

300615

21

2y.



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
Incorporada a la U.N.A.M.

ESTUDIO DE CASAS CON
ELEMENTOS PREFABRICADOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S P R O F E S I O N A L
Que para obtener el Título de :
INGENIERO CIVIL
P r e s e n t a :
MANUEL ENRIQUE SALAZAR GONZALEZ

Director de Tesis:
Ing. Gerardo Pastrana Mondragón

México, D.F.

1991



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION	3
Objetivo	3
Alcance.	4
Justificación.	6
Metodología.	7
ASPECTOS GENERALES	8
Antecedentes de la construcción modular.	8
Estadísticas de la vivienda en México	13
CARACTERISTICAS DEL PAMACÓN.	20
Características de materiales para vivienda.	20
Pánels de pamacón usados para viviendas de bajo costo	22
Especificaciones técnicas	31
Planta de producción de pamacón.	36
CUBIERTAS	41
Cargas considerados	43
Cubiertas de pamacón	44
Tipos de apoyo	44
Claros	44
Separación entre vigas	45
Tablas II y III. Pamacón apoyado en vigas de madera	51
Tablas IV y V. Pamacón apoyado en vigas de acero	64
Tablas VI VII y VIII. Pamacón apoyado en nervaduras de concreto	70
Tabla IX. Losa maciza	85
COSTOS	96
Cuadrillas de trabajo	98
Costos básicos	101
Tabla XI. Costo de cubiertas tipo utilizando diferentes acabados.	106
Tabla XII. Costo de pamacón apoyado sobre vigas de acero	107
Tabla XIII. Costo de cubierta pamacón apoyado sobre vigas de madera	110
Tabla XIV. Costo por pieza de viga de concreto prefabricada	113
Tabla XV. Costo de pamacón apoyado sobre vigas de concreto	117
Tabla XVI. Costo de losa maciza	119
Tabla XVII. Costo de vigueta y bovedilla	122
Tabla XVIII. Resumen de costos	124
CONCLUSIONES	125
APENDICE I GRAFICAS DE COSTOS	120
APENDICE II TABLAS DE CALCULO	132
APENDICE III TABLAS DE COSTOS	134
BIBLIOGRAFIA	136

INTRODUCCION

objetivo

La escasez de viviendas provoca uno de los problemas económicos y sociales más graves de nuestro tiempo, el cuál se agudiza al ritmo del crecimiento económico y demográfico, especialmente en países que como México están experimentando un proceso de industrialización y de acelerada expansión urbana. Es por ésto que países como el nuestro sufren el impacto de la demanda de viviendas de costo muy bajo, a tal grado poderoso que frecuentemente se confunde la técnica a emplear o simplemente se pasa por alto el problema real.

Este trabajo comprende el análisis de un sistema de prefabricados a base de paneles hechos de madera y cemento, mejor conocido en México como pamacón (paneles de madera conglomerada), y cuyo uso más difundido es precisamente en la construcción de viviendas. Aunque dicho sistema tiene ya muchos años de ser utilizado en Europa y algunos otros países, es poco conocido en el nuestro y no existen estudios comparativos que permitan

saber con certeza bajo que condiciones puede ser superior a los comúnmente utilizados aquí, tomando en cuenta tanto sus propiedades como su costo.

El objetivo de este trabajo es, específicamente, determinar si el sistema de paneles de madera y cemento puede ser una mejor opción que los sistemas tradicionales en la construcción de viviendas, aunque más que esto, pretende hacer notar que existe toda una serie de soluciones para resolver cualquier problema de Ingeniería en general, lo cuál nos obliga a por lo menos analizar rápidamente algunas de ellas antes de atacar los problemas con los métodos tradicionales.

Alcance.

Se pensó en un principio enfocar este trabajo de modo que se analizara el pamacón en cada uno de los elementos estructurales de la vivienda contra los sistemas tradicionales, sin embargo hacerlo de esta forma implicaría realizar únicamente un estudio general en cada caso, sin poder considerar todas las variables que pudieran afectar el resultado. Debido a ello se decidió analizar a fondo el pamacón en cubiertas únicamente, ya que es en este elemento donde sus características resultan de mayor provecho y sus defectos tienen menor repercusión, por lo que es donde más ventajas podría ofrecer frente a los sistemas tradicionales.

Las variantes analizadas son parracón sobre vigas de diferentes materiales (acero, madera y concreto) con diferentes separaciones entre ellas, para obtener la óptima en cada caso. Estas opciones se analizan en diferentes dimensiones y para diferentes combinaciones de acabados, lo que se traduce también en diferentes cargas de diseño.

Básicamente se buscó proponer métodos en que el objetivo principal fuera lograr una solución de bajo costo y de fácil aplicación, lo cual no implique que el producto no pueda ser utilizado de otras formas, ya sea en otros elementos estructurales, o en las cubiertas mismas, pero con diferente método. Para ilustrar las diferentes aplicaciones que puede tener el parracón se presenta un capítulo en que se describe su origen, características y algunas de las aplicaciones que recibe en varios países, y se describen brevemente las instalaciones requeridas para una planta de producción de dicho material.

La comparación se hace contra el sistema más comúnmente usado en nuestro país en cubiertas que es el de losa maciza de concreto, así como uno de los sistemas de prefabricados que más se ha difundido en los últimos años, que es el sistema a base de vigueta y bovedilla.

Justificación.

Dado que el problema de la vivienda es uno de los más graves en nuestro país, es necesario buscar nuevas alternativas para su solución, siendo una de las más directas el uso de sistemas constructivos más eficientes. Por esto es necesario estudiar a fondo todas las opciones nuevas que se presenten, así como aquellas usadas en otros países que pudieran adaptarse al nuestro, pues aunque en la problemática de la vivienda inciden varios factores de tipo económico, político y social, es indiscutible que pensar en soluciones técnicamente mejores es una de las formas más directas de atacar el problema.

Para satisfacer las necesidades de vivienda no basta con el avance normal dentro de la construcción tradicional. Es necesario lograr una mejor aplicación de la tecnología, de la organización y de la cooperación en los procesos de construcción, pues es urgentemente necesario aprovechar de la mejor forma posible los elementos con que contamos (materiales, mano de obra, capital, etc.) para aumentar la eficiencia y productividad de la industria de la construcción.

El déficit de vivienda hace que se requieran nuevos sistemas que permitan la construcción en forma masiva. Solamente con su industrialización se lograrán estos fines, mediante métodos organizados que eleven la productividad, tendiendo a la eliminación de desperdicios en los

materiales, así como a la reducción en la mano de obra y en el tiempo de ejecución y montaje.

Desde hace algunos años han empezado a usarse en nuestro país algunos sistemas que permiten la construcción masiva, aunque por varias razones no se ha llegado a su completa difusión y optimización.

Metodología.

Para obtener los resultados buscados en este trabajo se utilizaron métodos de cálculo soportados en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en el caso de los métodos tradicionales. En el caso del pamacón se siguieron los métodos recomendados por el fabricante, basados en su experiencia, así como en pruebas de laboratorio obtenidas en otros países, usando para ello métodos muy conservadores considerando que no hay pruebas de validez oficial para el material fabricado en nuestro país.

En lo referente a costos se hizo algo similar, utilizando la bibliografía más comúnmente consultada para métodos tradicionales, y considerando datos basados en la experiencia del fabricante en el caso del pamacón.

ASPECTOS GENERALES

Antecedentes de la construcción modular.

Existen obras que requieren un proyecto especial, como son las obras de comunicación, obras hidráulicas, plantas industriales, etc., pero en algunas como es el caso de la vivienda se pueden uniformizar hasta cierto grado los proyectos, logrando así un mejor control de la obra durante su desarrollo, llevando un proceso ya conocido y sin necesidad de personal altamente calificado. Al uniformizar las obras es posible desarrollar a fondo un proyecto tipo, pudiéndose hacer cambios de personal en el transcurso del proyecto sin muchas repercusiones, pues ésta no requiere de gran entrenamiento en lo que respecta a secuencia de operaciones o tiempo disponible para cada una de ellas, y permite a los obreros adquirir experiencia rápidamente, optimizando así su rendimiento y reduciéndose el costo de la mano de obra.

Al proponer un proyecto determinado, se tiene por objetivo conseguir una máxima funcionalidad, tamaño adecuado y apariencia agradable tanto interior como exterior, diseñado de acuerdo a la región donde se pretende

construir; tratándose de un proyecto uniforme, se procurará que sus componentes y los materiales a usar se soliciten en grandes cantidades, o bien, que se fabriquen en plantas destinadas para tal efecto, iniciándose así una producción en serie de las partes que constituyen el proyecto tipo, lo cual redundará en un ahorro del costo de los materiales y favorece una producción uniforme y continua de los componentes necesarios.

La historia de las casas prefabricadas se inició a principios de este siglo en Europa y Estados Unidos a raíz del adelanto industrial de la época y de la necesidad de crear viviendas en un tiempo mínimo, ya que la población se incrementaba día a día y el costo de la mano de obra iba elevándose. Al construir con elementos prefabricados dichos costos disminuyeron considerablemente, pues con la misma mano de obra industrializada se multiplicaba la producción.

Hacia el año de 1936, fue publicado el libro "Envolving House" de Albert J. Bemis, el cual lanzó la idea de la necesidad de la coordinación modular en la construcción, y plantea los objetivos de racionalización de la construcción.

Bemis toma como objetivos los siguientes:

- La conveniencia de que los elementos prefabricados se terminen en la fábrica, logrando así que en la obra sea hecho únicamente el ensamble.

- Encausar la actividad del contratista para que sea un ensamblador, modificando totalmente los moldes tradicionales y en vez de emplear "artesanos" para la construcción, se emplearán las mismas personas, pero como técnicos especializados, elevando así su rendimiento.
- Diseñar de acuerdo con las dimensiones industriales de los elementos.
- Diseñar modularmente, con piezas intercambiables de uso múltiple, y usando juntas versátiles.

De sus estudios, Bemis enumera varios problemas primordiales que es necesario resolver para lograr la prefabricación o industrialización de la construcción:

- La prefabricación tiene que estar de acuerdo con la situación geográfica del lugar, o tratar de estandarizar los elementos para diversos climas y condiciones.
- Reducir la complejidad de los elementos a producir.
- La demanda irregular de los productos que afecta el desarrollo de la industrialización, lo que provoca que las inversiones no se estabilicen.

- La oposición de grupos que tienen intereses en el sistema tradicional de la construcción.
- Crédito limitado para empresas prefabricadoras.
- La creencia de que se limita y empobrece el diseño.
- Falta de estudio y carencia de supervisión.
- Falta de experiencia en costos, especificaciones y diseños.

El continuador de la obra de Bemis, fue Albert H. Dietz, y en sus estudios sintetiza el estado de la prefabricación en los Estados Unidos, hace notar que la guerra es un elemento acelerante para el desarrollo de la prefabricación, y se toma a ésta como un recurso de emergencia en la mayoría de los países que tomaron parte en el gran conflicto de 1942. La prefabricación ayudó entonces a solucionar algunos problemas como la necesidad urgente de viviendas rápidas y fáciles de construir, la baja considerable de recursos de mano de obra, la situación económica imperante, etc.

Dietz postula cuatro causas principales del alto costo de los sistemas de prefabricación:

1. La mala organización de las empresas constructoras. Su organización está enfocada de manera local, lo que hace que el volumen de la demanda sea limitado, la industria no está orientada hacia la tecnificación y no hay una política orientada hacia la capacitación de obreros, ni existe una organización dentro de las empresas productoras de los elementos de la construcción para lograr la normalización de dimensiones, costos y calidad.
2. Prácticas de construcción anticuadas. La falta de capacitación de los obreros hace que la mano de obra sea anticuada, y que el ensamblaje en la obra sea deficiente. La falta de métodos flexibles, hace que en la construcción tradicional no se puedan substituir los elementos deteriorados.
3. Restricción del gobierno o falta de estímulo del mismo. Se carece de una legislación adecuada para la prefabricación, y de estímulos hacia las empresas correspondientes, así como una buena organización de oficinas encargadas de solucionar el problema habitacional.
4. El excesivo costo del financiamiento. Esto es debido a la demanda irregular, la falta de créditos, la ausencia de programas a largo plazo que aseguren una producción considerable y constante, etc.

Estadísticas de la vivienda en México

Determinar en forma exacta el número de viviendas que hacen falta en nuestro país, así como realizar proyecciones de las que será necesario construir en los próximos años, implica considerar ciertas variables tales como la duración de las viviendas, el crecimiento de la población, el tamaño medio de la familia, viviendas inadecuadas que deben ser remodeladas, etc. que como pueda apreciarse pueden variar considerando diferentes criterios. De cualquier forma se presentan a continuación algunos datos que sirven para ilustrar la magnitud del problema.

El índice de crecimiento de la población en México ha ido descendiendo en los últimos años, habiéndose registrado un incremento del 2% en 1986. Aún así esto representa un aumento de 1,600,000 de personas por año, lo que significa una necesidad aproximada de 300,000 viviendas considerando una familia promedio de 5.4 personas.

Si consideramos además los déficits por hacinamiento y por viviendas deterioradas, que suman hasta el momento poco más de 6 millones, nos damos cuenta de la enorme importancia que representa el construir viviendas a un bajo costo y en un tiempo mínimo.

Es difícil definir un criterio exacto para calcular los déficits por hacinamiento y por viviendas deterioradas, pero para ilustrar la magnitud

del problema, algunos autores llegan a estimar necesario el reemplazo o mejoramiento de la mitad de las viviendas rurales y casi un tercio de las urbanas en América Latina, apuntando que en esta región se ha logrado sobrellevar el problema de la vivienda debido a que se ha sostenido una alta tasa de ocupación de las estructuras y a que no se ha reemplazado una significativa proporción de las viviendas marginales e insalubres.

Para ilustrar la situación del país en los últimos años y los volúmenes de que se habla se muestran a continuación algunas tablas estadísticas al respecto.

TABLA 1

Vivienda, situación actual y perspectivas para el año 2000

1988

Acervo de viviendas 16.4 millones

Déficit a la fecha 6.2 millones

1989-2000

Necesidades:

Por deterioro e incremento 7.0 millones

de población

Para abatir el déficit 6.2 millones

Total 13.2 millones

Inversión requerida 79.2 mil millones de dólares
(a costos actuales de casas de
interés social)

FUENTE: Departamento de estudios económicos de Banamex

TABLA 2

Estados Unidos Mexicanos

Población, vivienda y

Promedio de habitantes por vivienda

1950-1980

AÑOS	CRECIMIENTO INTERCENSAL (%)	NUMERO DE PERSONAS (MILES)	NUMERO DE VIVIENDAS (MILES)	PROMEDIO DE HABITANTES POR VIVIENDA
1950	2.7	25 791	5 259	4.9
1960	3.1	34 923	6 409	5.5
1970	3.4	48 225	8 286	5.8
1980	3.3	66 846	12 142	5.5

FUENTE: Censos de población.

TABLA 3

Estados Unidos Mexicanos

Viviendas con agua entubada, drenaje y energía eléctrica

1950-1980

(miles)

AÑOS	TOTAL DE VIVIENDAS	CON AGUA ENTUBADA		CON DRENAJE		CON ENERGIA ELECTRICA	
		Abso-	%	Abso-	%	Abso-	%
		lutos		lutos		lutos	
1950	5 259	2 284	43.4	N.D.		N.D.	
1960	6 409	2 070	32.3	1 852	28.9	1 120	17.5
1970	8 286	5 056	61.0	3 188	38.5	4 877	58.9
1980	12 074	8 533	70.7	6 158	49.2	9 037	74.8

FUENTE: Censos de población.

TABLA 4

Estados Unidos Mexicanos

Viviendas particulares

según material predominante en techos

1980

	LAMINA DE CARTON	PALMA, TEJA O MADERA	LAMINA DE ASBESTO O METALICA	TEJA	LOSA DE CONCRETO O BOVEDA DE LADRILLO	OTROS
Viviendas	1 397 483	1 203 838	2 025 433	1 618 174	5 134 387	515,294
Porcentaje	12 %	10 %	17 %	13 %	44 %	4 %

FUENTE: Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.

La tabla 1 refleja en cifras la problemática de la vivienda en nuestro país, con un estimado de la inversión requerida en los próximos años para corregir el problema.

Como se observa en la tabla 2, en 1980 se redujo el promedio de habitantes por vivienda, lo que refleja un menor déficit por hacinamiento. Asimismo, se aprecia también la reducción que comenzó a darse en la tasa de crecimiento de la población.

Con la tabla 3 puede tenerse una idea de los servicios con que contaban las viviendas construidas en México hasta 1980, lo que tiene cierta relación con el déficit por viviendas inadecuadas y deterioradas.

La tabla 4 muestra los materiales más usados en nuestro país para cubiertas, entre los que destaca la losa de concreto como el más usada.

CARACTERISTICAS DEL PAMAÇON.

Características de materiales para vivienda.

Para decidir que materiales utilizar en la construcción de una vivienda deben considerarse algunas necesidades fundamentales que debe brindar, tales como seguridad, así como cierta comodidad y belleza.

La seguridad se logra con una construcción capaz de resistir los ataques de elementos naturales como son el fuego, los sismos, al agua, el viento, etc., y que sirva como protección ante cualquier agente externo en general. Respecto a la comodidad y belleza, se busca por lo menos que la vivienda sirva como aislante térmico y acústico, combinando esto con una apariencia agradable.

