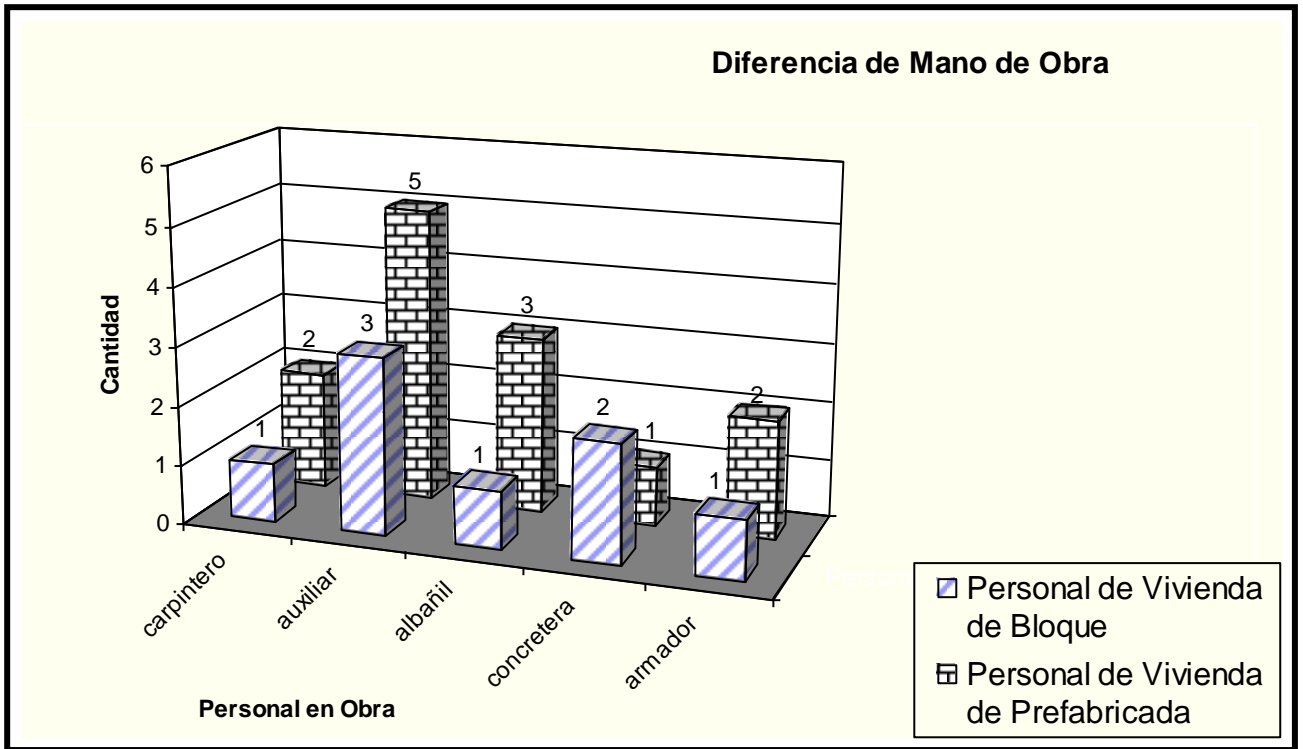
En esta etapa se pudo demostrar que el Sistema Prefabricado que distribuye “Precón”, ha superado al tradicional de bloque de concreto en cuanto a costos (ver presupuesto, Pág. 194), tiempo de ejecución, pues se estima que con un aproximado de cuatro obreros la vivienda podría ser finalizada en un determinado periodo, y en cuanto a estética, pues se ha logrado obtener cambios en la vivienda, lo que permite que esta se presente más atractiva sin perder su funcionalidad.

4.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.-

El análisis con respecto a costos de los dos Sistemas (Tradicional y Prefabricado), fueron los siguientes:

BLOQUE		COSTO	PREFABRICADO		DIFERENCIA	
					COSTO	
1	Obras Preliminares	\$606.63	1	Obras Preliminares	\$606.63	\$0.00
2	Terraceria	\$198.88	2	Terraceria	\$480.48	-\$281.60
3	Concreto Estructural	\$6,690.10	3	POSTES +BLOQUES (BLOCON)	\$2,597.58	\$4,092.52
4	Mampostería	\$1,766.07	4		\$0.00	\$1,766.07
5	Acabados	\$92.79	5		\$0.00	\$92.79
6	Techo	\$750.00	6	Techo	\$750.00	\$0.00
7	Instalaciones Eléctricas	\$100.00	7	Instalaciones Eléctricas	\$100.00	\$0.00
8	Instalaciones Hidrosanitarias	\$1,500.00	8	Instalaciones Hidrosanitarias	\$1,500.00	\$0.00
9	Pisos	\$421.04	9	Pisos	\$421.04	\$0.00
10	Puertas y Ventanas	\$750.00	10	Puertas y Ventanas + Alacrán	\$1,121.60	-\$371.60
11	Varios	\$369.94	11	Varios	\$369.94	\$0.00
		\$13,245.45			\$7,947.27	\$5,298.18





El ahorro que posee el Sistema Prefabricado con respecto al Sistema Tradicional es de \$5,297.70, debido a la reducción de Mano de Obra, cantidad de Materiales y Tiempo de Ejecución.

Otra diferencia entre los dos sistemas es en lo referente al tiempo de ejecución de la obra que dio como resultado que en el sistema de Bloque de Concreto la obra se terminó en un periodo de **45 días**, al utilizar los sistemas prefabricados se redujo el tiempo finalización de la obra, debido a su fácil instalación lo cual nos dio como resultado **26 días**, logrando una holgura de **19 días** logrando un ahorro en mano de obra.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.-

Se ha observado que es importante llegar a establecer que dentro de lo que se conoce como sistemas prefabricados en nuestro país, existen claras diferencias en cuanto a materiales y en cuanto al proceso constructivo o montaje en obra de los mismos, con lo cual puede determinarse una clasificación que los agrupe según el grado en que dichos sistemas son modificados o no al momento de su instalación.

De dicha clasificación se concluye que dentro de los sistemas que se pueden encontrar en nuestro medio, los que han sido considerados como refabricados son los que presentan un menor grado de industrialización, ejemplo de esto son los sistemas de losetas y columnas de concreto para paredes de los cuales el precursor fue el conocido sistema Maestro Prefa y cuyo proceso de fabricación se basa principalmente en el uso de moldes y donde la utilización de maquinaria es escasa.

De los sistemas considerados como semi – prefabricados puede decirse que el grado de industrialización es mayor que el de los primeros a pesar de que en su montaje en obra requieren de procesos adicionales como el colado de concreto en el sitio, su fabricación requiere de maquinaria y de cierta tecnología.

Es el último grupo de la clasificación el que recibe el nombre de sistemas industrializados precisamente por tratarse de sistemas cuya fabricación emplea procesos

más mecanizados y un poco más complejos que los anteriores y si bien es cierto que estos prefabricados al combinarlos con otros elementos y al estandarizarlos de manera específica para diseños predeterminados.

La base específica de ésta propuesta es comparar una vivienda construida tradicionalmente de bloque de concreto con una vivienda elaborada con sistemas prefabricados, con respecto a costos (Mano de Obra y Materiales), tiempo de ejecución y proceso contractivo.

Con referencia a los costos se logró comprobar que los sistemas prefabricados en construcción de viviendas resultan ser más económicos que los sistemas tradicionales elaborados con bloque de concreto, debido a la cantidad de materiales y mano de obra que se emplean en la ejecución de las mismas; tomando como ejemplo: que en la vivienda tradicional se necesitan grandes cantidades de elementos de concreto (Soleras, nervios, etc.), en comparación a los sistemas prefabricados que disminuyen la utilización del concreto en la obra.

La mano de obra a utilizar en un proyecto de vivienda de sistemas prefabricados se reduce con respecto a la utilizada en una vivienda tradicional de bloque de concreto, esto no quiere decir que el tiempo de ejecución de las diferentes obras sea igual sino que al contrario el tiempo de ejecución en vivienda prefabricada resulta ser menor debido a que el sistema presenta un fácil montaje en obra; mientras que el sistema de bloque de

concreto requiere de una mayor cantidad de personal y este a su vez debe estar calificado para las diferentes actividades que se necesitan para su proceso constructivo.

Como se mencionó anteriormente los procesos constructivos de los diferentes tipos de viviendas que se proponen en esta investigación difieren de muchos aspectos tales como: en el caso de la vivienda de bloque de concreto no se logra tener un control directo sobre cada proceso que se realiza en su construcción, es decir que debido a la diversidad de las actividades es necesario un mayor control de cada una de ellas; en el sistema de vivienda prefabricada se logra tener mejor control de las actividades ya que de acuerdo a su proceso constructivo se basa en el montaje “in situ”, reduciendo así el manejo y control de mano de obra y materiales.

Otro aspecto a tomar en cuenta en la construcción de viviendas tanto tradicional de bloque como utilizando prefabricados de concreto se basaron en el análisis de una unidad habitacional con las mismas dimensiones, logrando demostrar la reducción de costos. Vale la pena mencionar que el propósito es que el sistema constructivo se realice en serie, es decir, una programación y ejecución de un gran número de viviendas en un período corto de tiempo, lo cual reducirá notablemente los costos, y cuyo objetivo será el de realizar proyectos rentables para familias cuyos ingresos permitan adquirir viviendas de tipo medio.

5.2 RECOMENDACIONES.-

- Sería muy recomendable que en la creación de los sistemas prefabricados se tome en cuenta algunos aspectos relacionados al diseño de los mismos, buscando la innovación, originalidad, sensibilidad y aplicación de los criterios de diseño, para lograr producir elementos estéticos que nos lleven a un conjunto armonioso dentro de un mismo sistema, sin tener que caer en la monotonía.
- En referencia al concepto que se tiene acerca de los prefabricados como sistemas inseguros, se pretende corregir esa mala imagen que actualmente se tiene, esto se logra a través de documentos como este, que proporciona información técnica acerca de los mismos, donde se da a conocer su proceso constructivo, manejo, montaje en obra, entre otros. En resumen, respecto a este factor negativo, se sugiere que es importante darle a cualquier sistema, la aplicación lógica de acuerdo a dichos detalles constructivos ya que así se evitan las fallas que pudieran llegar a generar conceptos equivocados.
- Como lineamientos principales se puede recomendar verificar que las personas que instalen cualquier tipo de sistema, tengan la capacitación y conocimiento necesario en lo que se refiere al uso de elementos y piezas a utilizar.

- Vale la pena mencionar que el propósito es que el sistema constructivo de vivienda prefabricada se realice en serie, es decir, una programación y ejecución de un gran número de viviendas en un período corto de tiempo, lo cual reducirá notablemente los costos, y cuyo objetivo será el de realizar proyectos rentables para familias cuyos ingresos permitan adquirir viviendas de tipo medio.

- Se recomienda la elaboración de un reglamento que establezca los lineamientos para la construcción de viviendas con sistemas prefabricados de concreto de peso normal.

GLOSARIO.-

- **AGLOMERAR:** Amontonar, reunir cosas. Unir fragmentos de distintas sustancias mediante un aglutinante.
- **ASBESTO:** Nombre aplicado a varios minerales, que se emplean como aislantes térmicos. Mineral semejante al amianto, de fibras duras y rígidas, usado como aislador del calor.
- **AUTOMATIZAR:** Aplicar a la industria ciertos procedimientos automáticos, que proporciona la electrónica y que facilitan y agilizan enormemente las operaciones de calculo, selección y ordenación de datos, etc.
- **AVELLANAR:** Ensanchar los agujeros para que los tornillos queden embutidos en la pieza taladrada.
- **CELOSÍA:** Cualquier enrejado de listones entrecruzados en diagonal.
- **COLUMNAS:** Pieza arquitectónica, generalmente cilíndrica, de mayor altura que se utiliza para sostener y apoyar, y consta de basa, fuste y capitel.
- **ESCANTILLÓN:** Regla o patrón que sirve para fijar las dimensiones de las piezas que se requieren labrar o tallar,
- **ESCOBILLADO:** ESCOBILLAR: Quitar con la escobilla, cepillar.
- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:** Es el conjunto de normas técnicas que deben cumplir los procesos constructivos, la calidad de los materiales y la calificación de la manos de obra.