Otro factor que incide en la elección de materiales, es optar por aquéllos que permitan un costo mínimo en la obra, y relacionado muy estrechamente con esto, dadas las condiciones económicas actuales, elegir aquellos que involucren un tiempo reducido de construcción, debido a las alzas constantes en el precio de los materiales así como de la mano de obra.

Los páneles hechos a base de fibras de madera y cemento, material que en nuestro país es mejor conocido como pamac n, cumplen satisfactoriamente con estas necesidades, tal como se muestra más adelante al analizar sus propiedades. El pamac n se fabrica con fibras resistentes de madera seleccionada (cortadas al hilo largas y delgadas), que son mineralizadas en un proceso químico y luego impregnadas con cemento Portland, moldeadas en páneles, prensadas y fraguadas 72 horas bajo presión. El material transformado resulta en una unidad de alta resistencia mecánica con varias cualidades.

Entre las características de este material de fibro-cemento están la de aislante acústico y térmico. Es incombustible, y por su poco peso genera baja inercia al ocurrir sismos, lo que proporciona un factor considerable de seguridad adicional. Los sistemas de construcción que utilizan este material tienen la ventaja de requerir mucho menos agua que los tradicionales, además de lograrse en la obra considerables economías por su pronta y fácil terminación. El pamac n es además durable y resistente.

Uno de sus usos más difundidos es en muros y techos; usado de esta forma presenta grandes ventajas, es compatible con casi cualquier tipo de acabado, y en general puede ser usado en todas las condiciones climáticas del país. Este material no es atacado por insectos, hongos o bacterias, y puede ser instalado por obreros no calificados.

Su manejabilidad se traduce en facilidad y rapidez de colocación, se puede perforar, ranurar o cortar como si fuera madera, y no presenta problemas de almacenaje. Ya que no requiere cuidados especiales, es éste un material muy versátil de muy amplias posibilidades. Estas características hacen necesario considerarlo como una opción que vale la pena analizar.

Páneles de pamacón usados para viviendas de bajo costo

Los páneles de pamacón están hechos de fibras largas de madera y cemento Portland. Las fibras son de 1-5 mm de ancho y de 0.2 a 0.5 mm de grueso, dependiendo de la aplicación de los páneles.

De un metro cúbico de madera de segunda clase, tres metros cúbicos de páneles de fibro-cemento pueden ser producidos con una densidad de alrededor de 400 Kg por metro cúbico, sin embargo para algunos usos especiales los páneles pueden ser hechos más densos y por lo mismo más pesados.

Hasta hace poco se creía que solamente algunas clases de madera, como la de pino o eucalipto podían ser usados, pero ahora se está tendiendo a usar también otras clases de madera, utilizando para esto un tratamiento

especial en ella. En el caso de México es utilizada la madera de oyamel, que es una variedad de pino común en el país.

Para un tablero de 2.5 cm de grueso, los siguientes materiales (por metro cuadrado) son necesarios:

aprox. 3 kg de fibra de madera.

aprox. 6 kg de cemento Portland

aprox. 3 kg de agua (con una solución salina)

total: 12 kg(mojado)

Después de secarlo, el pánel pesa alrededor de 10 a 11 Kg.

Origen

El material es originario de Austria y antes de la segunda guerra mundial ya era usado en gran escala en dicho país y en Alemania.

Expansión

Después de la guerra, el uso del material se propagó por todo el mundo. A manera de ejemplo, una sola compañía entregó más de 80 plantas en 28 países de 1960 a 1975. En Alemania Federal, la producción aumentó de 11 a 39 millones de metros cuadrados en el periodo de 1947 a 1961. En 1974

la producción mundial estimada era de 6 millones de metros cúbicos aproximadamente.

Nuevas aplicaciones

Con unas cuantas excepciones, hasta 1960 el producto no tuvo una buena calidad, básicamente por los procesos manuales utilizados. Después de que la producción mecanizada fue aceptada, el número de métodos de aplicación del producto aumentó, debido a la calidad superior, moldes más simples y producción en masa que permitió precios más bajos.

El incremento en calidad está comprobado por certificados de pruebas oficiales, que indican por ejemplo que los paneles fabricados mecánicamente satisfacen los requerimientos de resistencia a la flexión (5 veces el mínimo) y a la compresión (10 el mínimo). Debido también a la mejora en la calidad y la distribución fue que los paneles comenzaron a usarse con propósitos decorativos y para absorción acústica.

Viviendas de bajo costo

En países en desarrollo el material ha probado ser atractivo para la producción de paneles prefabricados para la construcción de viviendas a bajo costo.

La razón parece ser que aparte del relativo bajo precio y sus excelentes propiedades, tales como gran valor de aislamiento, resistencia al fuego, resistencia a hongos y termitas, puede ser producido de madera y cemento disponibles localmente, pero también porque puede ser fácilmente terminado con mortero, o enyesado o cubierto con otros materiales, tales como asbestos o materiales plásticos.

Puede, debido a su peso ligero, ser fácilmente manejado a mano, sin necesidad de uso de grúas. También puede ser clavado o atornillado a marcos de diferentes materiales, serruchado o pintado.

Para casas de bajo costo tres métodos son usados principalmente:

1. Los paneles son clavados o atornillados en ambos lados a marcos de madera o acero, y terminados con alguno de los materiales mencionados previamente.
2. Los paneles son provistos con canales de acero, el cuál da también fuerza estructural a la casa.
3. Algunas veces paneles-sandwich son usados, teniendo acabado de mortero en su superficie, y aberturas en forma de canal en sus lados para permitir el vaciado de concreto entre paneles, que puede ser reforzado con varillas.

El sistema a emplear depende de la disponibilidad y precio de la madera y el acero, así como de las condiciones climatológicas. Lo mismo aplica para el recubrimiento de las paredes, aunque usualmente son recubiertas con mortero en el exterior, y mortero o yeso en el interior.

Aplicaciones especiales

En varios países se han desarrollado aplicaciones especiales que difieren ampliamente de un país a otro. Es interesante notar que productos utilizados muy exitosamente en un país, no serán vendidos en lo absoluto en otro, en el que otra aplicación especial puede ser popular.

Por ejemplo, en muchos países se observa un amplio uso del material para techos, mientras en otros los plafones son muy populares en todas las clases de tamaños, composiciones y dimensiones de tableros.

Por otro lado, en algunos países aumenta el interés por utilizarlo como cimbra permanente de paredes de concreto, principalmente por el elevado número de edificios de apartamentos, fábricas que requieren cierta temperatura, almacenes, etc.

Por ejemplo una pared de concreto de 12 cm. colada entre dos paneles de 5 cm. de ancho cada uno, después de ser enyesada o recubierta por algún otro material, tendrá un valor de aislamiento igual al de una pared de 1 metro de ancho.

En algunos países los paneles de madera-cemento son reforzados en los bordes longitudinales con canales de acero tipo U macho y hembra para darles la fuerza estructural de soportar un claro de 6 mts o más.

En otros países, debido a su bajo costo, bajo peso y propiedades de aislamiento acústico, los paneles usados como cubiertas son muy populares.

En general, las aplicaciones dadas al producto en los diferentes países satisfacen uno o más de los siguientes requerimientos:

casas a bajo costo

techos

cimbra permanente

plafones

aislamiento térmico y/o acústico

decoración

protección al fuego

Por ejemplo un techo de paneles de madera-cemento es ligero en peso, económico en precio, aísla contra el frío y el calor y absorbe el ruido.

Durabilidad

Debido a que las fibras de madera son petrificadas por el cemento, tienen una larga vida. Paneles producidos hace 50 años se encuentran aun en buenas condiciones. Una casa de prueba construida en Holanda en 1945, ha sido usada como tal por largo tiempo y actualmente es usada como oficina.

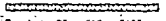

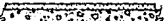
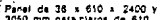
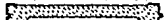

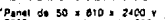



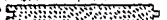

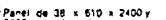
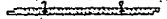
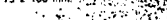

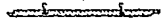
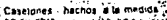
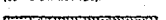

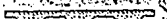

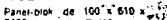
Expectativas a futuro

En vista de la creciente demanda de comodidad y de las existentes y esperadas regulaciones gubernamentales para reducir el ruido en escuelas, oficinas, etc., más y más paneles de fibro-cemento serán usados como plafones y como techos en almacenes y fábricas.

Más adelante es esperado que la cimbra permanente obtenga una porción más grande del mercado, debido a los ahorros de combustible y a la comodidad extra, y además porque algunos países han determinado ya valores de aislamiento para sus edificios. Finalmente, en vista de la tremenda demanda de casas de bajo costo y de las posibilidades de producir paneles durables y baratos usando materia prima disponible en cada lugar, una mayor aplicación de productos a base de paneles de fibro-cemento pueda ser esperada.



APARIENCIA DEL PAMAICON

 Panel de 25 x 610 x 2400 mm para pilaón o cimbra integral.	 Panel de 75 x 610 x 2400, 3050 y 3660 mm reforzado con perfiles galvanizados para claros libres hasta de 3260 mm.	 Pamacon: muro de concreto armado con cimbra integral de paneles de 25 x 610 x 2400 mm.
 Panel de 38 x 610 x 2400 y 3050 mm para claros de 610 mm a ejes.	 Panel ensamblado de 150 x 610 x 6000 mm para claros hasta de 5800 mm (sobre pedico).	 Pambóveda sobre viguela para entresijos con colado de concreto encima.
 Panel de 50 x 610 x 2400 y 3050 mm para claros de 800 mm a ejes.	 Panel de 38 x 610 x 2400 y 3050 mm para claros de 610 mm a ejes.	 Panel de 100 x 610 x 3660 mm para entresijos con colado de concreto encima.
 Panel de 75 x 610 x 2400 y 3050 mm para claros de 1000 mm a ejes.	 Panel de 75 x 610 x 2400 y 3050 mm para ensamblar.	 Muro davidovic de paneles de 25 x 610 x 2400 mm armados con varillas de Pamacon de 75 x 100 mm.
 Panel de 38 x 610 x 2400 y 3050 mm reforzado con madera para claros de 800 mm a ejes.	 Pilaón con soportes integrados, tipo entresijos.	 Muro davidovic de paneles de 25 x 610 x 2400 mm armados con varillas de Pamacon de 75 x 100 mm.
 Panel de 50 x 610 x 2400 y 3050 mm reforzado con macera para claros de 1200 mm a ejes (con o sin trastepe).	 Pilaón con soportes integrados, tipo frizado en "V".	 Muro davidovic de paneles de 25 x 610 x 2400 mm armados con varillas de Pamacon de 75 x 100 mm.
 Panel de 75 x 610 x 2400 y 3050 mm reforzado con madera para claros de 1500 mm a ejes (con o sin trastepe y/o frizado).	 Sandwich de Pamacon y styrofoam para lograr capas con distintos materiales aislantes: 50 x 75 x 610 x 2400 y 3050 mm.	 Muro davidovic de paneles de 25 x 610 x 2400 mm armados con varillas de Pamacon de 75 x 100 mm.
 Panel de 50 x 610 x 2400, 3050 y 3660 mm reforzado con perfiles galvanizados para claros libres hasta de 3300 mm.		 Panel-pila de 100 x 610 x 2400 mm para muros.

PRESENTACIONES DEL PAMAICON DISPONIBLES EN MEXICO



CASA DE INTERES SOCIAL CUBIERTA CON PAMAÇON E IMPERMEABILIZANTE.



CASA CUBIERTA CON PAMAÇON, IMPERMEABILIZANTE Y TEJA.

Especificaciones técnicas

- Densidad promedio: 450 Kg/m³ (mayor en espesores pequeños)
- Esfuerzo permisible a la tensión: 20 a 30 Kg/cm²

Cargas de diseño, de acuerdo a información de "wood wool building slabs":

Espesor	Peso del material Kg/m ²	Densidad Kg/m ³	Carga de diseño(Kg/m ²)		
			195	220	244
			Claro permisible (cm)		
2"	22.34	558	107	99	91
2 1/2"	33.23	523	122	114	107
3"	37.14	487	137	130	122
4"	46.91	462	168	160	152

En estudios realizados por "Twin City Testing and Engineering Laboratory, Inc", se realizaron pruebas de carga hasta el límite de ruptura en pánecón de 2" con un claro de 36" (91 cm), encontrándose en un valor medio de 303 psf (1481 Kg/m²), que comparado con el valor de la carga permisible a 91 cm (244 Kg/m²), ofrece una diferencia muy notable (de 6 a 1), por lo que los valores de la tabla puedan considerarse como confiables, ya que son muy conservadores.

No existen hasta el momento pruebas de este tipo en algún laboratorio nacional de validez oficial, lo que podría permitir contar con datos exactos del material fabricado en México. Es por esto que se utiliza información de instituciones de otros países, que de cualquier forma son confiables por ser muy conservadoras.

Aislamiento térmico

El pánec de fibro-cemento es un material catalogado como aislante; por ejemplo, en un pánec de 2" de espesor:

Prueba efectuada con 6.2% de contenido húmedo; 12 grados centígrados lado frío y 20 grados lado tibio, la conductividad térmica valor "K" promedio es de 0.0629 Kcal/hora/m² 1 °C, entendiéndose esta medida como el número de Kcal conducida através de una pieza de un metro cuadrado y un metro de espesor en una hora, y considerando la diferencia de temperatura de las caras opuestas permaneciendo en 1 grado centígrado.

Espesores comparativos de distintos materiales con similar capacidad de aislamiento térmico

- pamacón 50 mm 1
- adoba 356 mm 7 veces mayor espesor
- tabique 710 mm 14 veces mayor espesor
- concreto 864 mm 17 veces mayor espesor

Aislamiento acústico

Este producto tiene una superficie con baja reflexión acústica ya que por su misma textura es un material absorbente de sonidos comunes del medio ambiente.

Dejando aparente el lado interior de un techo construido con este material se utiliza al máximo su alta absorción acústica, dándole valores de absorción comparables a lo de los mejores materiales con esta propiedad.

En pruebas se obtuvieron los siguientes coeficientes de absorción de sonido, a 12 °C de temperatura y 61 % de humedad relativa.

Plafón suspendido de panel de pamacón de 25 mm de espesor, pintado.

Frecuencia aplicada(ciclos/seg)	250	500	750	1000	2000	4000
Coefficiente de absorción %	67	48	50	44	72	73

Pamacón aparente de 38 mm de espesor usándolo como cimbra integral por un lado en un muro de concreto de 100 mm

Frecuencia aplicada(ciclos/seg)	250	500	750	1000	2000	4000
Coefficiente de absorción %	20	55	89	75	64	84

Pamacón de 50 mm de espesor, colocado sobre bastidor de madera de 25 mm de espesor

Frecuencia aplicada(ciclos/seg)	250	500	750	1000	2000	4000
Coefficiente de absorción %	40	50	68	85	50	65

Muro de pamacón de 50 mm de espesor, machihembrado y aplanado con mortero.

Frecuencia aplicada(ciclos/seg)	250	500	750	1000	2000	4000
Coefficiente de absorción %	45	99	85	65	74	75

Espesores comparativos con otros materiales, bajo las condiciones señaladas:

50 mm de pamacón	Reduce en promedio 30 dB
100 mm de concreto	Reduce en promedio 45 dB

Resistencia al fuego

Aplicándole a una placa de pámacón de 2" de espesor fuego directo de un soplate, el material es atravesado en una hora aproximadamente, además de no producir flama. Este material ha sido clasificado como material incombustible por el "International Conference of Building Officials" y según la definición de la "American Insurance Association".

Peso

Por su poco peso genera baja inercia al ocurrir sismos, y permite ahorros en cimentación y facilidad de colocación

360 Kg/m³ Promedio en pánels para usos decorativos y acústicos especiales como pánels falsos.

450 Kg/m³ Promedio en pánels para techos o cimbras integrales

Planta de producción de pamacón.

Instalaciones necesarias

El proceso constructivo del pamacón requiere de maquinaria de tamaño considerable, lo que representa también una inversión inicial de grandes proporciones. Por lo mismo, es indispensable manejar altos volúmenes de producción para que una planta de este tipo resulte rentable.

En nuestro país existe únicamente una planta de producción, ubicada en San Juan del Río Qro. El proceso de fabricación es el siguiente:

Para la elaboración del pamacón se requiere de trozos de madera de 50 cm. de largo cada uno aproximadamente, que son cortados longitudinalmente en fibras delgadas por máquinas cepilladoras, depositando el material en una banda transportadora. La madera utilizada es de oyamel, dado que es la más económica en nuestro país y cumple con los requerimientos para el proceso, pues su veta es básicamente longitudinal.

Una vez cortada la madera, las fibras son humedecidas con una sustancia de agua y cloruro de calcio (este último sirve como catalizador en el fraguado), pasándose el material por un rodillo al momento de realizar esta actividad para asegurar un impregnamiento uniforme.

El material ya humedecido continúa por la banda transportadora hasta llegar a una segunda mezcladora, donde se revuelve con cemento Portland, que es provisto por dos silos de 25 y 30 toneladas de capacidad respectivamente. En este momento, es ya cuando el material comienza a adquirir la apariencia que muestra en su acabado final.