- **FRISO:** Parte ornamental de la columna entre el arquitrabe y la cornisa. Franja decorativa en la parte inferior de las paredes.
- **MODULACIÓN:** Acción y efecto de modular. **MODULO:** Medida tomada como unidad para las proporciones de algo. Modelo, patrón.
- **PARTIDAS:** Son todas las actividades que se realizan para ejecutar una construcción.
- **POLIESTIRENO:** Producto de la polimerización del estireno. Sólido vítreo y transparente, muy empleado en la industria de los plásticos.
- **POLIURETANO:** Polímero sintético que contiene grupos de uretano. Se obtiene de la reacción entre grupos isocianato y grupos hidroxilo y se usan en la fabricación de espumas fibras, recubrimientos, etc.
- **POLÍMERO:** Compuesto químico, natural o sintético, formado por macromoléculas.
- **PUZOLÁNICO:** **PUZOLANA:** Roca volcánica muy desmenuzada, que se utiliza para hacer mortero hidráulico.
- **PRETENSADO:** Proceso en el que a través de maquinas se somete el hierro a gran tensión antes de colar el concreto para que este pueda aumentar su resistencia.
- **RACIONALIZAR:** Reducir a conceptos racionales. Organizar la producción de manera que aumente el rendimiento y reduzca los costos con el mínimo esfuerzo.
- **RESANAR:** Reparar los desperfectos de una superficie. Eliminar la parte de una tabla, fruta, etc.

- **RETÍCULA:** Red de puntos que, en cierta clase de fotograbado, reproduce las sombras y claros de la imagen mediante la mayor o la menor densidad de dichos puntos.
- **RETÍCULO:** Tejido en forma de red. Conjunto de dos o más hilos o líneas cruzadas que se ponen en el foco de ciertos instrumentos ópticos y sirve para precisar la visual o efectuar medidas muy delicadas.
- **SISTEMA:** Conjunto ordenado de normas y reglas acerca de determinada materia. Conjunto de elementos relacionados entre si, entre los que existe cierta cohesión y unidad de propósito.
- **SOLERAS:** Son elementos estructurales de concreto que se utilizan para transmitir las cargas de las paredes al suelo.
- **TROQUELADO:** Imprimir y sellar una pieza por medio de un molde de acero muy duro llamado troquel.

BIBLIOGRAFÍA.-

“Talleres Vocacionales Para La Elaboración De Prefabricados De Concreto”

(Tesis UAE – 2003) Arquitectura. Nerio León, Lourdes Maria.

“Aplicación De Elementos Prefabricados En La Construcción De Edificios Altos”

(Tesis UAE – 1983) Ingeniería Civil. Contreras, Zulma. Zelaya Héctor.

“Boletín De Vivienda 2004”. Fondo Nacional de Vivienda Popular (FONAVIPO).

“Diccionario Larousse De Sinónimos Y Antónimos E Ideas Afines”

Alboukrek, Aarón; Fuentes, Gloria. Primera Edición, Segunda Reimpresión Editorial Ofset. México, México D.F. 2000.

“Enciclopedia Encarta 2005 Para Windows” - Microsoft Home, 2005.

“ Prefabricados de Hormigón” Documento de ISCYC.

Autor: F. Vilagut. Profesor, Docto, Ingeniero Indutrial.

Editorial Gustavo Pili, Barcelona 1975

“Sistemas de Viviendas Prefabricadas de Hormigón Producidos en la Argentina”.

Documento de ISCYC.

Autor: Instituto del Cemento Pórtland Argentino, 1995.

“Tendencia de los Costos de Construcción Mediante un Análisis Comparativo en el Tiempo en Vivienda de Bajo Costo”.

(Tesis UCA – 1985) Ingeniería Civil. Pohl, Maria Eugenia; Rodrigues, Maria Rhina.

“Manual del Constructor 2001”.

Editores Publicitarios. Impresos Modelo. El Salvador, San salvador, 2001.

Fuentes.-

“Folletería y Entrevistas con las Empresas: SOCAIRE, AMANCO, ECONSA, PREFASA, D’CORRA, MONOLIT, COPRESA”.

Entrevista con el Ing. Ronny Sarmiento, Gerente General de PRECON en El Salvador.

Paginas Web.-

www.elsalvador.com

www.amanco.com

www.mop.org.sv

www.plycen.com

www.bcr.org.sv

www.anippac.org.mx

www.vmvdu.org.sv

www.precon.com

ANEXOS

ANEXO 1

ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA VIVIENDA PREFABRICADA

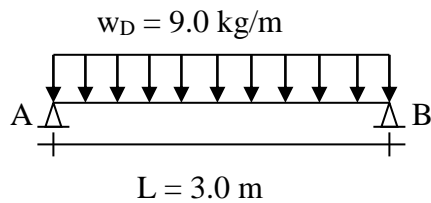
Peso de lámina ZincAlum: 4 kg/m^2

Peso propio de Polín: 5 kg/m

Separación entre polines: 1.0 m

Pendiente del techo (s): 10% (no es significativa)

Longitud de Polín (L): 3.0 m



$$w_D = (4 \text{ kg/m}^2) (1.0 \text{ m}) + 5 \text{ kg/m} = 9.0 \text{ kg/m}$$

Calculando las reacciones:

$$R_A = (9.0 \text{ kg/m}) (3.0 \text{ m})/2 = 13.5 \text{ kg}$$

$$P_D = R_A = 13.5 \text{ kg} \text{ (Reacción por carga muerta)}$$

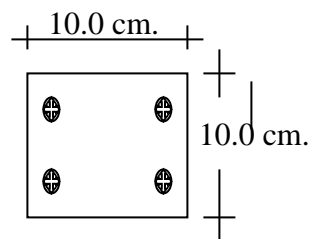
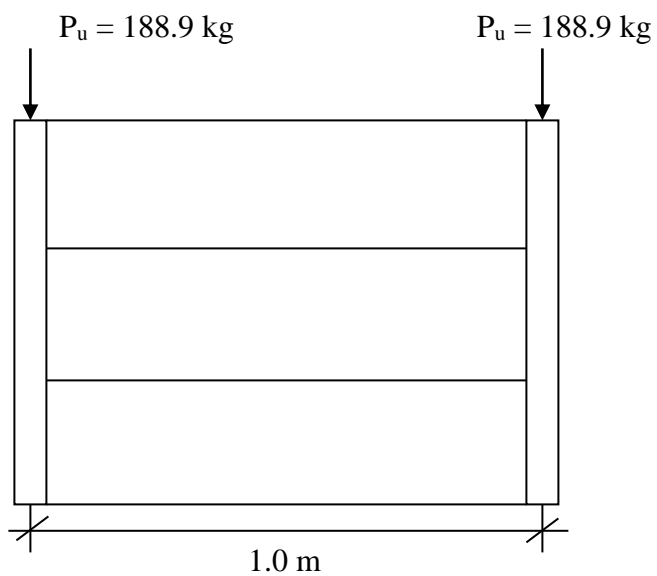
$$P_L = 100 \text{ kg} \text{ (Carga viva según Reglamento)}$$

$$\diamond P_u = 1.4 (13.5) + 1.7 (100) = 188.9 \text{ kg}$$

P_u es la carga proveniente del techo que debe soportar un poste o en el caso más desfavorable la pared.

REVISIÓN DE POSTES

Si $P_u = 188.9$ kg proveniente del techo se coloca sobre un poste este la transmite directamente a la cimentación, por lo que la pared solo debe soportar su propio peso.



$$\diamond 4 \# \quad f_y = 250 \text{ ksi} = 1750 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c^I = 7000 \text{ psi} = 490 \text{ kg/cm}^2$$

Se desconoce el calibre de las varillas de acero de los postes, pero el concreto y el acero tienen resistencias muy altas.

Considerando que solamente el concreto debe resistir $P_u = 188.9$ kg tenemos lo siguiente:

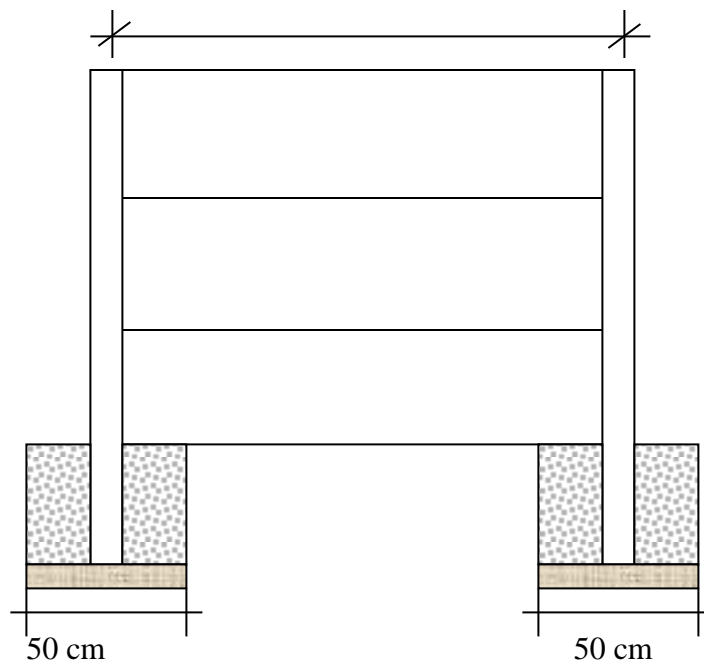
Resistencia a carga axial de un poste:

$$P_u = \Phi 0.80 (0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st})$$

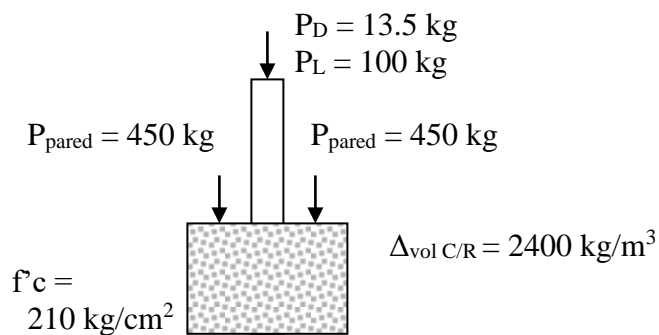
$$P_u = 0.70 (0.80) (0.85 (790) (100 - 0) + 0) = 23324 \text{ kg}$$

$$P_u = 188.9 \text{ kg} \ll 23324 \text{ kg} \quad \leftarrow \text{ Es mucho menor}$$

REVISIÓN DE LA CIMENTACIÓN



Suponiendo una capacidad de carga o presión permisible del suelo igual a 2kg/cm^2 .



Peso propio del poste: 72.0 kg

Peso de pared sobre la cimentación: 300 kg/m^2

$$\diamond 300 * (3) (0.5) = 450 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta total: } 13.5 \text{ kg} + 2 (450) + 72 = 985.5 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva total: } 100 \text{ kg}$$

$$q_e = 20000 \text{ kg/m}^2 - (0.80) (2400) = 18080 \text{ kg/m}^2$$

$$q_e = 1.808 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Área requerida de la zapata} = (985 + 100) / 1.808 = 600.39 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de zapata} = 50 * 50 = 2500 \text{ cm}^2 \gg 600.39 \text{ cm}^2 \text{ **Bien**}$$

La zapata no requiere revisarse por cortante directo y por cortante de penetración porque su peralte es muy grande (80cm) puede decirse que está sobredimensionada.

Además no se podría porque su peralte es mucho mayor que las dimensiones ancho y largo. (50 x 50)

Chequeo del apoyo en forma de ménsula que sostiene la pared (Chequeo de cortante por fricción)

$$V_u = 1.4 (4.50) = 630 \text{ kg (Solamente peso de pared)}$$

$$V_n = V_u / \Phi = 630 / 0.85 = 741.18 \text{ kg}$$

Incluyendo peso de techo y carga viva tendríamos

$$V_u = 1.4 (13.5) + 1.7 (100) + 630$$

$$V_u = 818.90 \text{ kg}$$

$$\diamond V_n = 818.90/0.85 = 963.41 \text{ kg (utilizaremos esta carga vertical)}$$

$$a = 2/3 (20) = 13.33 \text{ cm.}$$

$$V_n = 963.41 \text{ kg} < 0.2 f'_c b w d$$

$$b w = 20 \text{ cm.}$$

$$d = 68 \text{ cm.}$$

$$V_n = 963.41 \text{ kg} < 0.2(210)(20)(68) = 57120 \text{ kg}$$

$$V_n < 800 b w d (\text{in}) \quad 800 (7.87) (26.77) = 168543.92 \text{ lb}$$

$$V_n = 963.41 \text{ kg} < 76437.15 \text{ Bien}$$

Chequeo por aplastamiento

$$V_u \leq 0.70 (0.85) (210) (20) (12) = 29988 \text{ kg}$$

$$V_u = 818.90 \text{ kg} < 29988 \text{ kg Bien}$$

REVISIÓN DE LA PARED

La pared de bloque es una pared de relleno, no necesita solea de fundación, porque estructuralmente solo soporta su peso propio; siempre y cuando que los polines carguen los postes.