Para conformar el material en forma de paneles, es colocado sobre moldes de madera, los cuales son previamente impregnados de diesel para evitar que el cemento se adhiera a ellos. De acuerdo a las dimensiones de dichos moldes se dan las dimensiones finales, de las cuales las más comunes son de 61 cm. de ancho y 240 de largo, en espesores de 1, 1 1/2, 2 y 3 pulgadas.

Antes de ser depositado en los moldes, el material pasa nuevamente por varios rodillos, y es dispersado por otra máquina, para asegurar que las fibras sean depositadas en diferentes direcciones.

Para que sea proporcionado el volumen exacto de material, éste pasa por una pesadora, que libera las cantidades necesarias de acuerdo a su peso, determinado éste por el espesor del panel que se esté fabricando en ese momento.

Ya en los moldes, el material se corta por dos juegos de sierras, primero longitudinal y después transversalmente (éste último corte para evitar adherencia entre paneles), quedando ya con sus dimensiones aproximadas.

Posteriormente, varios moldes son recibidos por una prensa apiladora (el número depende del espesor con que se esté trabajando), donde son comprimidos casi hasta su espesor definitivo. Hecho ésto, se dejan fraguar los bloques por espacio de 72 hrs., colocando encima de 20 o 30 páneces un contrapeso de 2 1/2 toneladas, con el objeto de mantener el material comprimido durante este proceso.

Pasado el periodo de fraguado, los páneces son pasados através de una última máquina cortadora, donde se les da su acabado final dejándolos con las medidas exactas y los bordes bien delineados.

Hasta aquí abarca el proceso completo de fabricación de los páneces. sin embargo, son necesarias algunas otras actividades para dejar el producto terminado en sus diferentes presentaciones:

En el caso de los paneles con perfil macho-hembra, usados para construcción de muros, es necesario incrustar perfiles metálicos en los bordes del pamacón, lo que permite ensamblarlos sin dificultad alguna. La incrustación se realiza mediante una máquina perfiladora, que realiza las ranuras a los lados de la placa, insertando los perfiles a ambos lados de ella. Este tipo de muro es fijado al piso mediante un canal de acero y tornillos, usándose otro más en la parte superior para darle rigidez.

Otro de los acabados más comunes para muros es el pamacón block, formado por un bastidor de 2 o 3 pulgadas de sección y sirve como separador a 2

tapas de pamacón sencillo de 1 pulgada de espesor, dejando una caja perimetral y teniendo un producto al final en forma de block hueco, de 61 cms. de ancho y 2.40 mts. de largo y 4 o 5 pulgadas de espesor.

La forma más común de utilizar el pamacón es usando el sistema de prefase. Este consiste en armar primero una estructura de madera, usando el pamacón como cubierta. Esta estructura puede ser también de acero, y en el caso de muros, de concreto (castillos). Entre las ventajas de este sistema está una fácil colocación de las instalaciones, que se realiza antes de recubrir la estructura con pamacón. Por lo que respecta a la rapidez, estas construcciones pueden llegar a realizarse en tan solo 15 días.

Para techos, puede utilizarse el pánel block de 4 y 5 pulgadas, o bien una estructura ligera a base de armadura prefabricada de madera o vigas para cubrirlas con pamacón sencillo de 2 pulgadas de espesor clavado directamente a la estructura. Por encima del pamacón pueden utilizarse impermeabilizaciones en caliente o en frío; capas de compresión con impermeabilizante integral, cartón asfáltico o tejas o ladrillos.

En lo referente a muros, es muy utilizada la tela de gallinero para tomar la temperatura y flexión, haciéndose después un repellido y posteriormente colocándose el acabado final, quedando el muro con apariencia similar a la de cualquier muro de concreto.

DIMENSIONAMIENTO GENERAL

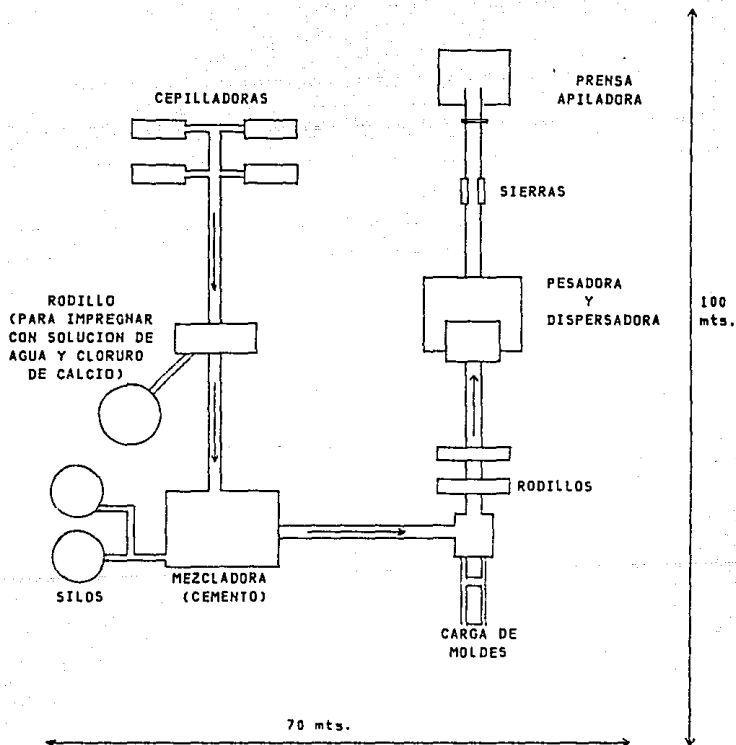


FIGURA ESQUEMATICA DE LA PLANTA DE PRODUCCION

CUBIERTAS

En este capítulo se describen los métodos de cálculo para el diseño de cubiertas usando diferentes sistemas:

Losa maciza, que es el sistema tradicional para cubiertas

Vigueta y bovedilla, por ser uno de los sistemas de prefabricados más difundidos.

Panecón apoyado sobre vigas de diferentes materiales (acero, madera y concreto) y con diferentes separaciones entre vigas

Las tablas con los resultados de los cálculos a que se hace referencia en este capítulo se encuentran en el apéndice I "Tablas de cálculo".

TABLA I. Tipos de cargas.

Las cargas aplicadas a las vigas dependen de las diferentes combinaciones de los acabados. Estas se encuentran desglosadas en la tabla I, y ordenadas de la más ligera a la más pesada.

En cada una de las combinaciones se considera además una carga viva de 40 Kg/m², de acuerdo con lo especificado en el reglamento de construcciones del Distrito Federal, para cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5 %.

Para las cubiertas de pamacón, se considera adicionalmente el peso de éste, de 22.5 kg/m² (450 kg/m³ x 0.05 cm. de espesor). En el caso de todos los acabados en conjunto, se obtiene una carga de 227 Kg/m², incluidos carga viva y el peso propio del pamacón. De acuerdo a las especificaciones de este material, soporta cargas de 244 Kg/m² en claros de 91 cm, por lo que las separaciones (todas menores a 91 cm) y cargas consideradas (todas menores a 244 Kg/m²) son aceptables.

Cargas consideradas

Para permitir cierta flexibilidad en la elección de las cubiertas, se presentan varios tipos de acabados combinando los siguientes materiales:

material	espesor	peso	peso/m2
	mts.	kg/m3	kg/m2
impermeabilizante	0.015	1100	16.0
concreto	0.04	2400	96.0
teja	0.015	1500	22.5
yeso	0.02	1500	30.0

Cubiertas de paja

Tipos de apoyo

Por lo que respecta a tipos de apoyo, se consideran los siguientes:

- vigas de madera
- vigas de acero
- vigas de concreto

Claros

Claros considerados (distancia entre apoyos de vigas):

- 3.00 m
- 3.60 m
- 4.20 m
- 4.80 m

Separación entre vigas

En el caso de estructuras apoyadas sobre vigas de madera y acero, la separación es la siguiente:

Dimensiones del panel	separación entre vigas
5 x 61 x 240 cm.	60 u 80 cm
5 x 61 x 305 cm.	61 o 76 cm

En estos tipos de apoyos, los paneles se colocan de forma transversal al eje de las vigas (figuras I y II) por lo que los claros considerados se han propuesto en múltiplos de 60 cm. para que el material sea aprovechado completamente. Para el caso de la nervadura de concreto, los paneles van colocados en el mismo sentido que el eje de la viga, por lo que la separación es de 0.71 a 0.76 entre ejes de vigas, dependiendo de el ancho de las mismas (figura III).

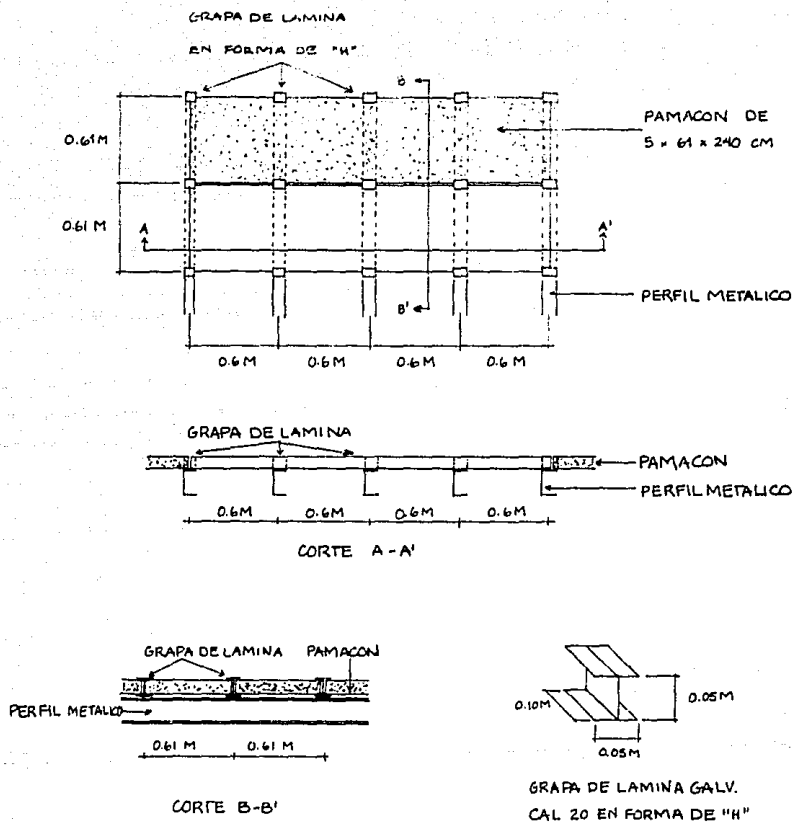
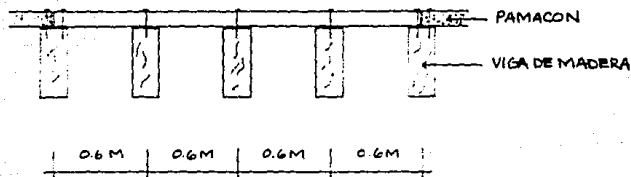
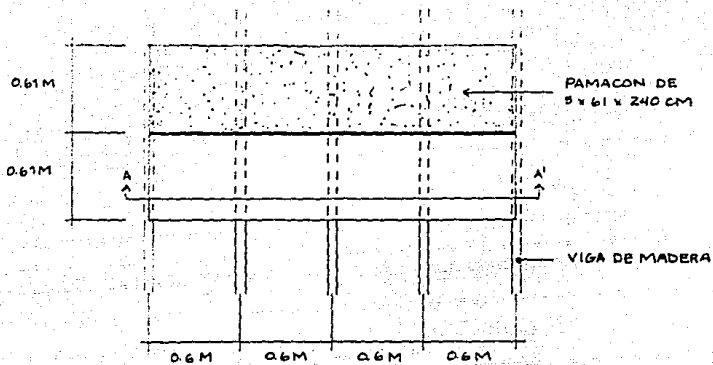


FIGURA I

PANELES DE PAMAÇON SOBRE VIGAS DE ACERO



CORTE A-A'

FIGURA II

PANELES DE PAMAÇON SOBRE VIGAS DE MADEIRA

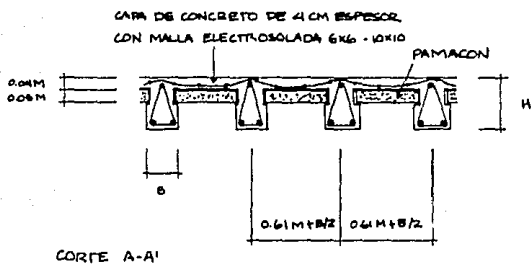
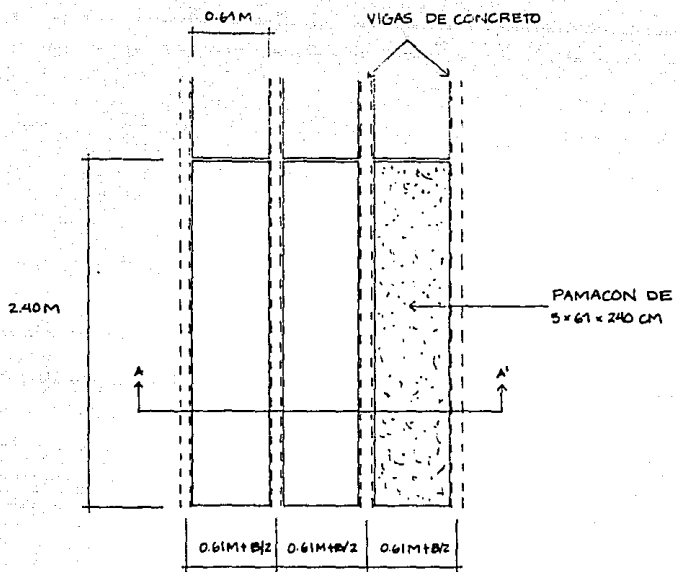


FIGURA III

PANELES DE PAMAÇON SOBRE VIGAS DE CONCRETO

Elementos mecánicos

Para obtener el momento flexionante, cortante y deflexión actuantes en las vigas, se consideraron éstas como simplemente apoyadas y de carga uniformemente repartida, por lo que :

$$M_{act} = \frac{Wl^2}{8}$$

$$V_{act} = \frac{Wl}{2}$$

$$F_{act} = \frac{5}{384} \frac{Wl^4}{EI}$$

donde:	Mact	Momento actuante	kg.cm
	Vact	Cortante actuante	kg
	Fact	Flecha actuante	cm
	W	Carga	kg/cm
	E	Módulo de elasticidad	kg/cm ²
	I	Momento de inercia	cm ⁴

Para el cálculo de momento y cortante se considera la carga multiplicada por un factor de 1.4 para considerar la combinación de carga muerta y carga viva, tal como se especifica en el RCDF del 87. Para el cálculo de

deflexiones diferidas se considera un factor de 1 y no se considera la carga viva.

Tablas II y III. Pamacón apoyado en vigas de madera

Resistencia y módulo de elasticidad

Valores especificados de resistencias y módulos de elasticidad de maderas de especies coníferas (kg/cm²) para el grupo "B", de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-C-239-1985 "Calificación y clasificación visual para madera de pino en usos estructurales":

• Flexión	f'	100	kg/cm ²
• Cortante	f'v	15	kg/cm ²
• Modulo de elasticidad	E	80,000	kg/cm ²
• Peso	p	900	kg/m ³

Flexión (Momento resistente).

De acuerdo a lo especificado en las "Normas complementarias para diseño y construcción de estructuras de madera" del RCDF del 87, la resistencia de diseño M_r , de miembros sujetos a flexión, se obtendrá mediante la expresión

$$M_r = F_r f o s$$

donde:

- F_r : factor de reducción de resistencia
- f : resistencia a la flexión = $f' K_h K_d K_c K_p K_e l$
- o : factor de estabilidad lateral
- s : módulo de sección

F_r : es igual a 0.6 para cualquier miembro sujeto a flexión.

K_h : Factor por contenido de humedad, no aplica en flexión para madera maciza de coníferas

K_d : Factor por duración de carga, es igual a 1 considerando carga normal (carga muerta más carga viva).

K_c : Factor por compartición de carga axial, igual a 1.15 para sistemas de tres o más miembros paralelos, separados 61 cm. o menos centro a centro. Aplica para una de las separaciones aquí consideradas.

K_p : Factor por peralte, igual a 1.25 para secciones con peralte menor a 14 cm. Aplica en algunas de las secciones consideradas.

Kc1 : Factor por clasificación, igual a 0.80 para todas las secciones transversales más comunes. Aplica en todas las secciones.

o : Igual a 1, para vigas con soporte lateral en los apoyos, sin soportes laterales intermedios y 4.0 como relación máxima d/b (todas las secciones consideradas cumplen con esta condición).

Modulo de sección (s) :

$$s = \frac{bh^2}{6} \text{ para secciones rectangulares}$$

donde

b: base de la sección

h: peralte de la sección

Esfuerzo cortante permisible.

La resistencia a cortante de diseño, Vr, en las secciones críticas de vigas se obtendrá por medio de la expresión

$$V_r = \frac{F_r f_v b d}{1.5}$$

donde:

• Fr : factor de reducción de resistencia

• $f'v$: resistencia a cortante = $f'v K_h K_d K_c K_r K_v$

• b : ancho de la sección en cm.

• d : peralte de la sección en cm.

Fr es igual a 0.7 para cortante en madera maciza.