El claro que realmente queda “sin apoyo” de la pared es igual a 80 cm. el cual no es lo suficientemente grande para que la pared se flexione y se comporte como viga.

El efecto de trabazón entre las hiladas del bloque de 1.0 m de largo y la interacción por fricción de las mismas no le permite a la pared flexionarse como si fuera una viga, prácticamente forma un diafragma rígido vertical que al estar confinado por los postes permite la distribución en los postes, los cuales están ligados al suelo.

ANEXO 2

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO:
PARTIDA:
ACTIVIDAD:

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

**Calculo de Volumen de Obra, Cantidad
de Materiales y Presupuesto.
Casa Tradicional (bloque).-**

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Obras preliminares
ACTIVIDAD: Obras preliminares

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

bodega 3x5 mts

Perímetro =	20 ml
Lamina acanalada =	30 unidades
cuartones de pino =	30 Vrs
regla pacha =	62 Vrs
clavos de 2 1/2"	1 lb
clavos con chara 2"	2 lb

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Terracería
ACTIVIDAD: Limpieza y chapeo

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Descapote

A) VOLUMEN DE OBRA

Volumen a Descapotar

$$V = A \times e$$

Donde:

A = área a descapotar

e = espesor del descapote

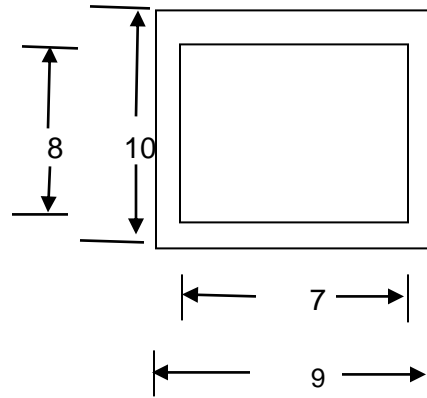
$$V = 45 \times 0.2$$

$$\mathbf{V = 9 \text{ m}^3}$$

Desalojo

$$V = 162.4 \times 0.2$$

$$\mathbf{V = 32.48 \text{ m}^3}$$



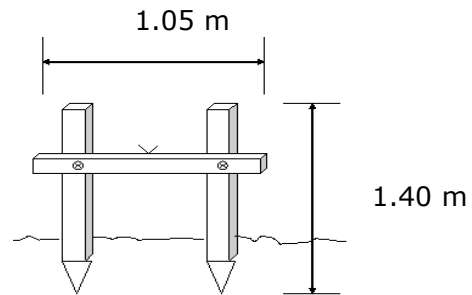
VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Terracería
ACTIVIDAD: Trazo y Nivelación

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Área a trazar
 $A = 12\text{m} \times 9.60\text{m}$
 $A = 115.2 \text{ m}^2$

B) CANTIDAD DE MATERIAL



No de Niveletas = 18 unidades

*No de costaneras = 18 unidades x 2 c/niveleta x 1.40 m = 50.5 m

*No de varas de costaneras = 61 varas » 12 unidades de 5 varas

*No de varas de costaneras = 106.4 m x 1.20 varas/1m = 127.68 varas

*No de regla pacha = 18 unidades x 2.5 m = 45 m

*No de varas de regla pacha = 45 m x 1.20 varas/1m = 61 varas

*No de varas de regla pacha = 61 varas » 12 unidades de 5 varas

*No de clavos = 1 lb. de 2

* 1 Rollo de Nylon

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Terraceria
ACTIVIDAD: Excavación de Fundaciones

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Excavación de Soleras SF-1

A) VOLUMEN DE OBRA

SF-1

Para L = 38 m

$$V = 0.6 \times 0.65 \times 38$$

$$V = 14.82 \text{ m}^3$$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Terraceria
ACTIVIDAD: Compactación de Fundaciones

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Solera de Fundación SF-1

A) VOLUMEN DE OBRA

Compactación debajo de SF-1 e = 10 cms
 Suelo Cemento 1:20

$$\begin{aligned} &\text{Para } L = 38 \text{ mt} \\ V &= 0.6 \times 0.15 \times 38 \\ \mathbf{V} &= \mathbf{3.42 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Compactación arriba de SF-1
 Suelo compactado

$$\begin{aligned} &\text{Para } L = 38 \text{ mt} \\ V &= 0.45 \times 0.25 \times 38 \\ \mathbf{V} &= \mathbf{4.28 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

CANTIDAD DE MATERIAL

Proporción Suelo-cemento:1:20

$$V = 3.42 \text{ m}^3$$

$$\text{Relación} = 3.42 / 21 = 0.163$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Suelo} = 3.26 \\ \text{Cemento} = 0.163 \end{array} \right\}$$

$$1 \text{ Bolsa de Cemento} = 28.41 \text{ lts.}$$

$$1 \text{ Bolsa de Cemento} = 0.028 \text{ m}^3$$

$$0.163 / 0.028 = 5.816 \text{ bolsas}$$

$$\mathbf{\text{Cemento} = 5.82 \text{ Bolsas}}$$

VOLUMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Concreto estructural
ACTIVIDAD: Alacrán

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Alacrán

L= 30 mt
 V= 30 X 0.1 X 0.15
 V= 0.45 m3

Cemento 9.8 X 0.45 = 4 bolsas
Arena 0.55 X 0.45 = 0.25 m3
Grava 0.55 X 0.45 = 0.25 m3
Agua 1.03 X 0.45 = 0.46 barril

ACERO

As Long
 2N°3

N° qq 3/8= 2 X 35 / 81 = 0.86 qq

As transversal
 N°2 @ 0,15

N° espacios= 234

N° qq 1/4= 0.15 X 234 / 181.44 = 0.19 qq

Alambre amarre= 1.06 X 10 = 10.58 lb

Encofrado

2 tablas de 1"

L= 70 X 1 / 0.836 = 84 Vrs

Regla pacha

= 0.35 X 70 / 0.836 = 29 Vrs

·# clavos 2"= 72 X 1 / 80 = 0.9 lbs

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Concreto estructural
ACTIVIDAD: SC

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

$$L = 48 \text{ mt}$$

$$V = 0.3 \times 0.15 \times 48$$

$$V = 2.16 \text{ m}^3$$

Cemento =	12.6	X	2.16	=	27	bolsas
Arena =	0.53	X	2.16	=	1.14	m ³
Grava =	0.53	X	2.16	=	1.14	m ³
Agua =	1.03	X	2.16	=	2.22	barriles

ACERO

As Long

4N⁴

$$\text{N}^\circ \text{ qq } 1/2 = 4 \times 48 / 45.36 = 4.23 \text{ qq}$$

As transversal

N² @ 0,15

$$\text{N}^\circ \text{ espacios} = 321$$

$$\text{N}^\circ \text{ qq } 1/4 = 0.8 \times 321 / 81 = 3.17 \text{ qq}$$

Alambre

$$\text{amarre} = 7.40 \times 10 = 74.0 \text{ lbs}$$

Encofrado

2 tablas de 1"

$$L = 48 \times 2 / 0.836 = 115 \text{ Vrs}$$

$$\cdot \# \text{ clavos } 2" = 96 \times 2 / 80 = 2.4 \text{ lbs}$$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)
PARTIDA: Concreto estructural
ACTIVIDAD: S.F. 1

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

SF 1

L = 48 mt

V = 0.4 X 0.25 X 48

V = 4.8 m3

Cemento	12.6	X	4.8	=	60	bolsas
Arena	0.53	X	4.8	=	2.54	m3
Grava	0.53	X	4.8	=	2.54	m3
Agua	1.03	X	4.8	=	4.94	barril

ACERO

As Long

4N° 4

N° qq 1/2 = 4 X 48 / 45.36 = 4.23 qq

As transversal

N°2 @ 0,15

N° espacios = 321

N° qq 1/4 = 0.9 X 321 / 181.44 = 1.59 qq

Alambre amarre =

4.70 X 10 = 47.0 lb

Encofrado

2 tablas de 1"

L = 48 X 2 / 0.836 = 115 Vrs

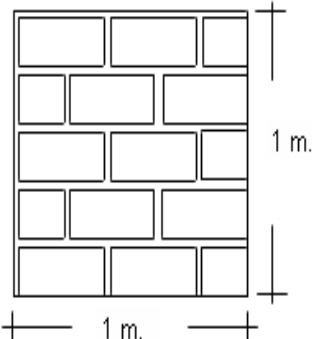
Regla pacha

= 0.5 X 67 / 0.836 = 40 Vrs

·# clavos 2" = 134 X 1 / 80 = 1.675 lbs

VOLUMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.	
PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque) PARTIDA: Paredes ACTIVIDAD: Bloque Solera	FECHA: _____ CALCULO: _____ REVISO: _____
Actividad: Bloque solera BS 15x20x40	
a-) Cantidad de obra.	
Longitud total de Bs:	
$L_{tot. BS} = L_{base}$	48 ML
CANTIDAD DE MATERIAL: BLOQUES	
# de bloques= 48 / 0.4	# de bloques = 120 unidades
-ACERO	
Acero No. 3	
$L = 48 + (18 \times .5) =$	57
N° de qq = 57 / 81	N° de qq = 0.70
-CONCRETO	
Para c/bloque	
$V_{concreto} = 0.1 \times 0.15 \times 0.4 = 0.006 \text{ m}^3$	
Para 179 unidades	
$V_{concreto} = 0.006 \times 179 = 1.07 \text{ m}^3$	
Para concreto $f'_c = 150 \text{ Kg. /cm}^2$	
De tablas: para 1 m^3	
Cemento= $8.3 \times 1.07 = 8.88$ bolsas	
Arena= $0.58 \times 1.07 = 0.62 \text{ m}^3$	
Grava= $0.58 \times 1.07 = 0.62 \text{ m}^3$	
Agua= $0.232 \times 1.07 = 0.25 \text{ m}^3$	

VOLUMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.																																	
PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque)			FECHA: _____																														
PARTIDA: Paredes			CALCULO: _____																														
ACTIVIDAD: Sisado			REVISO: _____																														
<p>-MORTERO:</p> <p>Sisa transversal.</p> $V = (0.2 \times 0.15 \times 0.015) = 4.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_T = 4.5 \times 10^{-4} \times 15 = 0.00675 \text{ m}^3$ <p>Sisa longitudinal.</p> $V = (0.4 \times 0.15 \times 0.015) = 9 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_T = 9 \times 10^{-4} \times 12.5 = 0.011 \text{ m}^3$ $V_{\text{mortero}} = 0.00675 + 0.011 = 0.018 \text{ m}^3$ <p>Para mortero 1:6</p> <p>De tablas: para 1 m³</p> <p>Cemento= 7 bolsas.</p> <p>Arena= 1.2 m³</p> <p>Agua= 0.210 m³</p> <p>Para 1 m²: $V_{\text{mortero}} = 0.018 \text{ m}^3$</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">Cemento=</td> <td style="width: 20%;">0.12</td> <td style="width: 20%;">bolsas</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Arena=</td> <td>0.216</td> <td>m3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua=</td> <td>0.4</td> <td>barril</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">1º block</td> <td style="width: 50%;">2º block</td> </tr> <tr> <td>Cemento 7.72 bolsas</td> <td>Cemento 6.63 bolsas</td> </tr> <tr> <td>Arena 2.06 m3</td> <td>Arena 1.75 m3</td> </tr> <tr> <td>Grava 1.03 m3</td> <td>Grava 0.88 m3</td> </tr> <tr> <td>Agua 3.4 barril</td> <td>Agua 2.92 barril</td> </tr> </table>						Cemento=	0.12	bolsas				Arena=	0.216	m3				Agua=	0.4	barril				1º block	2º block	Cemento 7.72 bolsas	Cemento 6.63 bolsas	Arena 2.06 m3	Arena 1.75 m3	Grava 1.03 m3	Grava 0.88 m3	Agua 3.4 barril	Agua 2.92 barril
Cemento=	0.12	bolsas																															
Arena=	0.216	m3																															
Agua=	0.4	barril																															
1º block	2º block																																
Cemento 7.72 bolsas	Cemento 6.63 bolsas																																
Arena 2.06 m3	Arena 1.75 m3																																
Grava 1.03 m3	Grava 0.88 m3																																
Agua 3.4 barril	Agua 2.92 barril																																

VOLUMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.	
PROYECTO: CASA TRADICIONAL (Bloque) PARTIDA: Paredes ACTIVIDAD: Pared de Bloque	FECHA: _____ CALCULO: _____ REVISO: _____
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2; padding-left: 20px;"> <p>Especificaciones:</p> <p>Bloque: 15 x 20 x 40</p> <p>Mortero 1:6</p> <p>Huecos llenos de concreto donde hay bastones.</p> <p>Concreto $f'_c=150 \text{ Kg. /cm}^2$</p> </div> </div>	
<p>CANTIDAD DE OBRA:</p> <p>A pared= 45 m2 (PRIMER BLOCK)</p> <p>A pared= 42.64 m2 (SEGUNDO BLOCK)</p>	
<p>CANTIDAD DE MATERIAL:</p> <p>Para 1 m2 de pared:</p> <p>Bloques enteros= 10 ; Bloques mitad= 5</p> <p>Primer block:</p> <p>Bloques= 69m2</p> <p># Bloques = 45 X 12.5</p> <p># Bloques = 562.50</p> <p>Segundo block:</p> <p>Bloques= 59.2 m2</p> <p># Bloques = 42.64 X 12.5</p> <p># Bloques = 533.00</p>	
<p>Acero de Bastón y Longitudinal</p> <p>N° 3 de = 2.82 qq Primer Block</p> <p>N° 3 de = 2.42 qq Segundo Block</p>	

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (bloque)
PARTIDA: Techos
ACTIVIDAD: Cubierta

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Elemento: Lamina Zinc Alum

laminas = $2 \times 9,6 / 93 = 21$ de 6,5mts largo

capote troquelado = 4

tornillos autorroscantes $5/16" \times 3/4" = 3 \times 9,6 = 29$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRAICIONAL (bloque)
PARTIDA: Techos
ACTIVIDAD: Estructura

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Elemento: VM

P-C 6"x 2"

$$L = 16.54$$

Para 1ml

$$PC = 1ml / (6mts/poln) = 0.17 \quad \text{Polín C}$$

$$N^{\circ} \text{ de PC} = 1 \times 16,54 \times 17 \quad 3 \text{ polines}$$

$$\text{Libras de electrodo} = 5 \text{ Lb}$$

$$\text{Pintura} = 0.3 \text{ galones}$$

$$\text{Solvente mineral} = 0.2 \text{ galones}$$

$$\text{Brochas} = 2.5 \text{ unidades}$$

$$\text{Sierras} = 8 \text{ unidades}$$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.				
PROYECTO: CASA TRADICIONAL (bloque)	FECHA: _____			
PARTIDA: Pisos	CALCULO: _____			
ACTIVIDAD: Ladrillo de cemento y Zócalo	REVISO: _____			
<p>Act: Ladrillo de cemento de 30x30 cms, color rojo</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 300px;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; margin-right: 10px;"> <tr><td style="width: 30px; height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 15px; background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 15px; background-color: #cccccc;"></td></tr> </table> <div style="margin-left: 10px;"> <p>ladrillo rojo</p> <p>mezcla</p> <p>hormigón</p> </div> </div> <p>Analizando para 44.59 m²</p> <p>Cantidad de material de ladrillo de piso 11.5 u/ m²</p> <p style="margin-left: 150px;"># ladrillo = 11.5 X 44.59 = 514 u</p> <p>Mortero 1:6</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 44.59 X 0.03</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 1.3 m³</p> <p style="margin-left: 40px;">Cemento = 12.4 X 1.3 = 16.6 bolsas</p> <p style="margin-left: 40px;">Arena = 1.05 X 1.3 = 1.4 m³</p> <p style="margin-left: 40px;">Agua = 1.05 X 1.3 = 1.40 barril</p> <p>Hormigón</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 44.59 X 0.1</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 4.459 m³</p> <p>Lechada para zulaclado</p> <p style="margin-left: 100px;">30 m²/bolsas</p> <p style="margin-left: 40px;">Cemento = 44.59 m² $\frac{1 \text{ bols/m}^2}{30}$ = 1 bolsas</p> <p>Zócalo 30x2,5x,07 cms</p> <p>Para 96.12 ml</p> <p>Cantidad de material 3.5 u/ml</p> <p style="margin-left: 150px;"># zócalo = 3.5 X 77.5 = 272 u</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 96.12 X 0.025 X 7 e-04</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 0.0017 m³</p> <p style="margin-left: 40px;">Cemento = 24.7 X 0.0017 = 0.042 bolsas</p> <p style="margin-left: 40px;">Arena = 0.7 X 0.0017 = 0.001 m³</p> <p style="margin-left: 40px;">Agua = 1.05 X 0.0017 = 0.0018 barril</p>				

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (bloque)

FECHA: _____

PARTIDA: Pisos

CALCULO: _____

ACTIVIDAD: Acera (piso de mampostería de piedra)

REVISO: _____

Mampostería de piedra

$$V = 8.4 \quad X \quad 0.06$$

$$V = 0.5 \quad m^3$$

$$\text{Cemento} = 2.2 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 1.1 \quad \text{bolsas}$$

$$\text{Piedra} = 1.25 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 0.6 \quad m^3$$

$$\text{Arena} = 0.32 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 0.2 \quad m^3$$

$$\text{Agua} = 0.3 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 0.15 \quad \text{barril}$$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (bloque)
PARTIDA: Acabados
ACTIVIDAD: Pintura.

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Actividad: Pintura.

Para 1 M2 de pared:

Brocha 6" = 0.005 Unidad
Brocha 1 1/2" = 0.01 Unidad
Pintura acrílica = 0.1 Galón (a dos manos)

a-) Cantidad de obra.

Total de área a pintar:

A = A paredes

Entonces:

A = 175.3

A =	175 M2
------------	---------------

Brocha 6" = 1 Unidad
Brocha 1 1/2" = 2 Unidad
Pintura acrílica = 18 Galón (a dos manos)

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (bloque)
PARTIDA: Varios
ACTIVIDAD: Inst. Eléctricas

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Poliducto de 3/4"	54	yardas
Cable 12	49	m
Tablero General	1	U
Luminaria Incandescente	7	U
Interruptor Sencillo	3	U
Interruptor Doble	2	U
Tomacorriente Doble	4	U
Tomacorriente Doble	4	U

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA TRADICIONAL (bloque)
PARTIDA: Varios
ACTIVIDAD: Puertas + Ventanas

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

5 Puertas Metálicas

P-1 Marco metálico de tubo estructural 1"x 1" y lamina de Ho de 3/64" en ambas caras (doble hoja)

5 Ventanas

V-1 Marco metálico de tubo estructural 1"x 1" y lamina de Ho de 3/64" en ambas caras (doble hoja)

V-2 Marco metálico de tubo estructural 1"x 1" y lamina de Ho de 3/64" en ambas caras (doble hoja)

Presupuesto de Casa Tradicional (Bloque)

PARTIDA	CANT.	UNIDAD	COSTOS		TOTALES
			UNITARIOS	PARCIALES	
Obras Preliminares					\$606.63
Bodega	15	M2	\$40.44	\$606.63	
Terraceria					\$198.88
Descapote	9	M3	\$0.98	\$8.80	
Trazo y Nivelación	115.2	M2	\$0.35	\$40.48	
Excavación					
Excavación de Soleras de Fundación (SF-1)	14.82	M3	\$5.34	\$79.20	
Compactación					
Compactación de Soleras de Fundación (SF-1)					
Concreto Estructural					\$6,690.10
<i>Armado</i>					
<i>Colocado</i>					
<i>Moldeado</i>					
<i>Concreteado</i>					
Mamposteria					\$1,766.07
1° Block + bloques enterrados	45	M2	\$20.86	\$938.55	
2° Block	42.64	M2	\$19.41	\$827.52	
Acabados					\$92.79
Sisado	1.58	M3	\$58.73	\$92.79	
Techo					\$750.00
Estructura de Techo					
Instalaciones Eléctricas					\$100.00
Colocación	1	S.G	\$100.00	\$100.00	
Pisos					\$420.56
Nivelación de Pisos	44.59	M2	\$3.06	\$136.27	
<i>Piso de Concreto</i>					
Piso de Concreto (Acera)	0.5	M3	\$44.30	\$22.15	
Puertas y Ventanas					
Colocación					\$750.00
Varios					\$369.94
Pintura	175.3	M2	\$1.64	\$288.09	
Desalojo	32.48	M3	\$2.25	\$73.05	
limpieza	1	S.G	\$8.80	\$8.80	
TOTAL COSTO (INCLUYE IVA)					\$11,745.46

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO:
PARTIDA:
ACTIVIDAD:

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

**Calculo de Volumen de Obra, Cantidad
de Materiales y Presupuesto.
Casa Prefabricada.-**

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Obras preliminares
ACTIVIDAD: Obras preliminares

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

bodega 3x5 mts

Perímetro =	20 ml
Lamina acanalada =	30 unidades
cuartones de pino =	30 Vrs
regla pacha =	62 Vrs
clavos de 2 1/2"	1 lb
clavos con chara 2"	2 lb

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
 PARTIDA: Terracería
 ACTIVIDAD: Limpieza y chapeo

FECHA: _____
 CALCULO: _____
 REVISO: _____

Descapote

A) VOLUMEN DE OBRA

Volumen a Descapotar

$$V = A \times e$$

Donde:

A = área a descapotar

e = espesor del descapote

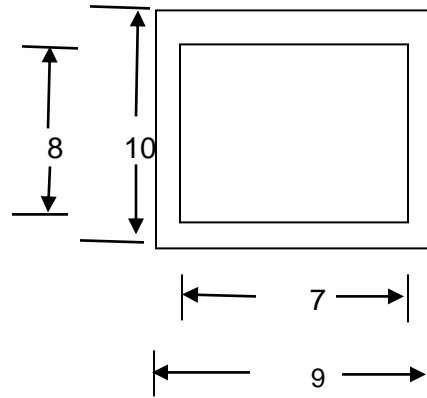
$$V = 45 \times 0.2$$

$$\mathbf{V = 9 \text{ m}^3}$$

Desalojo

$$V = 162.4 \times 0.2$$

$$\mathbf{V = 32.48 \text{ m}^3}$$



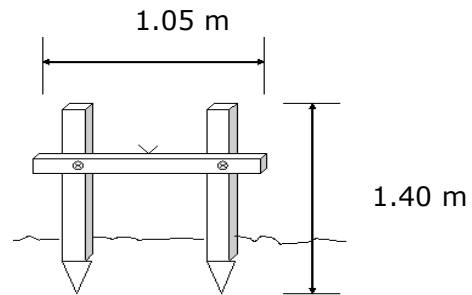
VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Terracería
ACTIVIDAD: Trazo y Nivelación

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Área a trazar
 $A = 12\text{m} \times 9.60\text{m}$
 $A = 115.2 \text{ m}^2$

B) CANTIDAD DE MATERIAL



No de Niveletas = 18 unidades

*No de costaneras = 18 unidades x 2 c/niveleta x 1.40 m = 50.5 m

*No de varas de costaneras = 61 varas » 12 unidades de 5 varas

*No de varas de costaneras = 106.4 m x 1.20 varas/1m = 127.68 varas

*No de regla pacha = 18 unidades x 2.5 m = 45 m

*No de varas de regla pacha = 45 m x 1.20 varas/1m = 61 varas

*No de varas de regla pacha = 61 varas » 12 unidades de 5 varas

*No de clavos = 1 lb. de 2

* 1 Rollo de Nylon

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Terraceria
ACTIVIDAD: Excavación de Fundaciones

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Excavación de Postes

A) VOLUMEN DE OBRA

Postes

Para N° POSTES = 45

$$V = 0.515 \quad \times \quad 0.5 \quad \times \quad 45$$

$$V = 11.59 \quad \text{m}^3$$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Terracería
ACTIVIDAD: Compactación de Fundaciones

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

A) VOLUMEN DE OBRA

Compactación debajo de Poste e = 20 cms
 Suelo Cemento 1:20

Para N° POSTES = 45

$$V = 0.5 \quad \times \quad 0.2 \quad \times \quad 45$$

$$V = \quad \mathbf{4.5} \quad \mathbf{m3}$$

$$\text{Relación} = 4.5 \quad / \quad 21 = 0.214 \quad \text{Suelo} = 4.286 \text{ m3}$$

$$\text{Cemento} = 0.214 \text{ m3}$$

$$1 \text{ Bolsa de Cemento} = 28.41 \text{ lts.}$$

$$1 \text{ Bolsa de Cemento} = 0.028 \text{ m3}$$

$$0.214 \quad / \quad 0.028 = 7.653 \text{ bolsas}$$

Suelo compactado

Para N° POSTES = 45

$$V = 0.415 \quad \times \quad 0.5 \quad \times \quad 45$$

$$V = \quad \mathbf{9.34} \quad - \quad \mathbf{0.01} = \mathbf{9.33} \text{ m3}$$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Terracería
ACTIVIDAD: Compactación de Fundaciones