$f'v = 15 \text{ kg/cm}^2$

K_h Factor por contenido de humedad, igual a 0.85 en cortante para madera con $CH \geq 18\%$ y $\leq 50\%$. Se consideran todas las secciones en este rango.

$$CH = \frac{\text{Peso original}}{\text{Peso anhidro}}$$

K_d Factor por duración de carga, aplicado igual que para flexión.

K_c Factor por compartición de carga axial, aplica igual que en flexión.

K_r Factor de recorte, no aplica, pues no se consideran recortes de las vigas en los apoyos.

K_v Factor por condición de apoyo, igual a 2, aplicable en todas las secciones críticas de vigas de sistemas estructurales con compartición de carga.

Deflexiones.

Las deflexiones calculadas tomando en cuenta los efectos a largo plazo no deberán exceder de los siguientes límites:

a) Para claros menores a 3.5 m:
$$\frac{\text{claro(cm)}}{240}$$

b) Para claros mayores a 3.5 m:
$$\frac{\text{claro(cm)}}{240} + 0.5 \text{ cm}$$

Las deflexiones deberán calcularse bajo las cargas de diseño, considerando un factor de carga axial igual a la unidad. Como módulo de elasticidad se tomará el valor promedio, E. Los efectos diferidos se tomarán en cuenta multiplicando la deflexión inmediata debida a la parte de la carga que actúe en forma continua por 2.0, considerando madera instalada en condición húmeda (CH \geq 18%).

Las deflexiones inmediatas de vigas se calcularán utilizando las fórmulas usuales de mecánica de sólidos basadas en la hipótesis de un comportamiento elástico. Por lo tanto:

$$\text{Flecha actuante} = \frac{5}{384} \frac{Wl^4}{EI} \times 2 \text{ (efectos diferidos)}$$

TABLA II. Secciones de madera

Como elegibles, se consideraron todas las secciones comerciales con momento resistente dentro del rango requerido, y mediante un programa de computadora se elaboró una tabla (tabla II) con la información más útil para el diseño. En general se seleccionaron secciones comerciales con módulo de sección favorable, pero considerando la relación d/b siempre menor o igual a 4. A continuación se describen las fórmulas empleadas para obtener cada uno de estos valores, así como la obtención de una de las secciones a manera de ejemplo:

TABLA II.

Sección (pulgadas)

base x altura

2" x 6"

B base (cm)

2 x 2.54 = 5.08

5.08 cm

h altura (cm)

6 x 2.54 = 15.24

15.24 cm

s Módulo de sección (cm³)

Para secciones rectangulares: $bh^2/6$

5.08 x (15.24)² / 6 (cm) (cm²)

196.64 cm³

I Momento de inercia (cm⁴)

Para secciones rectangulares: $bh^3/12$

5.08 x (15.24)³ / 12 (cm) (cm³)

1498.43 cm⁴

A Área (cm²)

b x h = 5.08 x 15.24 = 77.42 (cm) (cm)

77.42 cm²

P Peso (Kg/m)

77.42 x 0.0001 x 900 (cm²) (m²/cm²) (kg/m³)

6.97 Kg/m

MOM RES Momento resistente (Kg.cm)

$K_c = 1.15$ Se aplica al momento de elegir sección solo si
la separación entre vigas es de 0.60 m.

$K_{c1} = 0.80$

$K_h K_d y K_p = 1$

$f' = 100 \text{ kg/cm}^2$

$f = f' K_h K_d K_c K_p K_{c1} = 100 \text{ kg/cm}^2 \times 0.80 = 80 \text{ kg/cm}^2$

$F_r = 0.8$

$\phi = 1$

$s = 196.64 \text{ cm}^3$

$M_r = F_r \phi s f = 0.8 \times 1 \times 196.64 \times 80 \text{ (cm}^3\text{) (kg/cm}^2\text{)}$

12585.0 kg.cm

V RES Esfuerzo cortante permisible (Kg)

$K_h = 0.85$

$K_c = 1.15$ aplica igual que para momento

$K_v = 2$

$K_d y K_r = 1$

$f'v = 15 \text{ kg/cm}^2$

$F_r = 0.7$

$b = 5.08 \text{ cm}$

$d = 15.24 \text{ cm}$

$$f_v = f'v K_h K_c K_v K_d K_r = 15 \times 0.85 \times 2 = 25.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_r = \frac{F_r f_v b d}{1.5} = 0.7 \times 25.5 \times 5.08 \times 15.24 \text{ (kg/cm}^2\text{)(cm)(cm)} =$$

1.5

1.5

921 Kg

TABLA III. Secciones de madera propuestas

Para proponer las secciones en cada combinación de claro, carga y separación de vigas, se realizó un programa que eligiera aquella sección de la tabla II cuyo momento resistente fuera el inmediato superior al momento actuante de la viga, considerando su peso propio al calcularlo. Las secciones consideradas en la tabla II fueron aquellas con un módulo de sección favorable, lo que se traduce en un mayor momento resistente. Debido a esto se eliminaron algunas secciones de área equivalente a las presentadas pero de menor módulo de sección. En las combinaciones con separación de 0.60 mts entre vigas, se multiplicaron el momento y cortante resistentes por 1.15 para considerar el factor por repartición de carga axial K_c , tal como se indicó al generar la tabla II.

Una vez encontrada la sección propuesta, se revisa por deflexión y por cortante para ser elegida. En la tabla III se presenta un resumen con las

diferentes combinaciones de claro, separación y carga; se describen a continuación las fórmulas empleadas, usando a manera de ejemplo un claro de 3 mts., con 60 cm. de separación entre vigas, y una carga tipo "6" de 131 Kg/m² (tabla I)

TABLA III.

Claro (mts)

distancia entre apoyos de la viga 3.0 m

SEP (mt)

separación entre vigas de eje a eje 0.60 m

TIPO CARGA

Tipo de carga de acuerdo a la tabla I 06

CARGA (Kg/m²)

Peso del macacón, carga viva y acabados 131 Kg/m²

SECCION PROPUESTA

Primera sección de la tabla II cuyo mom. resistente es mayor al actuante, y pasa por cortante y flecha 2" x 6"

MOM ACT. Momento actuante (Kg.cm)

$W \times (\text{claro})^2 / 8$

$W = \text{carga} \times 1.4 \times \text{sep} + \text{peso viga} = 131 \times 1.4 \times 0.6 + 6.97 \text{ (kg/m}^2\text{)(m)(Kg/m)}$

(tab I)

(tab II)

$W = 117.01 \text{ Kg/m}$

$M_{act} = 117.01 \times 9 / 8 \text{ (Kg/m) (m}^2\text{)} = 131.64 \text{ Kg.m} = 13164 \text{ Kg.cm}$

MOM RES Momento resistente (Kg.cm)

De la tabla II : 12585 kg.cm x 1.15

14473 Kg.cm

FLECHA ACT Flecha actuante (cm)

l = 3.0 m

E = 80,000 kg/cm²

I = 1498.43 cm⁴ (de la sección seleccionada en tabla II)

W = (carga - carga viva) x SEP + peso

= (131 - 40) x 0.60 + 6.97 (Kg/m²)(m)(Kg/m)

= 61.57 Kg/m

Flecha = $\frac{5}{384} \frac{Wl^4}{EI}$ x factor por efectos a largo plazo

$\frac{5}{384} \frac{Wl^4}{EI}$

$$= \frac{5}{384} \frac{0.6157 \times (300)^4 \times 2}{80000 \times 1498.43} \times \frac{(kg)(cm^4)(cm^2)(1)}{cm \quad kg \quad cm^4}$$

= 1.08 cm

Flecha PERM (cm)

Fl.perm = CLARO/240

= 300/240 (cm)

1.25 cm OK

V ACT Esfuerzo cortante actuante (Kg)

W x l / 2 = 117.01 x 3 / 2 =

176 Kg

V RES Esfuerzo cortante resistente (Kg)

valor tomado de la tabla II : $921 \text{ kg} \times 1.15 = 1059 \text{ Kg OK}$

Tablas IV y V. Pamacón apoyado en vigas de acero

Debido a la poca carga a que están sometidos, fueron elegidos canales de lámina doblada (mon-ten) como los perfiles de acero a analizar, por su ligereza y economía.

Al igual que con las vigas de madera, las consideraciones hechas para momento, cortante y flecha actuantes son las de una viga simplemente apoyada con carga uniformemente repartida. El análisis y diseño de las vigas se realizó utilizando el método elástico, de acuerdo con lo especificado en el reglamento de construcciones del Distrito Federal ("Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas"), utilizando en el cálculo algunos valores tomados directamente del manual del fabricante, como módulo de sección, momento de inercia, área y peso.

Valores considerados:

- f Esfuerzo permisible a flexión : $0.66f_y = 0.66 \times 3500 = 2310 \text{ Kg/cm}^2$

- E Modulo de elasticidad : 2040000 Kg/cm^2

- P Peso : 7900 Kg/m^3

• f_v Esfuerzo cortante permisible : $0.40f_v = 0.40 \times 3500 = 1400 \text{ Kg/cm}^2$

Secciones

Se consideraron como secciones elegibles todas las de montenes disponibles en el mercado. Al igual que con las de madera, fueron ordenadas por momento resistente y para optimizar la tabla se eliminaron todas aquellas con módulo de sección poco favorable, quedando en general las de menor espesor, que fueron las utilizadas para la selección (tabla IV)

A continuación, se describe el criterio considerado para la elaboración de las TABLAS IV y V, utilizando una de las secciones como ejemplo:

TABLA IV.

Seccion H(pulgadas) MT CALIBRE	4 MT 14
B espesor (cm)	
valor en el manual:	0.190 cm
h altura (cm)	
valor en el manual: 4"	10.16 cm
s Módulo de sección (cm ³)	
valor en el manual:	13.60 cm ³
I Momento de inercia (cm ⁴)	
valor en el manual:	69.09 cm ⁴
A Area (cm ²)	
valor en el manual:	4.18 cm ²
P Peso (Kg/m)	
valor en el manual:	3.31 Kg/m
M RES Momento resistente (Kg.cm)	
$s \times f = 13.60 \times 2310$ (cm ³) (kg/cm ²)	31416 Kg.cm

V RES Esfuerzo cortante permisible (Kg)

$$b \times h \times f_v = 0.190 \times 10.16 \times 1400 \text{ (cm) (cm) (Kg/cm}^2\text{) } 2703 \text{ Kg}$$

La tabla V muestra las combinaciones de claro, separación y carga. En cada una de ellas se propuso la sección cuyo momento resistente fuera el inmediato superior al actuante, y se revisó por flecha y por cortante. Para ilustrar la forma en que se obtuvieron los valores de la tabla, se presenta a continuación un ejemplo con claro de 3 mts., 0.60 m. de separación entre vigas, y una carga tipo "6", de 131 Kg/m², compuesta por pamacón, impermeabilizante, teja, yeso y carga viva (tabla I).

TABLA V.

Claro (mts)

distancia entre apoyos de la viga 3.0 m

SEP (mt)

separación entre vigas de eje a eje 0.60 m

TIPO CARGA

Tipo de carga de acuerdo a la tabla I 06

CARGA (Kg/m²)

Peso del pamacón, carga viva y acabados 131 Kg/m²

SECCION PROPUESTA

Primera sección de la tabla IV cuyo mom. resistente es mayor al actuante, y pasa por cortante y flecha 4 MT 14

MOM ACT. Momento actuante (Kg.cm)

$$W \times (\text{claro})^2 / 8$$

$$W = \text{carga} \times 1.4 \times \text{sep} + \text{peso viga} = 131 \times 1.4 \times 0.60 + 3.31 \text{ (kg/m}^2\text{)(m)(Kg/m)}$$

(tab I) (tab III)

$$W = 113.35 \text{ Kg/m}$$

$$M_{act} = 113.35 \times 9 / 8 \text{ (Kg/m) (m}^2\text{)} = 127.52 \text{ Kg.m} = 12752 \text{ Kg.cm}$$

MOM RES Momento resistente (Kg.cm)

De la tabla II :

31416 Kg.cm

FLECHA ACT Flecha actuante (cm)

$(5/384) W \times (\text{CLARO})^4 / (E \times I)$ (W considerada sin carga viva)

E = cte I = valor de tabla II

$W = (\text{carga-carga viva}) \times \text{SEP} + \text{peso} = (131-40) \times 0.60 + 3.31$ (Kg/m²)(m)(Kg/m)

W = 57.91 Kg/m

$Fl.act = (5/384) \times (0.5791 \times (300)^4) / (20400000 \times 69.09)$

(kg/cm)(cm⁴)(cm²/Kg)(1/cm⁴) flecha act = 0.43 cm

Flecha PERM (cm)

$Fl.perm = \text{CLARO}/240 + 0.5 = 300/240 + 0.5$ (cm) 1.75 cm OK

V ACT Esfuerzo cortante actuante (Kg)

$W \times l / 2 = 113.35 \times 3 / 2 =$ 170 Kg

V RES Esfuerzo cortante resistente (Kg)

valor tomado de la tabla II :

2703 Kg OK

Tablas VI VII y VIII. Pamacón apoyado en nervaduras de concreto

En este caso se consideraron vigas de concreto prefabricadas, dejando espacio entre páneles para después colar una capa de concreto armado sobre el conjunto, quedando el pamac n integrado a la losa (ver figura II).

Como en este sistema la capa de concreto es forzosamente parte de los acabados, se consideraron únicamente los tipos de carga 7 a 14 de la tabla I, que son los que la tienen considerada.

Valores considerados para el cálculo

CONCRETO

resistencia a compresión $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$

resistencia de diseño $fMc = 0.8 f'c = 160 \text{ Kg/cm}^2$

módulo de elasticidad $E = 8000 \sqrt{f'c} = 113,137 \text{ Kg/cm}^2$

factor de reducción (flexión) $= 0.9$

factor de reducción (cortante) $= 0.8$

ACERO

esfuerzo de fluencia $f_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2$

módulo de elasticidad $E = 2,000,000 \text{ Kg/cm}^2$

Diseño de secciones

Pandeo lateral

Para calcular las secciones de viga bajo trabajo final, se elaboraron secciones tipo con anchos entre 9 y 15 cm., el mínimo necesario para no tener que analizar los efectos de pandeo lateral. De acuerdo con el reglamento, la separación entre apoyos laterales no puede ser mayor que 35 veces el ancho de la viga. Con los claros aquí considerados:

claro (cm)	ancho de viga "b" (cm)	claro/b
300	9	33
360	11	33
420	12	35
480	14	34

Deflexiones

La deflexión máxima permitida contemplando efectos a largo plazo se calculó con la fórmula propuesta en el reglamento:

$$\frac{\text{claro} + 0.5 \text{ cm}}{240}$$

La deflexión inmediata se calculó del mismo modo que para las otras vigas, utilizando las fórmulas usuales para determinar deflexiones elásticas. La deflexión adicional para considerar efectos a largo plazo, se obtuvo multiplicando la deflexión inmediata por la expresión:

$$\frac{4}{1 + 50 p'}$$

donde $p' = \frac{\text{acero a compresión}}{bd}$

Los peraltes de las secciones tipo de la tabla VII, se definieron de modo que cumplieran con el requisito de deflexiones permisibles, usando los anchos mínimos propuestos para cada claro. Como resultado de esto, se propusieron peraltes de 19, 24 y 29 cm. siendo los incrementos de 5 cm. para facilitar la cimbra de las piezas al momento del colado.

Áreas de acero

Para diseñar los armados, se elaboró la TABLA VI, en que se proponen combinaciones de varillas de 5/16, 3/8, 1/2 y 5/8 de pulgada de diámetro

para las diferentes áreas, que caen en el rango requerido para las secciones precastas. Para facilitar la colocación de estribos se consideró una varilla de 5/16 en la zona de compresión. Sin embargo, las vigas fueron calculadas prácticamente como simplemente armadas, despreciando el momento tomado por el acero a compresión mencionado.

Fórmulas para calcular resistencias.

Flexión

De acuerdo al reglamento del DDF, para secciones rectangulares sin acero de compresión:

$$M_r = F_r b d^2 f'_c q (1-0.5q)$$

o bien

$$M_r = F_r A_s f_y d(1-0.5q)$$

donde

M_r = Resistencia a flexión

F_r = 0.9

b = ancho de la sección

d = peralte efectivo

A_s = área del refuerzo de tensión

$$f''c = \frac{(1.05 - f''c)}{1250} f''c \leq 0.85 f''c$$

$$q = \frac{p f_y}{f''c}$$

$$p = \frac{A_s}{bd}$$

Se revisa que el acero a tensión no exceda de 75 % del correspondiente a falla balanceada, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$A_s \leq 0.75 \frac{f''c}{f_y} \frac{4800}{f_y + 6000} b d$$

del mismo modo $p \leq 0.75 \frac{f''c}{f_y} \frac{4800}{f_y + 6000}$

donde $p = \frac{A_s}{bd}$

Sustituyendo los valores considerados:

$$p \leq 0.75 \frac{136}{4000} \frac{4800}{4000 + 6000}$$

Por lo tanto, $p \leq 0.01224$ para todas las secciones.