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

CONCRETO
f'c= 150 kg/cm²

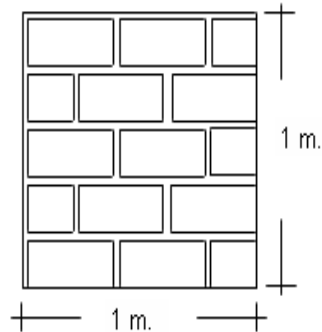
$$V = 9.33 \text{ m}^3$$

Cemento	8.3	X	9.33	=	77	bolsas
Arena	0.58	X	9.33	=	5.41	m ³
Grava	0.58	X	9.33	=	5.41	m ³
Agua	1.16	X	9.33	=	10.82	barril

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Paredes
ACTIVIDAD: Pared de Bloque

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____



CANTIDAD DE OBRA:

A total pared = 87.64 m²

CANTIDAD DE MATERIAL:

Para 1 m² de pared:

Bloques = 4 hiladas

Cantidad Total de Bloques

Bloques = 4 unidades

Bloques = 87.64 X 4

Bloques = 351 unidades

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.																			
PROYECTO: CASA PREFABRICADA PARTIDA: Paredes ACTIVIDAD: Sisado	FECHA: _____ CALCULO: _____ REVISO: _____																		
<p>-MORTERO:</p> <p>Sisa transversal.</p> $V = (0.2 \times 0.15 \times 0.015) = 4.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_T = 4.5 \times 10^{-4} \times 15 = 0.00675 \text{ m}^3$ <p>Sisa longitudinal.</p> $V = (0.4 \times 0.15 \times 0.015) = 9 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_T = 9 \times 10^{-4} \times 12.5 = 0.011 \text{ m}^3$ $V_{\text{mortero}} = 0.00675 + 0.011 = 0.018 \text{ m}^3$ <p>Para mortero 1:6</p> <p>De tablas: para 1 m³</p> <p>Cemento = 7 bolsas.</p> <p>Arena = 1.2 m³</p> <p>Agua = 0.210 m³</p> <p>Para 1 m²: $V_{\text{mortero}} = 0.018 \text{ m}^3$</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Cemento=</td> <td style="padding: 5px;">0.12</td> <td style="padding: 5px;">bolsas</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Arena =</td> <td style="padding: 5px;">0.216</td> <td style="padding: 5px;">m3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Agua =</td> <td style="padding: 5px;">0.01</td> <td style="padding: 5px;">barril</td> </tr> </table> <p>Cantidad Total</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Cemento</td> <td style="padding: 5px;">11</td> <td style="padding: 5px;">bolsas</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Arena</td> <td style="padding: 5px;">19</td> <td style="padding: 5px;">m3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Agua</td> <td style="padding: 5px;">1</td> <td style="padding: 5px;">barril</td> </tr> </table>		Cemento=	0.12	bolsas	Arena =	0.216	m3	Agua =	0.01	barril	Cemento	11	bolsas	Arena	19	m3	Agua	1	barril
Cemento=	0.12	bolsas																	
Arena =	0.216	m3																	
Agua =	0.01	barril																	
Cemento	11	bolsas																	
Arena	19	m3																	
Agua	1	barril																	

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Paredes
ACTIVIDAD: Resumen

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Cantidad de Materiales

Blocones = 351 unidades
Cemento 11 bolsas
Arena 19 m³
Agua 1 barril
Postes 45 unidades

Postes L = 3.8 m	Cantidad =	6	unidades
Postes L = 3.7 m	Cantidad =	10	unidades
Postes L = 3.6 m	Cantidad =	5	unidades
Postes L = 3.5 m	Cantidad =	18	unidades
Postes L = 3.4 m	Cantidad =	3	unidades
Postes L = 3.3 m	Cantidad =	3	unidades

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Techos
ACTIVIDAD: Estructura

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Elemento: VM

P-C 6"x 2"

L = 16.54

Para 1ml

PC = 1ml / (6mts/poln) = 0.17 Polín C

Nº de PC = 1x16,54x,17 3 polines

Libras de electrodo = 5 Lb

Pintura = 0.3 galones

Solvente mineral = 0.2 galones

Brochas = 2.5 unidades

Sierras = 8 unidades

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Techos
ACTIVIDAD: Cubierta

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Elemento: Lamina Zinc Alum

laminas = $2 \times 9,6 / 93 = 21$ de 6,5mts largo

capote troquelado = 4

tornillos autorroscantes $5/16" \times 3/4" = 3 \times 9,6 = 29$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.				
PROYECTO: CASA PREFABRICADA	FECHA: _____			
PARTIDA: Pisos	CALCULO: _____			
ACTIVIDAD: Ladrillo de cemento y Zócalo	REVISO: _____			
<p>Act: Ladrillo de cemento de 30x30 cms, color rojo</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-left: 400px;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; margin-right: 10px;"> <tr><td style="width: 30px; height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 15px; background-color: #cccccc;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 15px; background-color: #cccccc;"></td></tr> </table> <div style="margin-left: 10px;"> <p>ladrillo rojo</p> <p>mezcla</p> <p>hormigón</p> </div> </div> <p>Analizando para 44.59 m²</p> <p>Cantidad de material de ladrillo de piso 11.5 u/ m²</p> <p style="margin-left: 200px;"># ladrillo = 11.5 X 44.59 = 514 u</p> <p>Mortero 1:6</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 44.59 X 0.03</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 1.3 m³</p> <p style="margin-left: 40px;">Cemento = 12.4 X 1.3 = 16.6 bolsas</p> <p style="margin-left: 40px;">Arena = 1.05 X 1.3 = 1.4 m³</p> <p style="margin-left: 40px;">Agua = 1.05 X 1.3 = 1.40 barril</p> <p>Hormigón</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 44.59 X 0.1</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 4.459 m³</p> <p>Lechada para zulaclado</p> <p style="margin-left: 100px;">30 m2/bolsas</p> <p style="margin-left: 40px;">Cemento = 44.59 m2 $\frac{1\text{bols}/\text{m}2}{30}$ = 1 bolsas</p> <p>Zócalo 30x2,5x,07 cms</p> <p>Para 96.12 ml</p> <p>Cantidad de material 3.5 u/ml</p> <p style="margin-left: 200px;"># zócalo = 3.5 X 77.5 = 272 u</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 96.12 X 0.025 X 7 e-04</p> <p style="margin-left: 40px;">V = 0.0017 m3</p> <p style="margin-left: 40px;">Cemento = 24.7 X 0.0017 = 0.042 bolsas</p> <p style="margin-left: 40px;">Arena = 0.7 X 0.0017 = 0.001 m3</p> <p style="margin-left: 40px;">Agua = 1.05 X 0.0017 = 0.0018 barril</p>				

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA

PARTIDA: Pisos

ACTIVIDAD: Acera (piso de mampostería de piedra)

FECHA: _____

CALCULO: _____

REVISO: _____

Mampostería de piedra

$$V = 8.4 \quad X \quad 0.06$$

$$V = 0.5 \quad m^3$$

$$\text{Cemento} = 2.2 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 1.1 \quad \text{bolsas}$$

$$\text{Piedra} = 1.25 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 0.6 \quad m^3$$

$$\text{Arena} = 0.32 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 0.2 \quad m^3$$

$$\text{Agua} = 0.3 \quad X \quad 0.5 \quad = \quad 0.15 \quad \text{barril}$$

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Acabados
ACTIVIDAD: Pintura.

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Actividad: Pintura.

Para 1 M2 de pared:

Brocha 6" = 0.005 Unidad
Brocha 1 1/2" = 0.01 Unidad
Pintura acrílica = 0.1 Galón (a dos manos)

a-) Cantidad de obra.

Total de área a pintar:

A = A paredes

Entonces:

A = 175.3

A =	175 M2
------------	---------------

Brocha 6" = 1 Unidad
Brocha 1 1/2" = 2 Unidad
Pintura acrílica = 18 Galón (a dos manos)

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Varios
ACTIVIDAD: Inst. Eléctricas

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

Poliducto de 3/4"	54	yardas
Cable 12	49	m
Tablero General	1	U
Luminaria Incandescente	7	U
Interruptor Sencillo	3	U
Interruptor Doble	2	U
Tomacorriente Doble	4	U
Tomacorriente Doble	4	U

VOLÚMENES DE OBRA Y CANTIDADES DE MATERIALES.

PROYECTO: CASA PREFABRICADA
PARTIDA: Varios
ACTIVIDAD: Puertas +Ventanas

FECHA: _____
CALCULO: _____
REVISO: _____

5 Puertas Metálicas

P-1 Marco metálico de tubo estructural 1"x 1" y lamina de Ho de 3/64" en ambas caras (doble hoja)

5 Ventanas

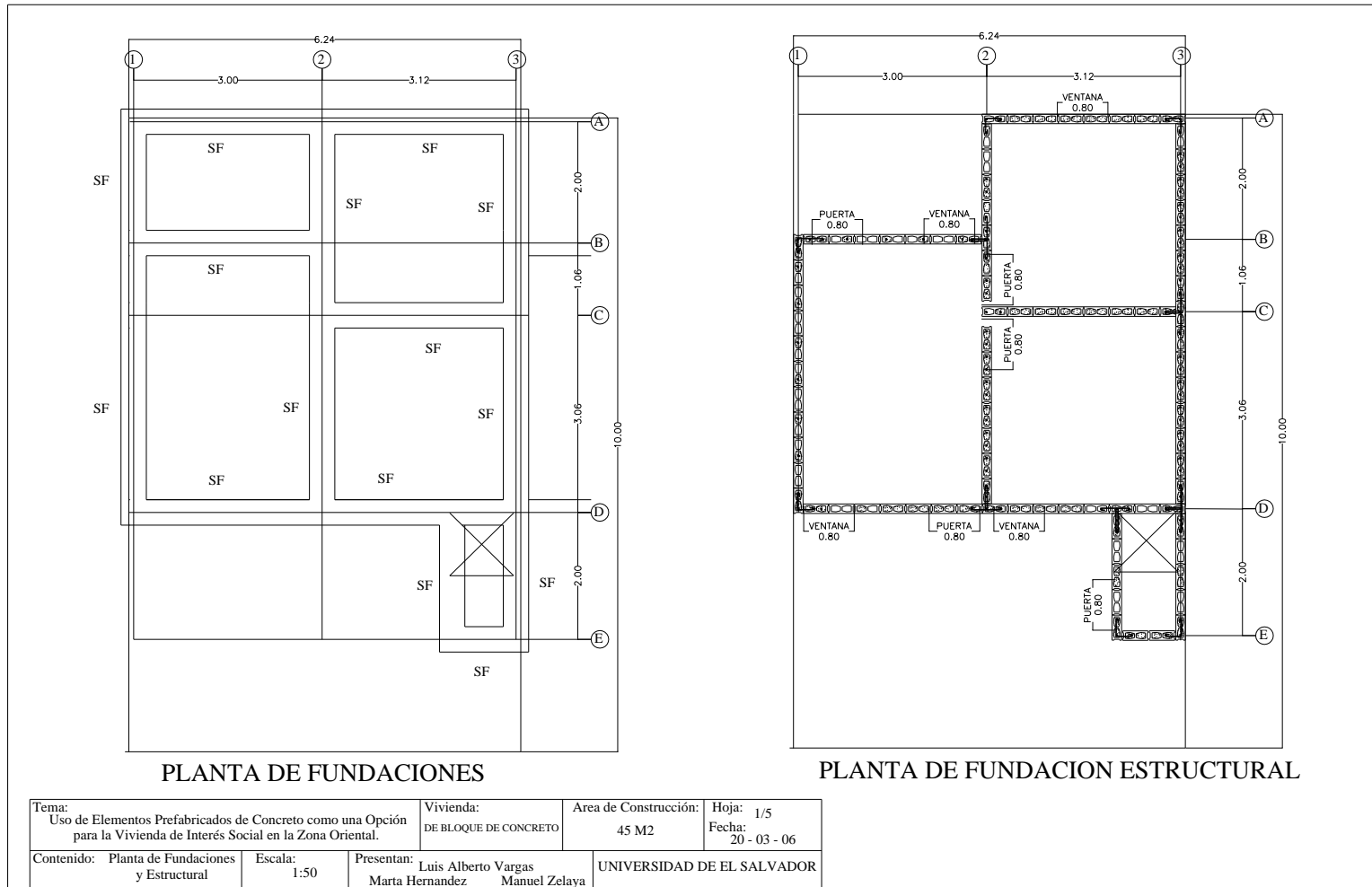
V-1 Marco metálico de tubo estructural 1"x 1" y lamina de Ho de 3/64" en ambas caras (doble hoja)