Considerando el valor de p :

$q \leq \frac{0.01224,4000}{0.36}$ por lo que $q \leq 0.36$ en todos los casos

136

Considerando la máxima área de acero permitida (75 por ciento de la falla balanceada) obtenemos el mayor momento resistente posible:

$$M_r = F_r b d^2 f'_c q (1-0.5q)$$

$$M_r = 0.9 \cdot 136 \cdot 0.36 (1-0.18) b d^2 = 36.13 b d^2$$

Con esta fórmula se obtiene el mayor momento resistente permitido en cada una de las secciones tipo de la tabla VII. Así, se elige después en cada una de las combinaciones de claro-carga de la tabla VIII la primera sección tipo cuyo momento resistente sea mayor al actuante, considerando también que cumple con los requisitos de cortante, deflexión y pandeo lateral.

Una vez conocidas las dimensiones de la sección tipo que satisfaga las condiciones mencionadas, se optimiza el área real de acero requerida considerando el momento actuante para cada combinación de claro y carga en particular (Tabla VIII), utilizando la siguiente fórmula:

$$M_r = F_r A_s f_y d(1-0.5q)$$

$$M_r = 0.9 A_s 4000 d(1-0.18)$$

Despejando A_s :

$$A_s = \frac{M_r}{2952 d}$$

Se recalculan "p" y "q" con la nueva área de acero obtenida, y se vuelve a aplicar la fórmula del momento actuante para obtener un área de acero requerida más aproximada.

Hecho esto, se revisa que el área propuesta cumple con el mínimo requerido de acuerdo a la expresión aproximada propuesta en el reglamento:

$$A_s = \frac{0.7 \sqrt{f'c} \quad bd}{f_y}$$

Cortante

La fuerza cortante tomada por el concreto se calcula con el criterio siguiente:

Si $p < 0.01$:

$$V_{cr} = F_r b d (0.2 + 30\rho) \sqrt{f_{kc}}$$

Si $\rho \geq 0.01$:

$$V_{cr} = 0.5 F_r b d \sqrt{f_{kc}}$$

Refuerzo por tensión diagonal

Como en todas las secciones el cortante tomado por el concreto fue mayor que el actuante, se diseñó considerando un refuerzo mínimo por tensión diagonal, formado por estribos verticales del número 2 a cada medio peralte efectivo.

Tabla VI. Areas de acero para lecho inferior (tensión)

La tabla VI muestra varias combinaciones de varillas y su área, usadas para diseñar el acero a tensión de las secciones en base al área requerida en el análisis. El acero a compresión propuesto en todas las secciones es de 1 varilla de 5/16 de pulgada.

Tabla VII. Secciones tipo de concreto

En esta tabla se definen secciones tipo para cada claro. Las dimensiones se proponen en base a las restricciones de pandeo y flecha, y el momento permisible mostrado es el máximo posible considerando un 75% del acero de la sección balanceada. Esta área de acero se ajusta a la requerida en

cada combinación de claro y carga (tabla VIII) de acuerdo al momento actuante.

Tabla VIII. Secciones de concreto propuestas en base a claro y carga

En esta tabla se diseñan las secciones para cada combinación de claro y carga. Se selecciona la primera sección de la tabla VII cuyo momento máximo resistente es mayor al momento actuante, y que además pase por deflexión y por cortante. Hecho ésto se determina el área de acero requerida de acuerdo al momento actuante y se propone la primera combinación de varillas de la tabla VI que sea mayor al área requerida.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

TABLA VII. Secciones tipo de concreto.

Ejemplo con 3 m de claro.

L claro (mt)

Distancia entre apoyos de la viga **3.00 m**

B ancho de la sección (cm)

$300 / 35 = 8.6$ (restricción por pandeo) **9 cm**

H peralte de la sección (cm) **19 cm**

d peralte efectivo

H - recubrimiento (2 cm) **17 cm**

M perm Momento permisible (Kg.cm)

$M_{perm} = 36.13 \text{ bd}^2 = 36.13 \times 9 \times (17)^2 =$ **93974 Kg.cm**

TABLA VIII. Secciones propuestas en base a claro y carga.

Ejemplo con 3 m de claro y carga tipo 12 de 227.0 Kg/m² (tabla I)

L claro (mt)

3.00 m

No W Número de carga en tabla I

12

W Carga (Kg/m²)

227.0 Kg/m²

WL Carga por nervadura (Kg/m)

$$WL = (W)1.4 \times 0.61 + (W-22.5)1.4 \times b + W_{pp} (Kg/m^2)(m) + Kg/m^2(m) + (Kg/m)$$

$$W_{pp} = 0.09 \times (h-0.04) \times 2400 (m)(m)(Kg/m^3) = 32.4 Kg/m$$

$$WL = 193.86 + 25.77 + 32.40 = 252.03$$

252.0 Kg/m

B ancho de nervadura (cm)

9 cm

H peralte (cm)

19 cm

d H - recubrimiento

$$19 - 2 = 17$$

17 cm

V act (kg) Cortante actuante

$$V_{act} = \frac{252 \times 3}{2} = 378$$

2

378 Kg

V Perm (kg) Cortante permisible

$$\begin{aligned} V_{perm} &= F_r b d (0.2 + 30\rho) \sqrt{f_k c} \\ &= 0.8 \times 9 \times 17 \times (0.2 + 30 \times \frac{0.49}{9 \times 17}) \times \sqrt{160} \\ &= 458 \end{aligned}$$

458 Kg OK

FLECHA ACT Flecha actuante (cm)

Carga sin considerar carga viva ni factor de carga:

$$WL = (W - 40) \times 0.61 + (W - 62.5) \times b + W_{pp} (Kg/m^2)(m) + Kg/m^2)(m) + (Kg/m)$$

$$W_{pp} = 0.09 \times (h - 0.04) \times 2400 (m)(m)(Kg/m^3) = 32.4 Kg/m$$

$$WL = 114.07 + 14.81 + 32.40 = 161.28$$

$$Flecha = \frac{5}{384} \frac{WL^4 \times (1 + \frac{4}{1 + 50\rho'})}{EI}$$

$$= \frac{5 \cdot 1.61 \times (300)^4 \times (1 + 4)}{384 \cdot 113137 \times 9 \times (1913)} \cdot \frac{(kg)(cm^4)(cm^2)(1)}{1.16 \quad cm \quad kg \quad cm^4}$$

12

$$= 0.291 \times 4.45$$

$$= 1.29 \text{ cm}$$

Flecha PERM (cm)

$$Fl_{perm} = CLARO/240 + 0.5 = 300/240 + 0.5 \text{ (cm)} = 1.75$$

$$1.75 \text{ cm OK}$$

M act Momento actuante (Kg.cm)

$$M_{act} = W \times (112 / 8 = 252.03 \times 9 / 8 \text{ (Kg/m)})(m^2)$$

$$M_{act} = 283.53 \text{ Kg.m}$$

$$28,353 \text{ Kg.cm}$$

M res Momento resistente (Kg.cm)

De tabla VII : momento resistente máximo:

$$93974 \text{ Kg.cm}$$

Area tens Area de acero a tensión (cm²)

$$A_s = \frac{M_{act}}{2952 \text{ d}} = \frac{28353}{2952.17} = 0.56 \text{ cm}^2$$

$$2952 \text{ d} \quad 2952.17$$

$$q = \frac{A_s f_y}{b d f'_c} = \frac{0.56 \times 4000}{9 \times 17 \times 136} = 0.107$$

$$A_s = \frac{M_{act}}{3600 d (1 - 0.5q)} = \frac{28353}{3600 \times 17 (0.946)} = 0.49 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area mínima: } A_s \text{ min} = 0.00247 b d = 0.42 \text{ cm}^2$$

0.49 cm²

Momento resistente :

$$q = \frac{A_s f_y}{b d f'_c} = \frac{0.49 \times 4000}{9 \times 17 \times 136} = 0.0942$$

$$M = F_r b d f'_c q (1-q) = 0.9 \times 9 \times (17) \times 136 \times 0.0942 \times 0.953$$

28580 Kg.cm

Varillas propuestas (en diámetro en pulgadas)

Se chequea en la tabla VI el valor inmediato superior al

requerido. En este caso:

2 vars 5/16"

Consideraciones para todas las secciones:

Acero mínimo por temperatura.

Considerando la sección más desfavorable:

$$660b / (f_y (b+100)) \times 1.5 = 660 \times 14 / (4000 \times 109) \times 1.5 = 0.03 \text{ cm}^2/\text{cm}.$$

Donde b es la dimensión mínima del miembro perpendicular al refuerzo(cm)

Para 14 cm de ancho: $0.02 \times 14 = 0.45 \text{ cm}^2$ como mínimo

Por lo tanto, todas las secciones cumplen

Tabla IX. Losa maciza

Para la losa maciza de concreto, fueron hechas las siguientes consideraciones:

El método de cálculo utilizado fue el método II de coeficientes del ACI

La losa fue calculada con dos claros discontinuos, por ser la más común

Los claros utilizados fueron los mismos que se usaron para cubiertas de pamacón, considerándolos como el claro largo de la losa. Los claros cortos considerados fueron de 3, 3.2, 3.5, 3.8, 4.0 y 4.2 mts., que fueron elegidos en base a las separaciones de vigas consideradas en las cubiertas de pamacón.

Sección	valor de m
3.0 x 3.0	1.0
3.0 x 3.6	0.83
3.0 x 4.2	0.71
3.0 x 4.8	0.725
3.5 x 3.0	0.86
3.5 x 3.6	0.97
3.5 x 4.2	0.83
3.5 x 4.8	0.73
4.0 x 3.0	0.75
4.0 x 3.6	0.90
4.0 x 4.2	0.95
4.0 x 4.8	0.83

Limitaciones del refuerzo, de acuerdo al reglamento:

Separación máxima permisible : $3.5h$ o 50 cm h =espesor

Refuerzo mínimo por cambios volumétricos:

$$A_s = \frac{660 d}{f_y (100 + d)} = \frac{0.165 d}{100 + d} \times 1.5 \times 100$$

Refuerzo mínimo, considerando la losa como una viga con $b=100$ cm:

$$A_s = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} b d = 0.247 d$$

Dado que las cargas analizadas son pequeñas, se propusieron armados con varilla de $3/8$ de pulgada en ambas direcciones para todas las combinaciones. De este modo se evita utilizar más área que la requerida para tener que cumplir con las separaciones máximas mencionadas.

Peraltes propuestos

Se propusieron espesores de 10, 12 y 14 cms, considerando la losa como vigas de 100 cm de ancho (tabla VII), por lo que se obtuvieron los momentos máximos posibles para estas secciones considerando el 75 % del área de acero de la sección balanceada.

El peralte efectivo mínimo necesario para no tener que hacer revisión por deflexiones es:

$$D \leq \frac{\text{permetro}}{300}$$

Considerando la losa colada monolíticamente con sus apoyos y con dos lados discontinuos, éstos deben considerarse incrementados en un 25 %, por lo que considerando los claros mayores aquí especificados (4.2 y 4.8):

$$D \leq \frac{2025}{300} = 6.75$$

Por lo tanto, los peraltes propuestos para las secciones tipo son correctos.

Cortante

Para calcular la fuerza cortante actuante se utilizó la expresión:

$$V_{act} = \frac{\left(\frac{\text{claro corto} - d}{2} \right) w}{1 + m^6} \times 1.15$$

donde V_{act} = fuerza cortante actuante

- d = peralte de la losa
- w = carga
- m = Relación entre claros
- 1.15 = factor por considerarse bordes continuos
y discontinuos

La resistencia de la losa a la fuerza cortante se supuso igual a:

$$0.5 Fr bd \sqrt{f'c} = 505.96 d \text{ sustituyendo valores}$$

Momento flexionante

El momento actuante se obtuvo con la expresión:

$$W x (\text{claro corto})^2 x \text{ coeficiente lado discontinuo}$$

Por la relación entre coeficientes, el coeficiente del claro continuo es 2 veces mayor que el del discontinuo, por lo que se multiplicó el valor anterior por 2 para obtener el momento máximo actuante en la losa. Con éste se seleccionó la primera sección tipo de la tabla VII con un momento resistente mayor, calculando el área de acero de la misma forma en que se hizo con las vigas de concreto.

Separación entre varillas

La separación se obtuvo mediante la expresión:

$$\frac{100 a_s}{A_s} \quad \text{donde } a_s = \text{área de la varilla (0.71 cm}^2 \text{ para } 3/8")$$

$A_s = \text{Área requerida por la sección.}$

Cargas consideradas

Se consideraron solo las cargas 1 a 6 de la tabla I, pues de la 7 a la 12 se considera una capa adicional de concreto. Por un lado, a dichas cargas debía restárseles la carga del paramón de 22.5 Kg/m², y por otro, aumentar 20 Kg/m² a la carga muerta tal como lo indica el reglamento, por lo que se consideró el peso tal como aparece en la tabla.

ARMADOS

Considerando la relación entre coeficientes, y tomando el coeficiente continuo como unitario. Dado que el coeficiente y el Área de acero requerida son directamente proporcionales, tenemos que:

Considerando $A_s = \text{área de acero del lado continuo, tenemos:}$

Área de acero al centro del claro : 0.75 A_s

Área de acero en el lado discontinuo : 0.5 A_s

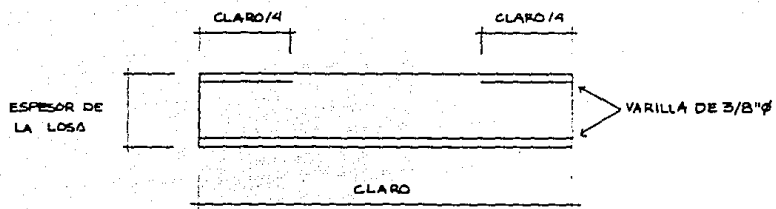
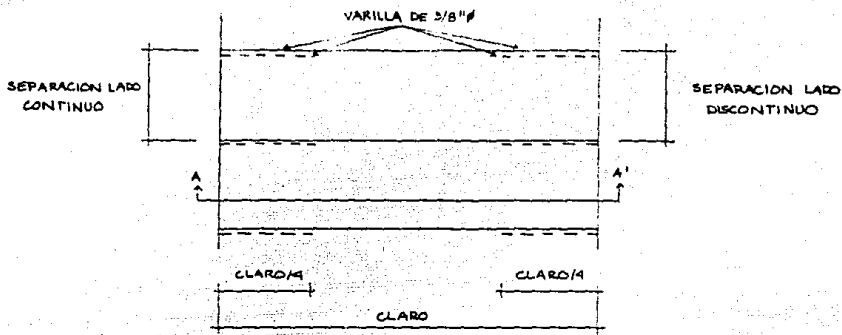
De igual modo:

Separación lado discontinuo : 1 / 0.5 sep. lado discontinuo
Separación al centro del claro : 1 / 0.75 sep. lado discontinuo

Por lo tanto, la separación menor ocurre en el lado continuo, que es el considerado en los cálculos en la tabla IX. Como las cargas de diseño son pequeñas, en general dicha separación es aún mayor que la máxima permitida por restricciones del refuerzo. Por lo tanto se eligió un armado tipo con varilla de 3/8 " con la misma separación tanto en el lado continuo como en el discontinuo, y con bastones en el lecho superior a ambos lados para tomar el momento negativo, tal como se muestra en la figura IV.

RESULTADOS

Se elaboró una tabla de resultados de acuerdo a los diferentes claros y cargas, calculando el momento actuante para el lado continuo, que es el mayor en la losa. El espesor se obtuvo de la tabla VII, considerando la primera sección con momento resistente mayor al actuante y peralte mínimo requerido. El área de acero se calculó de la misma forma que para cualquier viga, considerando para éste el lado continuo. En todos los casos se diseñó con varilla de 3/8 " y en base al armado tipo usado en todas las secciones. Ejemplo:



CORTE A-A'

FIGURA IV
 ARMADO TIPO CONSIDERADO EN LOSA MACIZA

TABLA IX.

CL CORTO claro corto(MTS)	3.0 m
CL LAR claro largo(MTS)	3.0 m
CARG TIPO	
tipo de carga de acuerdo a la tabla I, pero sin considerar pamacón.	6
CARGA (Kg/m)	
Se consideraron las cargas 1 a 6 de la tabla I	131.0 Kg/m ²
$(131) \times 1 + (0.1)(1)(2400) =$	371.00 Kg/m
d peralte De la tabla VII:	8 cm
m claro largo / claro corto 3/3	1.00
COEF CORTO coef. del claro corto (lado cont.)	
Valor obtenido de TABLAS	-4.9
COEF LARGO coef. del claro largo (lado cont.)	
Valor obtenido de TABLAS	-4.9

Momento actuante claro corto lado continuo Kg.cm

$$M_{act} = COEF \times w \times (s)^2$$

$$M_{act} = 4.9 \times 371 \times 9 = 16361 \text{ Kg.cm}$$

16631 Kg.cm

Momento permisible claro corto Kg.cm

Obtenido en base al momento actuante como si fuera una viga, revisando el área de acero por refuerzo mínimo y por temperatura.