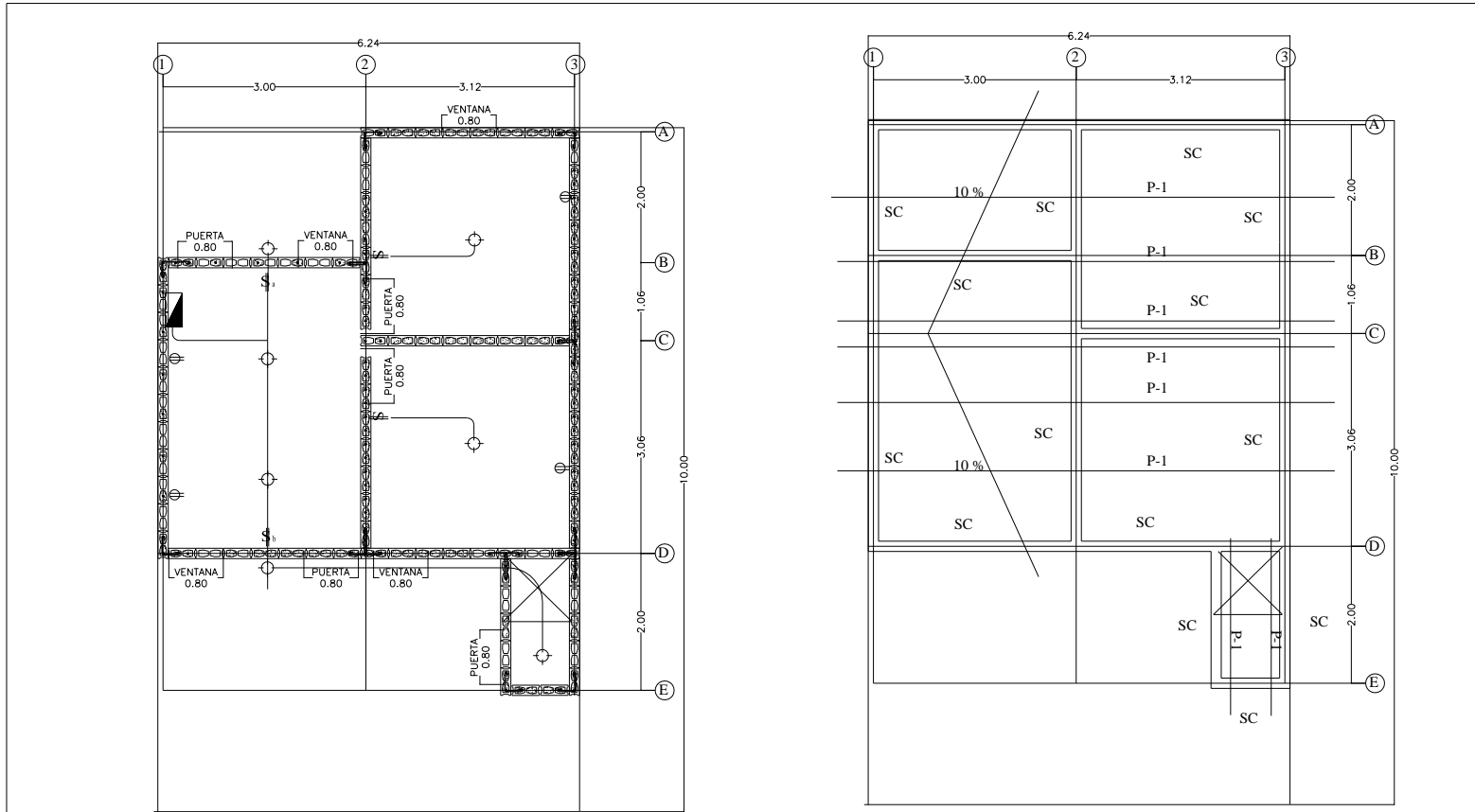
V-2 Marco metálico de tubo estructural 1"x 1" y lamina de Ho de 3/64" en ambas caras (doble hoja)

PARTIDA	CANT.	UNIDAD	COSTOS		TOTALES
			UNITARIOS	PARCIALES	
Obras Preliminares					\$606.63
Bodega	15	M2	\$40.44	\$606.63	
Terraceria					\$480.48
Descapote	9	M3	\$0.98	\$8.80	
Trazo y Nivelación	115.2	M2	\$0.35	\$40.48	
Excavación					
Excavación de POSTES	11.59	M3	\$12.01	\$139.20	
Compactación					
Compactación de Postes					
Suelo Compactado abajo	9.33	M3	\$31.30	\$292.00	
POSTES + BLOQUES (BLOCON)					\$2,597.58
Pared de Bloque					
Colocación de Postes y Concreteado	9.33	M3	\$150.99	\$1,408.78	
Colocación de Bloques (Blocón)+ Sisado	87.64	M2	\$13.56	\$1,188.80	
Techo					\$750.00
Estructura de Techo					
Polín C + Cubierta de Techo (Lamina Zinc - Alum)	1	S.G	\$750.00	\$750.00	
Instalaciones Eléctricas					\$100.00
Colocación	1	S.G	\$100.00	\$100.00	
Poliducto					
Alambrado + Toma Corriente + Switch					
Pisos					\$421.04
Nivelación de Pisos	44.59	M2	\$3.07	\$136.75	
Piso de Concreto					
Colocación de Piso de Cemento	44.59	M2	\$5.88	\$262.14	
Piso de Concreto (Acera)	0.5	M3	\$44.30	\$22.15	
Puertas y Ventanas + Alacrán					\$1,121.60
Colocación y hechura de Alacrán	1	S.G	\$1,121.60	\$1,121.60	
Puertas y Ventanas					
Varios					\$369.94
Pintura	175.3	M2	\$1.64	\$288.09	
Desalojo	32.48	M3	\$2.25	\$73.05	
limpieza	1	S.G	\$8.80	\$8.80	
TOTAL COSTO (INCLUYE IVA)					\$6,447.27

ANEXO 3

PLANOS DE VIVIENDA TRADICIONAL.-

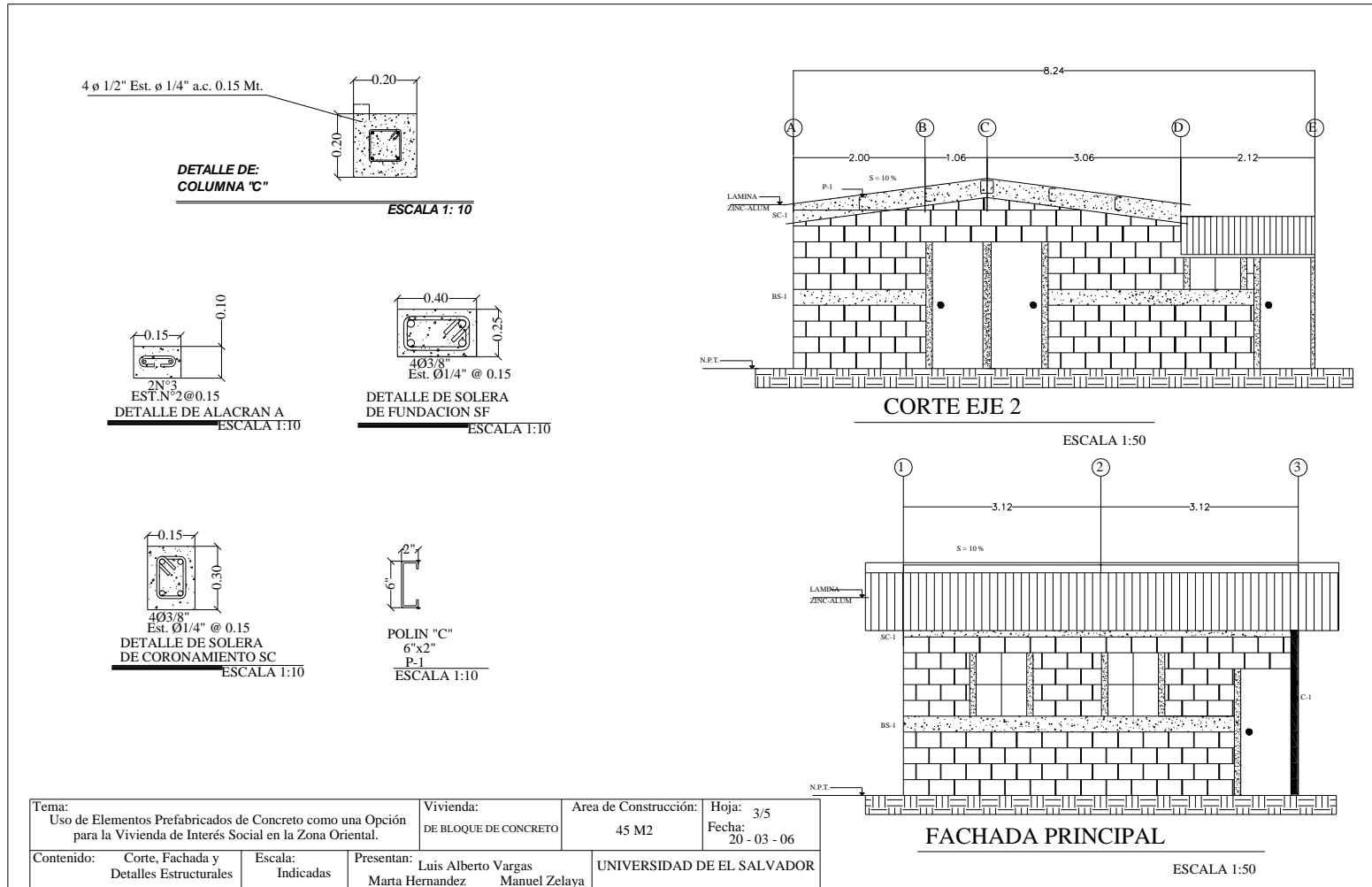




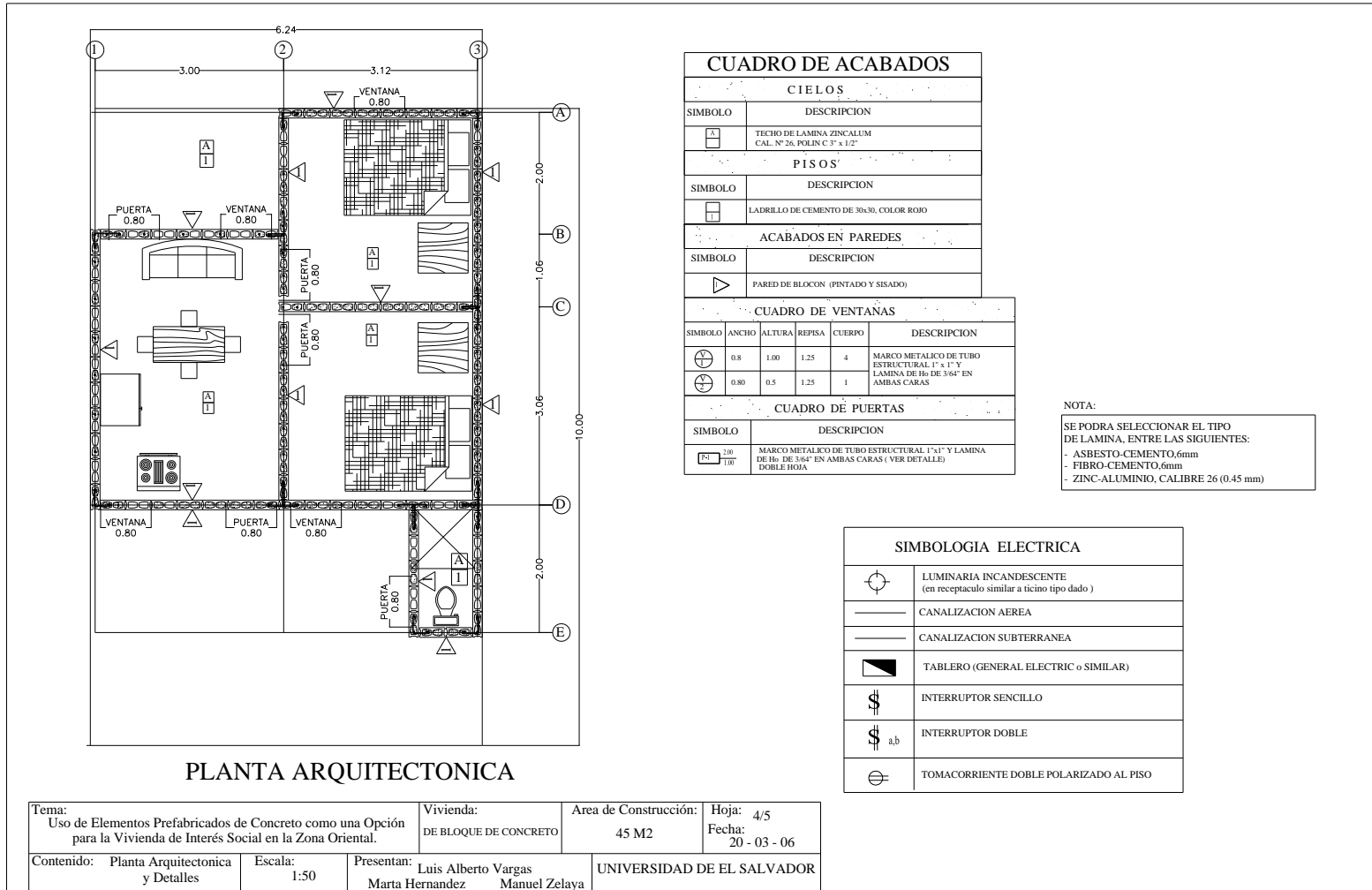
PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS

PLANTA DE TECHO

Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: DE BLOQUE DE CONCRETO	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 2/5 Fecha: 20 - 03 - 06
Contenido: Instalaciones Electricas y de Techo	Escala: 1:50	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: DE BLOQUE DE CONCRETO	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 3/5 Fecha: 20 - 03 - 06
Contenido: Corte, Fachada y Detalles Estructurales	Escala: Indicadas	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Zelaya		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



CUADRO DE ACABADOS

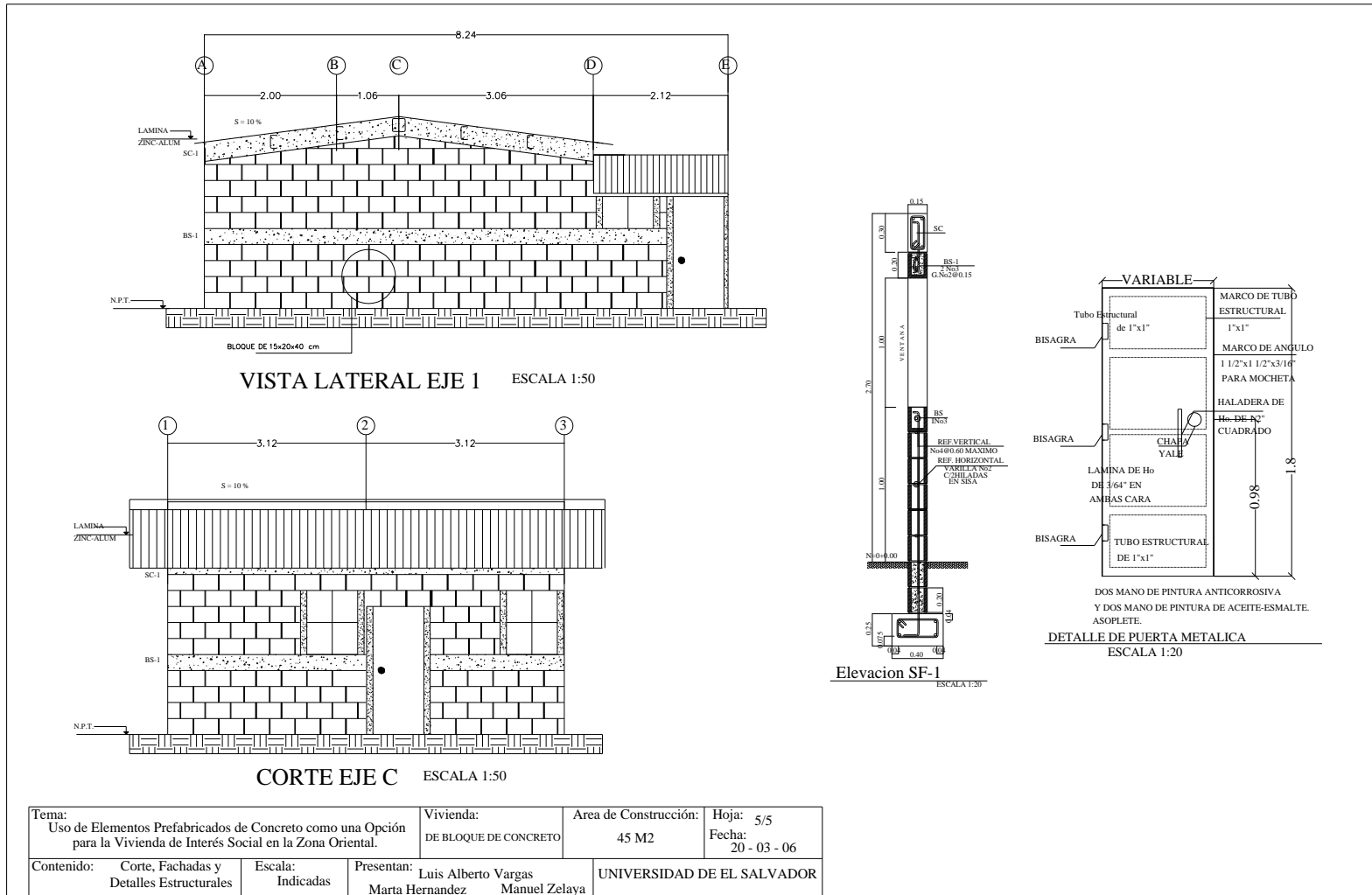
CIELOS					
SIMBOLO	DESCRIPCION				
[Symbol]	TECHO DE LAMINA ZINCALEUM CAL. N° 26, POLIN C 3" x 12"				
PISOS					
SIMBOLO	DESCRIPCION				
[Symbol]	LADRILLO DE CEMENTO DE 30x30, COLOR ROJO				
ACABADOS EN PAREDES					
SIMBOLO	DESCRIPCION				
[Symbol]	PARED DE BLOCON (PINTADO Y SISADO)				
CUADRO DE VENTANAS					
SIMBOLO	ANCHO	ALTURA	REPISA	CUERPO	DESCRIPCION
[Symbol]	0.8	1.00	1.25	4	MARCO METALICO DE TUBO ESTRUCTURAL 1" x 1" Y LAMINA DE Ho DE 3/64" EN AMBAS CARAS
[Symbol]	0.80	0.5	1.25	1	
CUADRO DE PUERTAS					
SIMBOLO	DESCRIPCION				
[Symbol]	MARCO METALICO DE TUBO ESTRUCTURAL 1" x 1" Y LAMINA DE Ho DE 3/64" EN AMBAS CARAS (VER DETALLE) DOBLE HOJA				

NOTA:
SE PODRA SELECCIONAR EL TIPO DE LAMINA, ENTRE LAS SIGUIENTES:
- ASBESTO-CEMENTO, 6mm
- FIBRO-CEMENTO, 6mm
- ZINC-ALUMINIO, CALIBRE 26 (0.45 mm)

SIMBOLOGIA ELECTRICA

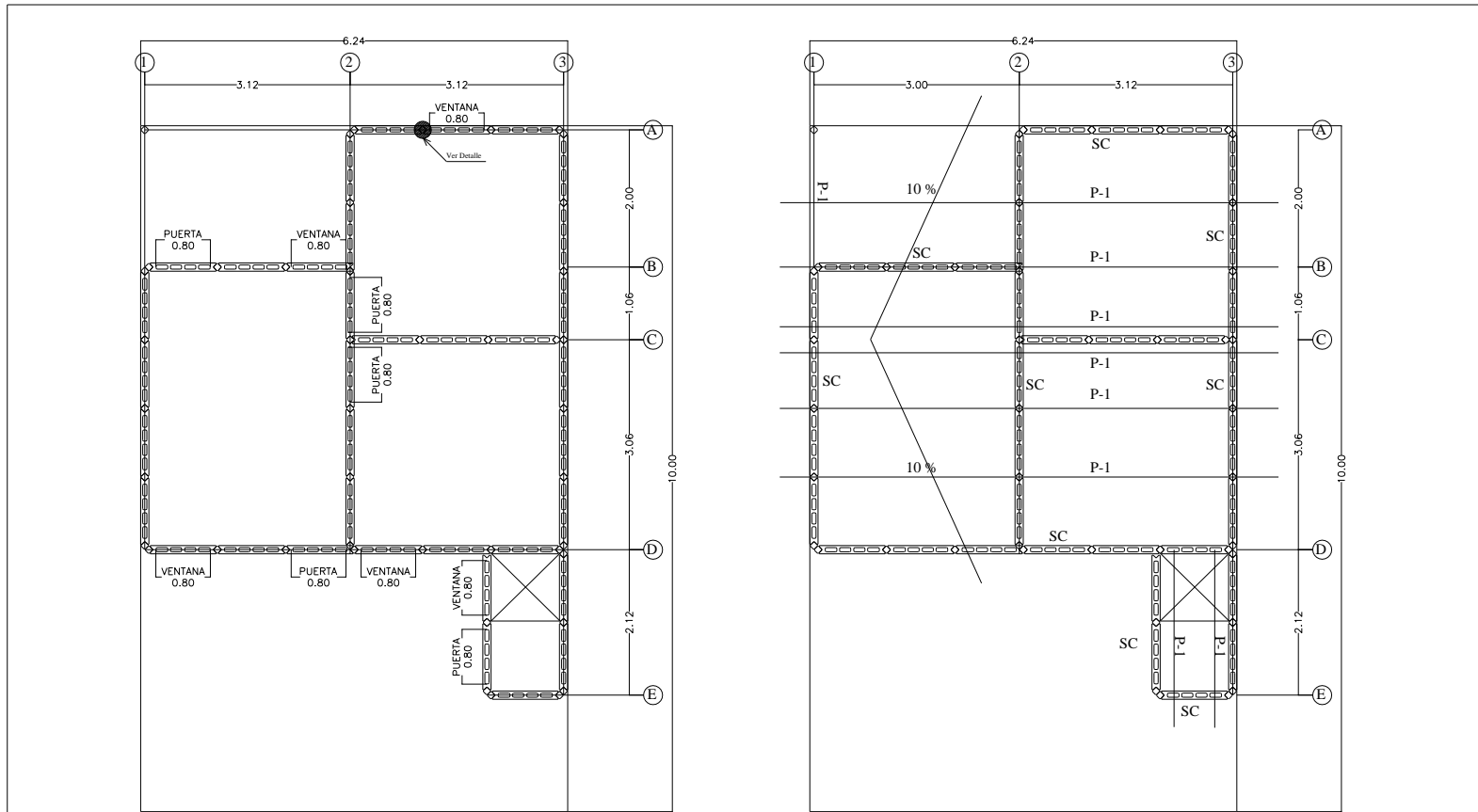
[Symbol]	LUMINARIA INCANDESCENTE (en receptaculo similar a ticino tipo dado)
[Symbol]	CANALIZACION AEREA
[Symbol]	CANALIZACION SUBTERRANEA
[Symbol]	TABLERO (GENERAL ELECTRIC o SIMILAR)
[Symbol]	INTERRUPTOR SENCILLO
[Symbol]	INTERRUPTOR DOBLE
[Symbol]	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO AL PISO

Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: DE BLOQUE DE CONCRETO	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 4/5 Fecha: 20 - 03 - 06
Contenido: Planta Arquitectonica y Detalles	Escala: 1:50	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Yelaya	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	