En este caso, área requerida en el cálculo :

$$\text{Área de acero} = \frac{16361}{2952 \times 8} = 0.79 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área mínima} = 0.247 d = 1.98 \text{ cm}^2 \text{ (o 1.33 de la calculada)}$$

$$\text{Área por temperatura} = 0.165 d \times 100 \times 1.5 / (100 + d)$$

$$= 0.165 \times 8 \times 100 \times 1.5 / (108) = 1.83 \text{ cm}^2$$

Se considera el área por temperatura como mínima permisible

1.83 cm²

Momento resistente :

$$q = \frac{A_s f_y}{b d f'_c} = \frac{1.83 \times 4000}{9 \times 17 \times 136} = 0.0673$$

$$M = F_r \cdot b \cdot d^2 \cdot f''c \cdot q \cdot (1-q) = 0.9 \times 100 \times (8)2 \times 136 \times 0.0673 \times 0.966$$

50928 Kg.cm

Cortante actuante Kg

$$V_{act} = \frac{(3.0 / 2) - 0.08 \times 371 \times 1.15}{1 + 1^6} =$$

303 Kg

Cortante permisible Kg

$$V_{perm} = 505.96 \times 8 =$$

4048 Kg

Separación de varillas claro largo

$$SEP = \frac{\text{Area por varilla}}{\text{Area requerida por el lado corto}}$$

$$SEP = \frac{71}{1.83} = 39$$

Como la separación máxima permitida es 3.5 h, se propone 35 cm como separación en toda la losa. 35 cm

Los momentos, área de acero y separación de varillas son iguales para el claro largo, por ser ambos claros de las mismas dimensiones. En este caso, el armado queda igual en ambas direcciones, con varilla de 3/8 " a cada 35 cm en ambos lados (separación máxima permisible).

COSTOS

En este capítulo se presenta el detalle para la obtención del costo de cada uno de los sistemas constructivos considerados, mostrando una tabla de resumen por cada uno de ellos. Todos los sistemas se analizan bajo la misma combinación de dimensiones (claro corto y claro largo) y cargas (acabados). La última tabla resume los costos totales obtenidos, mostrando la opción más económica en cada una de las combinaciones.

Se presenta primero la lista de precios básicos y cuadrillas de trabajo, en base a las que son generados los precios unitarios utilizados para la obtención del costo total de cada una de las combinaciones. Los resultados se agrupan por tablas de la siguiente forma:

Tabla XI. Costo de cada combinación de acabados por m².

Tabla XII. Costo de cubierta de pamacón apoyada sobre vigas de acero.

Tabla XIII. Costo de cubierta de pamacón apoyada sobre vigas de madera

Tabla XIV. Costo por pieza de viga prefabricada de concreto, en base a diferentes claros y acabados.

Tabla XV. Costo de cubierta de pamacón apoyada sobre vigas prefabricadas de concreto.

Tabla XVI. Costo de cubierta de losa maciza.

Tabla XVII. Costo de cubierta de vigueta y bovedilla.

Tabla XVIII. Resumen de costos de todos los sistemas, mostrando la mejor opción para cada combinación.

Costos de materiales considerados

ALAMBRE RECOCIDO	1,200	KG
ALAMBRON	1,350	KG
ARENA	21,500	M3
CEMENTO	160,000	TON
CLAVO	1,800	KG
DIESEL	400	LT
FESTER	20,000	M2
GRAVA	21,500	M3
LADRILLO	125,000	TCN
MADERA 1A	3,250	Pie tablón
MADERA 2A	2,400	Pie tablón
MADERA 3A	1,650	Pie tablón
MADERA PARA CIMBRA	1,000	Pie tablón
MALLA ELECTROSOLDADA	2,100	m2
MONTEN	1,500	KG
VARILLA	1,100,000	TCN
YESO	115,000	TON

Precios de cuadrillas, precios básicos y precios unitarios

CUADRILLA 1	61,303	JOR
CUADRILLA 2	57,630	JOR
CUADRILLA 3	61,303	JOR
CUADRILLA 4	125,430	JOR
CUADRILLA 5	193,230	JCR
CUADRILLA 6	129,110	JOR
CUADRILLA 7	194,250	JOR
ACERO NO.2	1,773	KG
ACERO NO.2.5	1,621	KG
ACERO NO.3	1,485	KG
ACERO NO.4	1,520	KG
CIMBRA LOSA	16,367	M2
CONCRETO	98,835	M3
CONCRETO EN LOSA	148,901	M3
IMPERMEABILIZACION	10,799	M2
PAMACON	17,067	M2
TEJA 30X15	18,717	M2
VIGA DE ACERO	2,131	KG
VIGA DE MADERA	2,978	PT
YESO	5,702	M2

Cuadrillas de trabajoCuadrilla No.1 (1 carpintero de o.negra + 1 ayudante)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Carpintero de O.N.	jor	1.00	31,000	31,000
Ayudante	jor	1.00	23,250	23,250
			S U M A	54,250
Mando Intermedio	%	0.10	54,250	5,425
Herramienta menor	%	0.03	54,250	1,628
			COSTO DIRECTO	61,303

Cuadrilla No.2 (1 albañil + 1 peón)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Oficial albañil	jor	1.00	31,000	31,000
Peón	jor	1.00	20,000	20,000
			S U M A	51,000
Mando Intermedio	%	0.10	51,000	5,100
Herramienta menor	%	0.03	51,000	1,530
			COSTO DIRECTO	57,630

Cuadrilla No.3 (1 fierrero + 1 ayudante)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Fierrero	jor	1.00	31,000	31,000
Ayudante	jor	1.00	23,250	23,250
			S U M A	54,250
Mando Intermedio	%	0.10	54,250	5,425
Herramienta menor	%	0.03	54,250	1,628
			COSTO DIRECTO	61,303

Cuadrilla No.4 (1 albañil + 4 peones)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Oficial albañil	jor	1.00	31,000	31,000
Peón	jor	4.00	20,000	80,000
			S U M A	111,000
Mando Intermedio	%	0.10	111,000	11,100
Herramienta menor	%	0.03	111,000	3,330
			COSTO DIRECTO	125,430

Cuadrilla No.5 (1 operador de equipo menor + 7 peones)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Operador de eq. menor	jor	1.00	31,000	31,000
Peón	jor	7.00	20,000	140,000
			S U M A	171,000
Mando Intermedio	%	0.10	171,000	17,100
Herramienta menor	%	0.03	171,000	5,130
			COSTO DIRECTO	193,230

Cuadrilla No.6 (1 albañil + 1 ayudante + 3 peones)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Oficial albañil	jor	1.00	31,000	31,000
Ayudante	jor	1.00	23,250	23,250
Peón	jor	3.00	20,000	60,000
			S U M A	114,250
Mando Intermedio	%	0.10	114,250	11,425
Herramienta menor	%	0.03	114,250	3,428
			COSTO DIRECTO	129,110

Cuadrilla No.7 (1 albañil + 1 ayudante + 7 peones)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Oficial albañil	jor	1.00	31,000	31,000
Ayudante	jor	1.00	23,250	23,250
Peón	jor	7.00	20,000	140,000
			S U M A	194,250
Mando Intermedio	%	0.10	194,250	19,425
Herramienta menor	%	0.03	194,250	5,828
			COSTO DIRECTO	219,503

Cuadrilla No.8 (1 albañil + 1 ayudante + 2 peones)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
Oficial albañil	jor	1.00	31,000	31,000
Ayudante	jor	1.00	23,250	23,250
Peón	jor	2.00	20,000	40,000
			S U M A	94,250
Mando Intermedio	%	0.10	94,250	9,425
Herramienta menor	%	0.03	94,250	2,828
			COSTO DIRECTO	106,503

Costos básicos

Concreto hecho en obra f'c=200 Kg/cm² A.M. 19mm UNIDAD: M3

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Cemento Portland gris	ton	0.3680	160,000	58,880
Arena	m3	0.5310	21,500	11,417
Grava de 19 mm	m3	0.6430	21,500	13,825
MANO DE OBRA				
Cuadrilla .5	jor	0.0550	219,503	12,073
MAQUINARIA				
Revolvedora de concr. de 1 saco 8 HP	hr	0.6600	4,000	2,640
			COSTO DIRECTO	98,835

Concreto f'c=200 Kg/cm² en losa (incluye elaboración en obra, vaciado y curado) UNIDAD: M3

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Concreto f'c=200 Kg/cm ² hecho en obra	m3	1.0400	98,835	102,788
MANO DE OBRA				
Cuadrilla 5	jor	0.2270	193,230	43,863
MAQUINARIA				
Vibrador para concreto de 4 HP	hr	0.5000	4,500	2,250
			COSTO DIRECTO	148,901

Cimbra común en losa de 0.00 a 4.00 mt. de altura. Incluye descimbrado y acarreo a bodega UNIDAD: M2

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Madero de pino 3a.	PT	8.5500	1,000	8,550
Clavo	Kg	0.3500	1,800	630
Alambre recocido No.18	Kg	0.0850	1,200	102
Diesel	lt.	0.7000	400	280
MANO DE OBRA				
Cuadrilla 1	jor	0.1110	61,303	6,805
			COSTO DIRECTO	16,367

Suministro y habilitado de acero de refuerzo UNIDAD: Kg
 en estructura alta resistencia $f_y=4000$ Kg/cm² No.2

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Acero de refuerzo No.2	kg	1.0500	1,350	1,418
Alambre recocido No.18	kg	0.0400	1,200	48
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.3	jor	0.0050	61,303	307
			COSTO DIRECTO	1,773

Suministro y habilitado de acero de refuerzo UNIDAD: Kg
 en estructura alta resistencia $f_y=4000$ Kg/cm² No.2.5

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Acero de refuerzo No.2.5	kg	1.0780	1,100	1,186
Alambre recocido No.18	kg	0.0410	1,200	49
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.3	jor	0.0063	61,303	386
			COSTO DIRECTO	1,621

Suministro y habilitado de acero de refuerzo UNIDAD: Kg
 en estructura alta resistencia $f_y=4000$ Kg/cm² No.3

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Acero de refuerzo No.3	kg	1.0850	1,100	1,194
Alambre recocido No.18	kg	0.0280	1,200	34
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.3	jor	0.0050	61,303	307
			COSTO DIRECTO	1,535

Suministro y habilitado de acero de refuerzo UNIDAD: Kg
 en estructura alta resistencia $f_y=4000$ Kg/cm² No.4

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Acero de refuerzo No.4	kg	1.0960	1,100	1,206
Alambre recocido No.18	kg	0.0160	1,200	20
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.3	jor	0.0048	61,303	294

COSTO DIRECTO 1,520

suministro, montaje y nivelación de viguetas UNIDAD: PT
estructurales de madera.

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Madera de pino de 2a.	P.T.	1.0500	2,400	2,520
Clavo	kg	0.0500	1,800	90
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.1	jor	0.0060	61,303	368
			COSTO DIRECTO	2,978

suministro, montaje y nivelación de viguetas UNIDAD: Kg
estructurales de acero.

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Monten 4-7 MT 14	Kg	1.0500	1,500	1,575
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.3	jor	0.0070	61,303	429
			COSTO DIRECTO	2,004

Pamación en cubierta. Incluye suministro, UNIDAD: M2
acarreo, transporte, elevación y fijación

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Pamación de 5 cm espesor	m2	1.0500	13,200	13,860
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.8	jor	0.0154	106,503	1,640
			COSTO DIRECTO	15,500

Losa reticular autosustentable a base de vigueta UNIDAD: M2
 pretensada P-16 + capa de compresion de concreto de 3 cm.
 de concreto f'c = 200 kg/cm2 armado con malla elect.
 6x6 - 10/10. (Mano de obra solamente)

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.7	jor	0.0076	219,503	1,668
Cuadrilla No.6	jor	0.0006	129,110	77
Cuadrilla No.7	jor	0.0125	219,503	2,744
			COSTO DIRECTO	4,489

Capa de concreto de 4 cm de espesor con malla UNIDAD: M2
 electrosoldada 6x6-10x10

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Conc f'c=200 Kg/cm2 R.N.	m3	0.0420	98,835	4,151
Malla electrosoldada	m2	1.1000	2,100	2,310
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.7	jor	0.0125	219,503	2,744
			COSTO DIRECTO	9,205

Impermeabilización en losa de azotea UNIDAD: M2

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Microprimer (fester)	lt	2.5000	2,100	5,250
Permafalt (membrana)	m2	1.2000	1,800	2,160
Arena	m3	0.0050	21,500	108
Diesel	lt	1.0000	400	400
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.2	jor	0.0500	57,630	2,881
			COSTO DIRECTO	10,799

Yeso de 2 cm de espesor

UNIDAD: M2

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Yeso	ton	0.0140	115,000	1,610
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.2	jor	0.0710	57,630	4,092
			COSTO DIRECTO	5,702

Teja de media caña de 30 x 15 cm

UNIDAD: M2

Concepto	U	Cant.	P.U.	Importe
MATERIALES				
Teja de media caña	pza	25.000	500	12,500
Mortero cemento arena 1a5	m3	0.025	85,000	2,125
MANO DE OBRA				
Cuadrilla No.2	jor	0.0710	57,630	4,092
			COSTO DIRECTO	18,717

Tabla XI. Costo de cubiertas tipo utilizando diferentes acabados.

(En base a la tabla de cargas considerada para el cálculo)

TIPO	IMPERM \$/m2	TEJA \$/m2	CONCR \$/m2	YESO \$/m2	COSTO TOTAL \$/m2
01	X				10,799
02		X			18,717
03	X	X			29,516
04	X			X	16,371
05		X		X	24,419
06	X	X		X	35,218
07	X		X		20,004
08		X	X		27,922
09	X	X	X		38,721
10	X		X	X	25,706
11		X	X	X	33,624
12	X	X	X	X	44,423

Tabla XII, Costo de pamacón apoyado sobre vigas de acero

Claro corto (m).

Lado corto de la cubierta. 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 4.0 y 4.2 mts.

Claro largo (m).

Lado largo de la cubierta. 3.0, 3.6, 4.2 y 4.8 mts.

Carga.

Tipo de carga (tabla XI). Cargas 1 a 12.

Area de la cubierta (m²).

Lado corto x lado largo

Precio unitario de la cubierta (\$/m²).

Costo de pamacón + costo de la cubierta (tabla XI)

Costo de la cubierta (\$).

Area de cubierta x PU de cubierta

Separación óptima (m).

Comparación entre las tres separaciones entre vigas usados en la tabla V (0.60, 0.76 y 0.80 mts.)

No. de vigas = $\frac{\text{Lado corto}}{\text{Separación}}$

Peso/mt. --> De tabla V, en base a la sección propuesta para cada separación

Peso de vigas = No. vigas x Peso/mt x claro largo

Se selecciona la separación cuyo peso total de vigas sea menor.

Sección óptima.

De tabla V. En base a claro largo, tipo de carga y separación óptima

Peso de vigas (kg).

Obtenido para seleccionar la separación óptima.

Precio unitario de viga de acero (\$/kg).

Costo unitario de vigueta de acero estructural + costo proporcional de grapas de lámina galvanizada cal. 20 para fijar el pamacón a las vigas de acero.

Costo de vigas (\$)

Peso de vigas x precio unitario de viga

Costo total (\$)
Costo de cubierta + costo de vigas

Ejemplo.

Claro corto : 3.0 mts.
Claro largo : 3.6 mts.
Tipo de carga : 1

Area de la cubierta (m²).
 $3.0 \times 3.6 = 10.8$

Precio unitario de la cubierta (\$/m²).
 $15,500 + 10,799 = 26,299$

Costo de la cubierta (\$).
 $10.8 \times 26,299 \text{ (m}^2\text{)} (6/\text{m}^2) = \$284,029$

Separación óptima (m).
Para 0.60 mts :

No. de vigas = $\frac{3.0}{0.6} = 5 - 1 = 4$ Se resta 1 pieza, pues el primer espacio se considera del muro a la primera viga.

Peso/mt. --> 3.31 kg/mt De tablas IV y V

Peso de vigas = $4 \times 3.31 \times 3.6 \text{ (kg/m)} (m) = 47.66 \text{ kg}$

Para 0.76 mts :

No. de vigas = $\frac{3.0}{0.76} = 3.95 = 3$ Se eliminan decimales. Este espacio se considera del muro a la primera viga.

Peso/mt. --> 3.31 kg/mt De tablas IV y V

Peso de vigas = $3 \times 3.31 \times 3.6 \text{ (kg/m)} (m) = 35.75 \text{ kg}$

Para 0.80 mts :

No. de vigas = $\frac{3.0}{0.80} = 3.75 = 3$ Se eliminan decimales. Este espacio se considera del muro a la primera viga.

Peso/mt. --> 3.31 kg/mt De tablas IV y V

Peso de vigas = $3 \times 3.31 \times 3.6$ (kg/m) (m) = 35.75 kg

Las secciones óptimas son 0.76 y 0.80 mts, por ser las que tienen menor peso.

Se elige 0.80 por ser la separación mayor.

Sección óptima

4 MT 14. De tabla V, para claro=3.6, carga=1 y separación=0.80

Peso de vigas (kg).

35.75 kg. Obtenido para seleccionar la separación óptima.

Precio unitario de viga de acero (\$/kg).

De lista de precios unitarios: \$2,004 (sin considerar grapas)

No. grapas = 3 vigas x 5 grapas/viga = 15 grapas

Costo total de grapas = 15 pzas x \$2,000/pza = \$30,000

PU por kilo de viga = $\frac{(2004 \$/kg \times 35.75 kg) + \$30,000}{35.75 kg} = \$2,843$

Costo de vigas (\$).

$35.748 \times 2,843$ (kg)(\$/kg) = \$101,639

Costo total (\$)

$\$284,029 + \$101,637 = \$385,668$

Tabla XIII. Costo de cubierta paracón apoyado sobre vigas de madera

Claro corto (m).