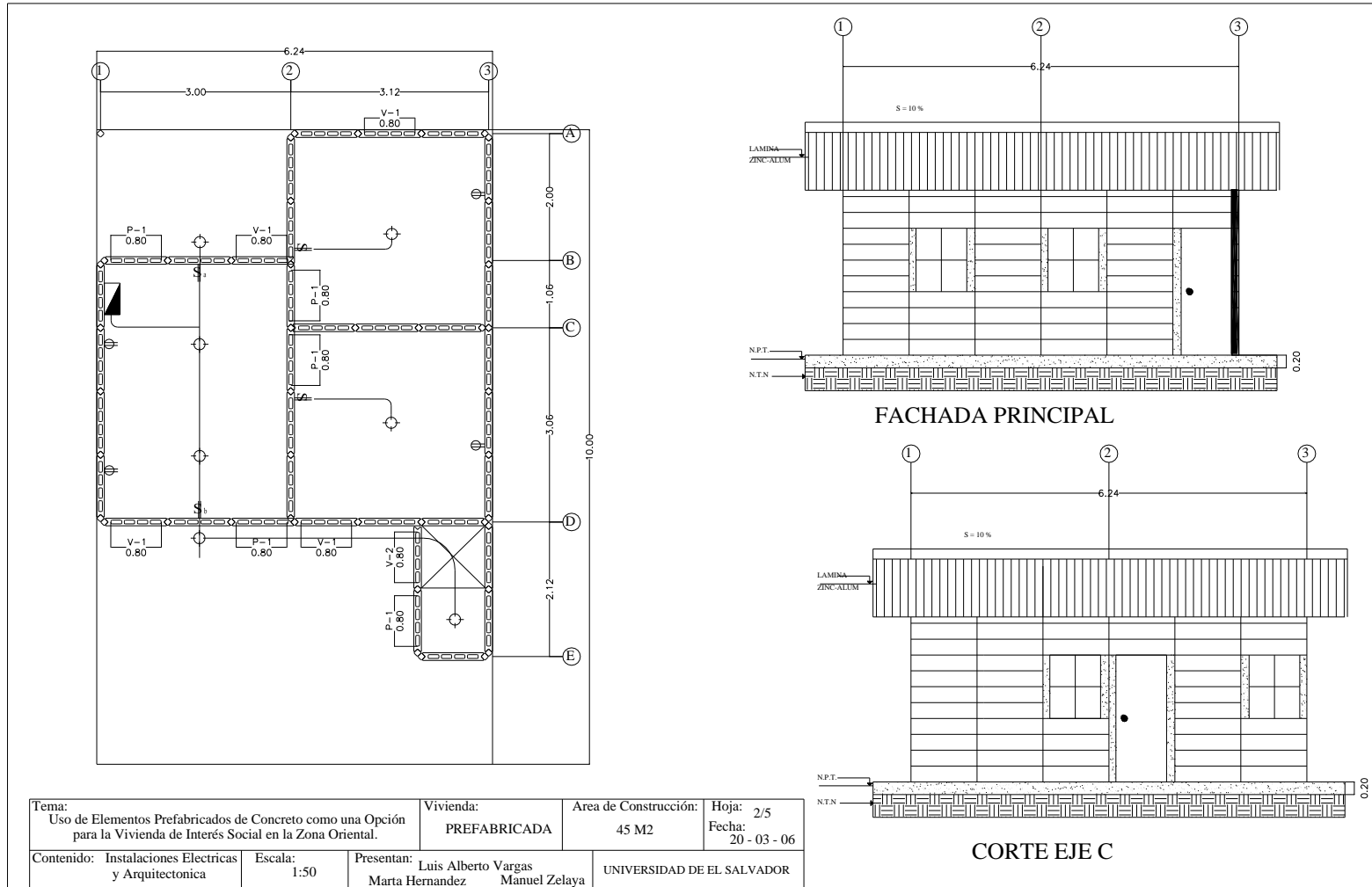


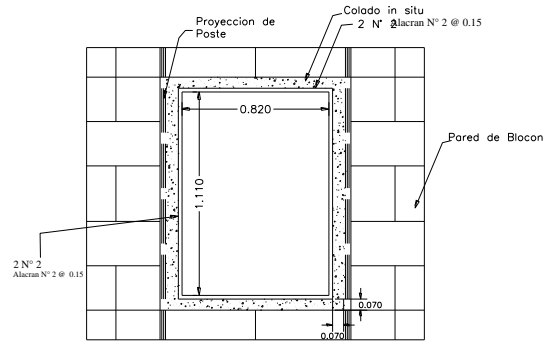
Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: DE BLOQUE DE CONCRETO	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 5/5 Fecha: 20 - 03 - 06
Contenido: Corte, Fachadas y Detalles Estructurales	Escala: Indicadas	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	

PLANOS DE VIVIENDA PREFABRICADA.-

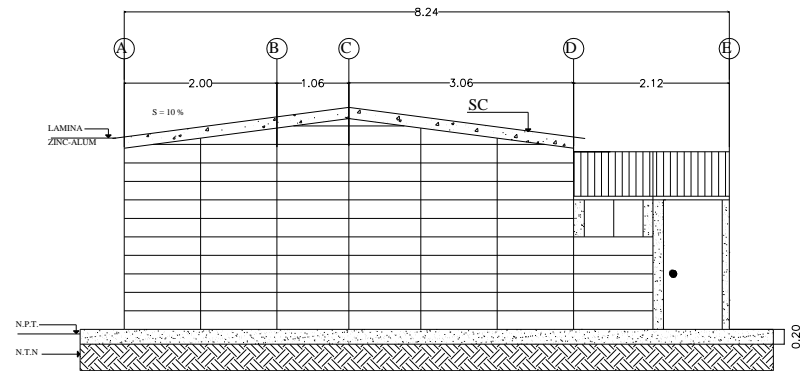


Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: PREFABRICADA	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 1/5 Fecha: 20 - 03 - 06
Contenido: Planta de Fundaciones y de Techo	Escala: 1:50	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Zelaya	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	

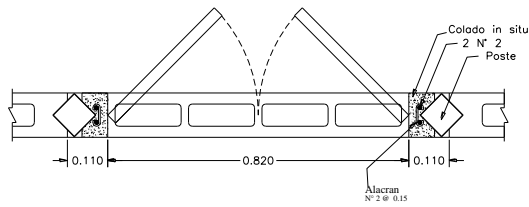




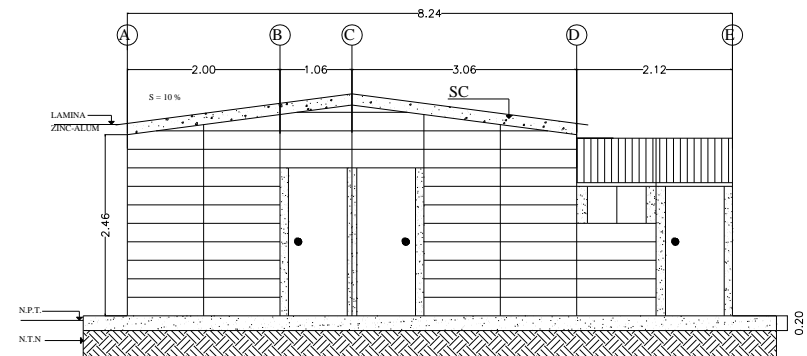
DETALLE DE VENTANA (Elev.)
ESCALA 1/20



VISTA LATERAL EJE 1
ESCALA 1:50

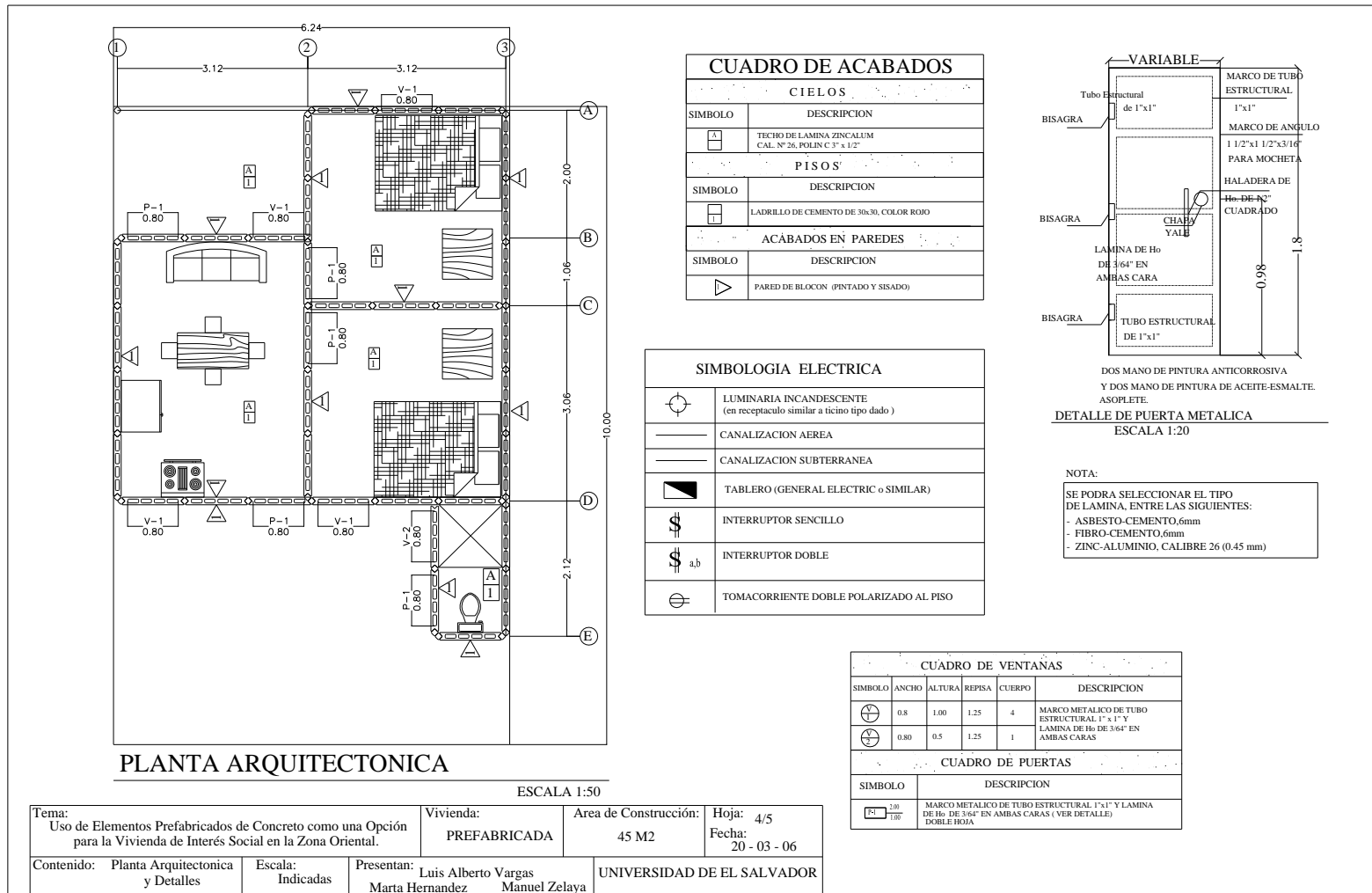


DETALLE DE VENTANA (Planta)
ESCALA 1/10



CORTE EJE 2
ESCALA 1:50

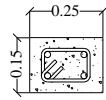
Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: PREFABRICADA	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 3/5
Contenido: Cortes, Fachadas y Detalles Estructurales		Escala: Indicadas	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Zelaya	Fecha: 20 - 03 - 06
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR				



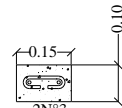
Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: PREFABRICADA	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 4/5 Fecha: 20 - 03 - 06
Contenido: Planta Arquitectonica y Detalles	Escala: Indicadas	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez Manuel Zelaya	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	



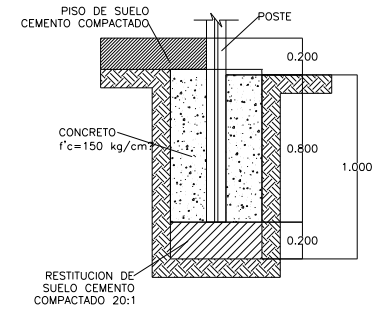
POLIN "C"
6"x2"
P-1
ESCALA 1:10



4Ø3/8"
Est. Ø1/4" @ 0.15
DETALLE DE SOLERA
DE CORONAMIENTO SC
ESCALA 1:10



2N°3
EST.N°2@0.15
DETALLE DE ALACRAN A
ESCALA 1:10



DETALLE DE PEDESTAL 1

ESCALA 1/25

Tema: Uso de Elementos Prefabricados de Concreto como una Opción para la Vivienda de Interés Social en la Zona Oriental.		Vivienda: PREFABRICADA	Area de Construcción: 45 M2	Hoja: 5/5 Fecha: 20 - 03 - 06
Contenido: Detalles Estructurales	Escala: Indicadas	Presentan: Luis Alberto Vargas Marta Hernandez	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Manuel Zelaya	