Lado corto de la cubierta. 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 4.0 y 4.2 mts.

Claro largo (m).

Lado largo de la cubierta. 3.0, 3.6, 4.2 y 4.8 mts.

Carga.

Tipo de carga (tabla XI). Cargas 1 a 12.

Area de la cubierta (m²).

Lado corto x lado largo

Precio unitario de la cubierta (\$/m²).

Costo de paracón + costo de la cubierta (tabla XI)

Costo de la cubierta (\$).

Area de cubierta x PU de cubierta

Separación óptima (m).

Comparación entre las tres separaciones entre vigas usadas en la tabla III (0.60, 0.76 y 0.80 mts.)

$$\text{No. de vigas} = \frac{\text{Lado corto}}{\text{separación}}$$

Cantidad de madera requerida, en pies tablon:

$$\frac{\text{No. vigas} \times \text{claro largo (m)} \times \text{area de la seccion en cm}^2}{3.65 \times (2.54)^2}$$

El area de la sección se obtiene

de la tabla III, en base a claro, separación y carga.

Se selecciona la separación en la que se requiera menos cantidad de madera.

Sección óptima (en pulgadas)

De tabla III. En base a claro largo, tipo de carga y separación óptima

Cantidad de madera (pie tablon).

Obtenida para seleccionar la separación óptima.

Precio unitario de viga de madera (\$/PT).

Precio unitario de viga de madera. De lista de precios

Costo de vigas (\$)

Peso de vigas x precio unitario de viga

Costo total (\$)

Costo de cubierta + costo de vigas

Ejemplo.

Claro corto : 3.0 mts.

Claro largo : 3.6 mts.

Tipo de carga : 1

Area de la cubierta (m2).

$$3.0 \times 3.6 = 10.8$$

Precio unitario de la cubierta (\$/m2).

$$15,500 + 10,799 = 26,299$$

Costo de la cubierta (\$).

$$10.8 \times 26,299 \text{ (m2) } (\$/\text{m}^2) = \$284,029$$

Separación óptima (m).

Para 0.60 mts :

$$\text{No. de vigas} = \frac{3.0}{0.6} = 5 - 1 = 4$$

Se resta 1 pieza, pues el primer espacio se considera del muro a la primera viga.

Cantidad de pies tablón: $\frac{4 \times 3.6 \text{ m} \times 77.42}{23.548} = 47.344 \text{ P.T.}$

Para 0.76 mts :

No. de vigas = $\frac{3.0}{0.76} = 3.95 = 3$ Se eliminan decimales. Este espacio se considera del muro a la primera viga.

Cantidad de pies tablón: $\frac{3 \times 3.6 \text{ m} \times 103.23}{23.548} = 47.345 \text{ P.T.}$

Para 0.80 mts :

No. de vigas = $\frac{3.0}{0.80} = 3.75 = 3$

Cantidad de pies tablón: $\frac{3 \times 3.6 \text{ m} \times 103.23}{23.548} = 47.345 \text{ P.T.}$

Se elige 0.60 m. como separación óptima, por ser la de menor cantidad.

Sección óptima

2" x 6". De tabla III, para claro=3.6, carga=1 y separación=0.60

Cantidad de madera (pie tablón).

47.34 Obtenida para seleccionar la separación óptima.

Precio unitario de viga de madera (\$/PT).

\$2,400. De lista de precios unitarios

Costo de vigas (\$)

$47.343 \times 2,400 \text{ (PT)}(\$/\text{PT}) = \$113,623$

Costo total (\$)

$\$284,029 + \$113,623 = \$397,652$

Tabla XIV. Costo por pieza de viga de concreto prefabricada

Claro largo (m).

Lado largo de la cubierta. Distancia entre apoyos de la viga

Carga.

Tipo de carga (tabla XI) Cargas 7 a 12 unicamente, pues este método incluye siempre capa de concreto.

Sección (cm x cm)

Sección transversal de la viga. B x H de tabla IX, en base a largo/carga

Volumen de concreto (m3)

H - 4 Peralte de la viga menos 4 cm de capa de concreto considerados en la cubierta.

B Base de la viga (cm)

$$\text{Vol. concreto} = \frac{H - 4}{100} \times \frac{B}{100} \times \text{claro largo} \quad \frac{(\text{cm})(\text{mt})}{(\text{cm})} \frac{(\text{cm})(\text{mt})}{(\text{cm})}$$

Precio unitario de concreto (\$/m3)

Se obtiene de lista de precios básicos

Costo de concreto (\$)

Vol. concreto x PU concreto

Costo de acero (\$)

Costo de acero longitudinal

No. 2 No. varillas x 0.250 (kg/m) x largo (m) x precio (\$/kg)

No. 2.5 No. varillas x 0.384 (kg/m) x largo (m) x precio (\$/kg)

No. 3 No. varillas x 0.557 (kg/m) x largo (m) x precio (\$/kg)

No. 4 No. varillas x 0.996 (kg/m) x largo (m) x precio (\$/kg)

No. 5 No. varillas x 1.560 (kg/m) x largo (m) x precio (\$/kg)

Donde No. varillas = Numero de varillas de ese calibre en la sección

Precio = Precio unitario por Kg. de ese calibre.

Costo de acero de estribos

Para H=19

$(\text{largo}/0.085 + 1) \times 0.60 \text{ (m)} \times 0.250 \text{ (kg/m)} \times \text{precio} \text{ (\$/kg)}$

Donde $(\text{largo}/0.085 + 1)$ es el numero de estribos en el claro. 0.085 es la mitad del peralte efectivo.

0.60 es la longitud por estribo aproximada para ese peralte

Del mismo modo:

Para H=24
(largo/0.11 + 1) x 0.50 (m) x 0.250 (kg/m) x precio (\$/kg)

Para H=29
(largo/0.135 + 1) x 0.60 (m) x 0.250 (kg/m) x precio (\$/kg)

Costo de acero = costo acero longitudinal + costo acero estribos.

Costo de cimbra (\$)

Para H=19 (cm)

Cantidad de pies tablón : $\frac{1'' \times 4'' \times \text{largo (m)}}{3.657} \times \frac{2 \text{ caras}}{6 \text{ usos}}$

Donde 1'' : espesor de cimbra en pulgadas

4'' : ancho de cimbra en pulgadas

largo : longitud de cimbra en mts.

Para H=24 (cm)

Cantidad de pies tablón : $\frac{1'' \times 6'' \times \text{largo (m)}}{3.657} \times \frac{2 \text{ caras}}{6 \text{ usos}}$

Para H=29 (cm)

Cantidad de pies tablón : $\frac{1'' \times 8'' \times \text{largo (m)}}{3.657} \times \frac{2 \text{ caras}}{6 \text{ usos}}$

Soportes.

Barrotes de 20 cm. de largo a 40 cm. usados al fabricar la viga.

Cantidad de pies tablón : $\frac{2'' \times 4'' \times 0.20 \text{ m}}{3.657} \times \frac{\text{largo} - 1}{0.40} \times \frac{2 \text{ caras}}{6 \text{ usos}}$

Puntales.

Polín de 2.5 m. de largo a 75 cm. usados como soporte al colar la capa de concreto.

Cantidad de pies tablón : $\frac{4'' \times 4'' \times 2.50 \text{ m}}{3.657} \times \frac{\text{largo} - 1}{0.75}$
8 usos

Costo de madera = (caras + soportes + puntales) x precio (PT) (\$/PT)

Caras, soportes y puntales son las cantidades de pies tablón usados para cada uno de estos conceptos.

Precio es el costo de madera de 3a por pie tablón. Se obtiene de lista de precios básicos.

Varios

Alambre recocido del No.18 0.105 x largo x precio (kg/m)(m)(\$/kg)

Clavo $0.095 \times \text{largo} \times \text{precio} \quad (\text{kg/m})(\text{m})(\$/\text{kg})$
Diesel $0.200 \times \text{largo} \times \text{precio} \quad (\text{lt/m})(\text{m})(\$/\text{lt})$

Costo de cimbra = Costo de madera + costo varios

Costo de mano de obra (\$)

Utilizando 1 cuadrilla No.2 (1 albañil + 1 peón) :

Fabricación de viga: $0.0830 \times \text{largo} \times \text{precio} \quad (\text{jor/m})(\text{m})(\$/\text{jor})$

Montaje de viga : $0.0312 \times \text{largo} \times \text{precio} \quad (\text{jor/m})(\text{m})(\$/\text{jor})$

Costo de mano de obra = costo de fabricación + costo de montaje

Costo total (\$)

Costo concreto + costo acero + costo cimbra + costo mano de obra

Ejemplo.

Largo : 3.6 m.

Tipo de carga : 1

Claro largo (m).

3.6 mts.

Carga.

Tipo de carga (tabla XI): 1. Se considera como carga 7 para tener en cuenta la capa de concreto, siempre incluida en este método.

Sección (cm x cm)

11 x 19.0

Volumen de concreto (m³)

Vol. concreto = $\frac{19 - 4}{100} \times \frac{11}{100} \times 3.6 = 0.59 \text{ m}^3$

Precio unitario de concreto (\$/m³)

\$98,835 . De lista de precios básicos.

Costo de concreto (\$)

$0.0594 \times 998,835 = \$5,871$

Costo de acero (\$)

Costo de acero longitudinal

En base a las varillas propuestas en la tabla VIII:

No. 2.5 $2 \times 0.384 \text{ (kg/m)} \times 3.6 \text{ (m)} \times 1621 \text{ (\$/kg)} = \$4,482 \text{ (tensión)}$
 No. 2.5 $1 \times 0.384 \text{ (kg/m)} \times 3.6 \text{ (m)} \times 1621 \text{ (\$/kg)} = \$2,241 \text{ (compresión)}$

Estribos

Propuestos en el cálculo para secciones con H=19 :

No. 2 $0.250 \text{ (kg/m)} \times \frac{3.6}{0.085} + 1 \text{ (m)} \times 0.60 \times 1,773 \text{ (\$/kg)} = \$11,435$

Costo de acero = $\$4,482 + \$2,241 + \$11,435 = \$18,158$

Costo de cimbra (\\$)

Para H=19 cm

Cantidad de pies tablón : $\frac{1^m \times 4^m \times 3.6 \text{ (m)}}{3.657} \times \frac{2 \text{ caras}}{6 \text{ usos}} = 1.313 \text{ PT}$

Soportes.

Barrates de 20 cm. de largo a 40 cm. usados al fabricar la viga.

Cantidad de PT : $\frac{2^m \times 4^m \times 0.20 \text{ m}}{3.657} \times \frac{3.6}{0.40} - 1 \times \frac{2 \text{ caras}}{6 \text{ usos}} = 1.166 \text{ PT}$

Puntales.

Polín de 2.5 m. de largo a 75 cm.

Cantidad de PT : $\frac{4^m \times 4^m \times 2.50 \text{ m}}{3.657} \times \frac{3.6}{0.75} - 1 = 5.47 \text{ PT}$
 8 usos

Costo de madera = $(1.313 + 1.166 + 5.47) \times 1,000 = \$7,949 \text{ (PT)(\$/PT)}$

Varios

Alambre recocido del No.18	$0.105 \times 3.6 \times 1200 = \453	(kg/m)(m)(\\$/kg)
Clavo	$0.095 \times 3.6 \times 1800 = \615	(kg/m)(m)(\\$/kg)
Diesel	$0.200 \times 3.6 \times 400 = \288	(lt/m)(m)(\\$/lt)
	<u>$\\$1,356$</u>	

Costo de cimbra = $\$7,949 + \$1,356 = \$9,305$

Costo de mano de obra (\\$)

Utilizando 1 cuadrilla No.2 (1 albañil + 1 peón) :

Fabricación de viga : $0.0830 \times 3.6 \times 57,630 = \$17,220 \text{ (jor/m)(m)(\$/jor)}$

Montaje de viga : $0.0310 \times 3.6 \times 57,630 = \$6,431 \text{ (jor/m)(m)(\$/jor)}$
 $\$23,651$

Costo total (\\$)

$\$5,871 + \$18,158 + \$9,305 + \$23,651 = \$56,985$

Tabla XV. Costo de parricón apoyado sobre vigas de concreto

Claro corto (m).

Lado corto de la cubierta. 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 4.0 y 4.2 mts.

Claro largo (m).

Lado largo de la cubierta. 3.0, 3.6, 4.2 y 4.8 mts.

Carga.

Tipo de carga (tabla XI) Cargas 7 a 12. Lleva siempre capa de concreto

Area de la cubierta (m²).

Lado corto x lado largo

Precio unitario de la cubierta (\$/m²).

Costo de parricón + costo de la cubierta (tabla XI)

Costo de la cubierta (\$).

Area de cubierta x PU de cubierta

Sección de la viga (B x H).

De tabla XIV. En base a claro largo y carga

No. de vigas (pza)

Claro corto (m)
0.71 (m)

0.71 es la única separación considerada
para vigas de concreto.

Precio unitario de viga (\$/pza).

De tabla XIV. En base a claro largo y carga

Costo de vigas (\$).

No. vigas x precio unitario de viga (pza) (\$/pza)

Costo total (\$)

Costo de cubierta + costo de vigas

Ejemplo.

Claro corto : 3.0 mts.
Claro largo : 3.6 mts.
Tipo de carga : 1

Area de la cubierta (m²).
 $3.0 \times 3.6 = 10.8$

Precio unitario de la cubierta (\$/m²).
 $20,004 + 15,500 = \$35,504$

Costo de la cubierta (\$).
 $10.8 \times 35,504 \text{ (m}^2\text{) } (\$/\text{m}^2\text{)} = \$383,443$

No. de vigas
 $\frac{3.0}{0.71} = 4 \text{ piezas}$

Precio unitario de viga (pza).
\$56,986. De tabla XV

Costo de vigas (\$)
 $4 \times \$56,986 = \$227,944$

Costo total (\$)
 $\$383,443 + \$227,944 = \$611,387$

Tabla XVI. Costo de losa maciza

y acabados.

Claro corto (m).

Lado corto de la cubierta. 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 4.0 y 4.2 mts.

Claro largo (m).

Lado largo de la cubierta. 3.0, 3.6, 4.2 y 4.8 mts.

Carga.

Tipo de carga (tabla XI) Cargas 1 a 6 únicamente, pues la capa de concreto se considera únicamente para las cubiertas de pamacón.

Area de la cubierta (m²).

Lado corto x lado largo

Precio unitario de la cubierta (\$/m²).

costo de la cubierta por m² (tabla XI)

Costo de la cubierta (\$).

Area de cubierta x PU de cubierta

Volumen de concreto (m³).

claro corto x claro largo x 0.10 m (espesor uniforme propuesto en el cálculo).

Precio unitario de concreto (\$/m³)

Se obtiene de lista de precios unitarios (concreto en losa)

Costo de concreto (\$)

Vol. concreto x PU concreto

Costo de acero (\$)

Longitud de acero 1er sentido (claro corto)

Armado 1 : $\frac{\text{claro corto} \times 100}{\text{sep. corto}} + 1 \times \text{claro largo} \times 1.5$

Donde sep. corto es la separación del armado en el lado corto. Se obtiene de la tabla X.

Se multiplica por 1.5 para considerar 1 baston en cada lado con longitud de 1/4 del claro cada uno, para tomar el momento negativo.

Longitud de acero en el otro sentido (claro largo)

Armado 1 : $\frac{\text{claro largo} \times 100}{\text{sep. largo}} + 1 \times \text{claro corto} \times 1.5$

Longitud total = suma de los 2 armados en las dos direcciones

Costo acero = longitud x 0.557 x precio unitario (m) (kg/m) (\$/kg)

Costo de cimbra (\$)

area = Claro corto x 0.10 x 2 caras + claro largo x 0.10 x 2 caras +
claro corto x claro largo

Costo = area x precio unitario (m2)(\$/m2)

Costo total (\$)

Costo cubierta + costo concreto + costo acero + costo cimbra
Cada concepto tiene contemplada la mano de obra en su precio unitario

Ejemplo.

Claro corto : 3.0 mts.

Claro largo : 3.6 mts.

Tipo de carga : 1

Area de la cubierta (m2).

$3.0 \times 3.6 = 10.8$

Precio unitario de la cubierta (\$/m2).

10,799. De tabla XI

Costo de la cubierta (\$).

$10.8 \times 10,799 \text{ (m2) } (\$/\text{m2}) = \$116,629$

Volumen de concreto (m3)

$3.0 \times 3.6 \times 0.10 = 1.080 \text{ m3}$

Precio unitario de concreto (\$/m3)

\$148,901. De lista de precios unitarios

Costo de concreto (\$)

$1.080 \times 148,901 = \$160,813 \text{ (m3) } (\$/\text{m3})$

Costo de acero (\$)

Longitud de acero (claro corto)

Armado : $\frac{3.0 \times 1.00}{3} + 1 \times 3.6 \times 1.5 = 48.6 \text{ mt}$

Longitud de acero en el otro sentido (claro largo)

$$\text{Armado} = \frac{3.6 \times 100}{35} + 1 \times 3.0 \times 1.5 = 49.5 \text{ mt}$$

$$\text{Longitud total} = 48.6 + 49.5 = 98.1 \text{ mts.}$$

$$\text{Costo acero} = 98.1 \times 0.557 \times 1,485 = \$81,143$$

(m) (kg/m) (\$/kg)

Costo de cimbra (\$)

$$\text{area} = 3.0 \times 0.10 \times 2 \text{ caras} + 3.6 \times 0.10 \times 2 \text{ caras} +$$
$$3.0 \times 3.6 = 12.12 \text{ m}^2$$

$$\text{Costo} = 12.12 \times 16,367 = \$198,368 \text{ (m}^2\text{)} (\$/\text{m}^2\text{)}$$

Costo total (\$)

$$\$116,629 + \$160,813 + \$81,143 + \$198,368 = \$556,953$$

Tabla XVII. Costo de vigueta y bovedilla

Claro corto (m).

Lado corto de la cubierta. 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 4.0 y 4.2 mts.

Claro largo (m).

Lado largo de la cubierta. 3.0, 3.6, 4.2 y 4.8 mts.

Carga.

Tipo de carga (tabla XI) Cargas 1 a 6 unicamente, pues la capa de concreto se considera únicamente para las cubiertas de pamacón.

Area de la cubierta (m²).

Lado corto x lado largo

Precio Unitario de la cubierta (\$/m²).

costo de los acabados por m² (tabla XI)

Costo de la cubierta (\$).

Area de cubierta x PU de cubierta

PU vigueta (\$/m).

costo de vigueta por pieza

Costo viguetas (\$)

Cantidad de vigueta x PU de vigueta

PU bovedilla (\$/pza)

Costo de bovedilla por pieza

Costo de bovedillas (\$)

Número de bovedillas x PU de bovedilla

Costo de mano de obra (\$)

Area X PU mano de obra (detailed al inicio de este capítulo)

Otros materiales (\$)

Area x PU de concreto, malla electrosoldada y polines de soporte

Costo total (\$)

acabados + viguetas + bovedillas + mano de obra + otros materiales

Ejemplo.

Claro corto : 3.0 mts

Claro largo : 3.6 mts.
Tipo de carga : 1

Area de la cubierta (m2).
 $3.0 \times 3.6 = 10.8$

Precio unitario de la cubierta (\$/m2).
10,799. De tabla XI

Costo de la cubierta (\$).
 $10.8 \times 10,799 \text{ (m2) } (\$/\text{m}^2) = \$116,629$

PU vigueta (\$/m).
\$9,000 para vigueta de 3.60 de claro

Costo viguetas (\$)
Cant. vigueta = $(3 / 0.75) - 1 = 3 \text{ pzas} \times 3.6 \text{ m} = 10.8 \text{ m}$.
Costo = $10.8 \text{ m} \times 9000 (\$/\text{m}) = \$97,200$

PU bovedilla (\$)
\$1167 para bovedilla peralte 13 (usada en todos los claros)

Costo de bovedillas (\$)
Espacios entre viguetas = $3 / 0.75 = 4$
Número de bovedillas = $4 \times 3.6 \text{ m} \times 5 (\text{bov}/\text{m}) = 72 \text{ viguetas}$
Costo = $72 \text{ pzas} \times 1167 (\$/\text{pza}) = \$84,024$

Costo de mano de obra (\$)
 $10.80 \text{ m}^2 \times 4,489 (\$/\text{m}^2) = \$48,481$

Otros materiales (\$)
costo concreto / m2 = $0.043(\text{m}^3) \times 98,835 (\$/\text{m}^3) = 4,250$
costo malla / m2 = $1.10(\text{m}^2) \times 2,100 (\$/\text{m}^2) = \underline{2,310}$
5,560
 $10.80 \text{ m}^2 \times 6560 (\$/\text{m}^2) = 670,848$

PT/polín = $\frac{4'' \times 4'' \times 2.5 \text{ mts} / 3.657}{8 \text{ usos}} = 1.367$

Soportes = $3.6 / 1.5 = 2 \text{ polines por vigueta}$
No polines = $3.0 / 0.75 = 3 \text{ vig.} \times 2 \text{ pol} = 6$
costo de soporte (polines) = $6 \times 1.367 \text{ PT} \times 1000 (\$/\text{PT}) = 8,202$

costo = $70,848 + 8,202 = \$79,050$

Costo total (\$)
 $116,629 + 97,200 + 84,024 + 48,481 + 79,050 = \$425,384$

Tabla XVIII. Resumen de costos

Claro corto (m). Lado corto de la cubierta. 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 4.0 y 4.2 mts.

Claro largo (m). Lado largo de la cubierta. 3.0, 3.6, 4.2 y 4.8 mts.

Carga. Tipo de carga (tabla XI) Cargas 1 a 12. En pamacón sobre vigas de concreto se consideraron únicamente cargas 7 a 12, mientras que en losa maciza y vigueta y bovedilla solo 1 a 6.

Area de la cubierta (m²). Lado corto x lado largo

Costo de pamacón sobre vigas de acero. De tabla XII, de acuerdo a claros y carga

Costo de pamacón sobre vigas de madera. De tabla XIII

Costo de pamacón sobre vigas prefabricadas de concreto. De tabla XV

Costo de losa maciza De tabla XVI

Costo de vigueta y bovedilla De tabla XVII

Descripción del mejor sistema Descripción del sistema cuyo costo es menor para esta combinación

Costo menor Costo menor de todos para esta combinación

Ejemplo.

Claro corto : 3.0 mts.

Claro largo : 3.6 mts.

Tipo de carga : 1

Area de la cubierta (m2).

$3.0 \times 3.6 = 10.8$

Costo de panacón sobre vigas de acero.

\$365,668. Tabla XII

Costo de panacón sobre vigas de madera.

\$397,652. Tabla XIII

Costo de panacón sobre vigas prefabricadas de concreto.

\$611,387. Tabla XV

Costo de losa maciza

\$556,953 Tabla XVI

Costo de vigueta y bovedilla

\$425,384. Tabla XVII

Descripción del mejor sistema

PANACON Y ACERO

:Costo menor

\$335,666

CONCLUSIONES

En general, los resultados demuestran que para cubiertas, los sistemas de prefabricados estudiados (vigüeta y bovedilla y pamacón) son más económicos que el sistema tradicional de losa maciza de concreto. Esto sin considerar el ahorro en tiempo que se logra con cualquiera de estos sistemas, en especial con el pamacón, lo que redonda en un menor costo financiero de la obra.

Para cargas pequeñas, el pamacón apoyado sobre vigas de acero o madera presenta un ahorro de más de 20% sobre el sistema tradicional, además de ofrecer ventajas como un mayor aislamiento térmico y acústico, así como las ventajas propias de los sistemas de prefabricados expuestas en este trabajo, en el capítulo de aspectos generales.

Con el uso del pamacón se obtienen ahorros adicionales, como son un menor costo de la cimentación por tratarse de un material muy ligero, así como un gasto menor por concepto de aire acondicionado o calefacción en el caso de climas extremos, dado la alta capacidad de aislamiento térmico del material.

Restricciones de los sistemas presentados a base de pamacón:

- Dado que el sistema no está muy difundido, su precio incluye el flete por el traslado de la planta de San Juan del Río a la ciudad de México (aproximadamente un 10% del costo del material). Esto implica también que el costo se elevaría en localidades muy alejadas de la planta. Por otro lado, si el sistema llegara a tener más difusión, el costo del material seguramente disminuiría al haber más volúmenes de producción, y el costo del flete bajaría también al haber plantas cercanas a la obra.

- El trabajo se enfocó a la manera más económica de usar el pamacón en cubiertas, que es colocándolo directamente sobre vigas. Este sistema fuerza a un acabado rústico, que puede no ser deseado en todos los casos.

- El tamaño de la planta de producción es considerable, lo que dificulta que haya nuevas inversiones de este tipo si no hay antes una mayor demanda del material. De cualquier modo, los resultados de este trabajo están basados en los precios actuales.

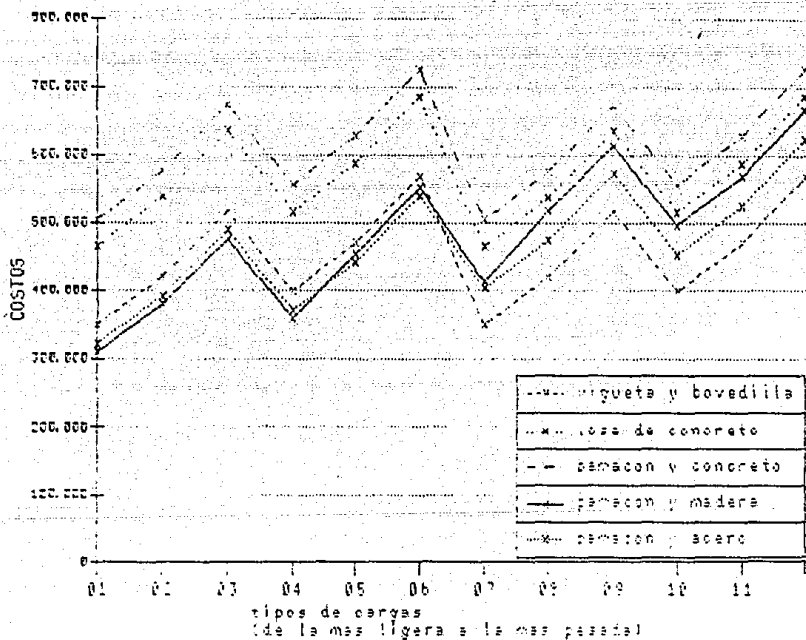
- El pamacón, a pesar de sus ventajas de aislamiento, no da la sensación de seguridad que ofrece el concreto, lo que dificulta su aceptación en nuestro país.

Este estudio se reduce a un solo elemento estructural, y dentro de éste, a unas cuantas variantes de un sistema de prefabricados poco conocido (pamacán) así como a uno más difundido como es vigueta y bovedilla. Sin embargo, pueden proponerse muchas variantes más en el uso del propio pamacán, así como de otros sistemas de prefabricados, que podrían representar opciones todavía mejores que las expuestas en este trabajo, como solución viable al problema de la vivienda.

APENDICE I GRAFICAS DE COSTO

En este primer apéndice se presentan gráficamente los resultados obtenidos para los diferentes sistemas, clasificados primero por dimensiones, variando la carga (gráficas I a IV), y posteriormente por carga, variando los claros (gráficas V a X), para apreciar con mayor claridad la diferencia de costo de los sistemas analizados de acuerdo a las combinaciones consideradas.

GRAFICA 1. Costo de cubierta de 3.0 x 3.0 mts para varios tipos de acabados



GRAFICA II. Costo de cubierta de 3.5 x 3.6 mts para varios tipos de acabados

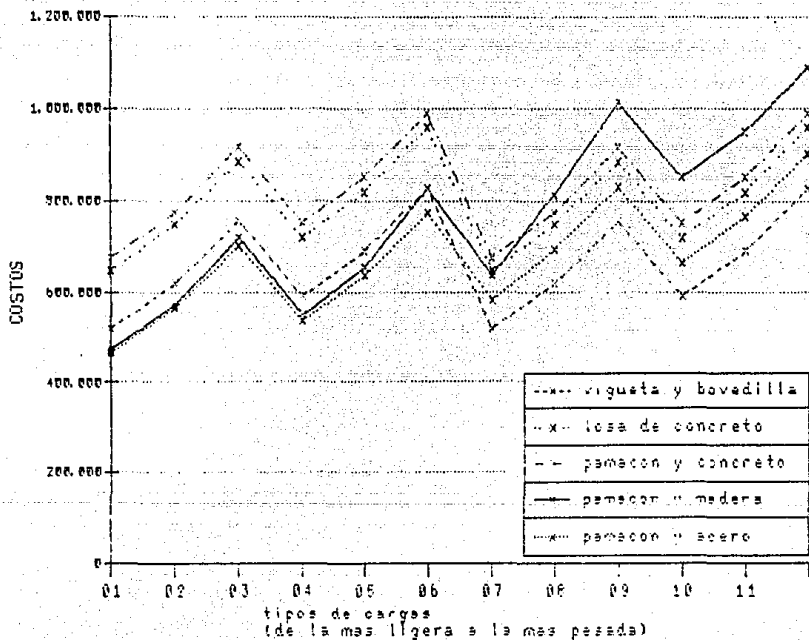
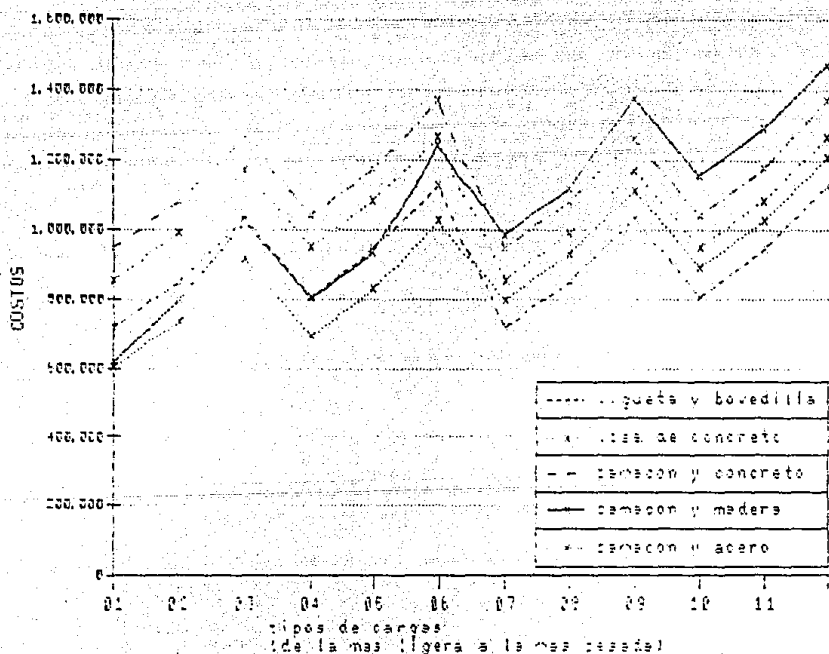
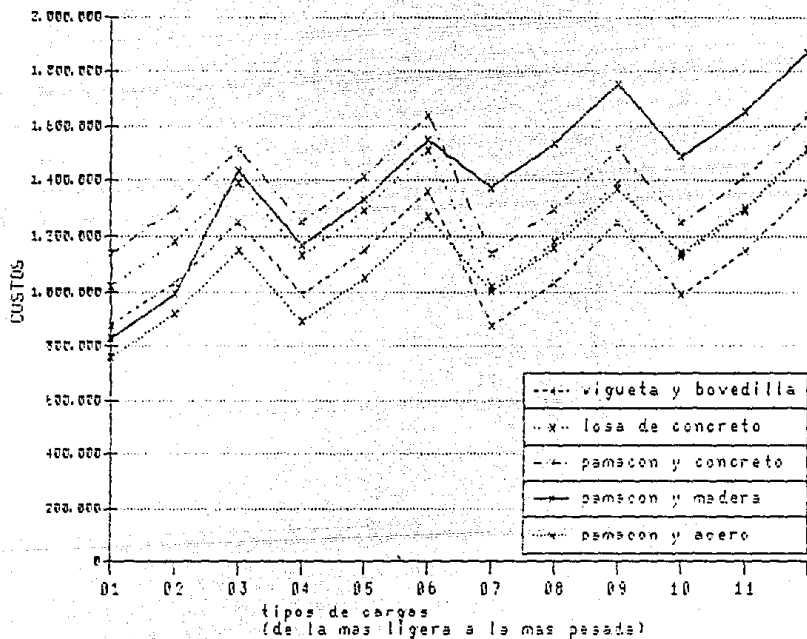


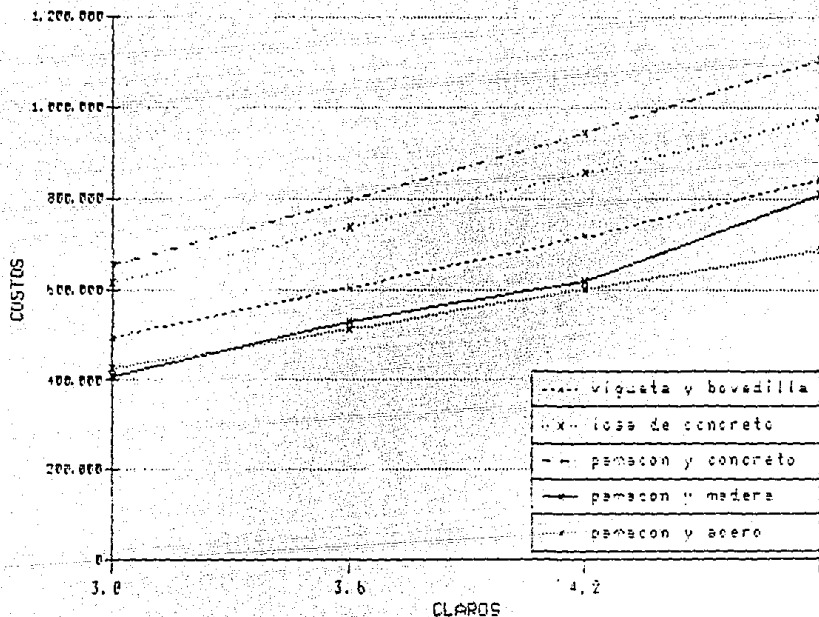
GRAFICO III. Costo de cubierta de 4,0 x 4,2 mts para diferentes acabados



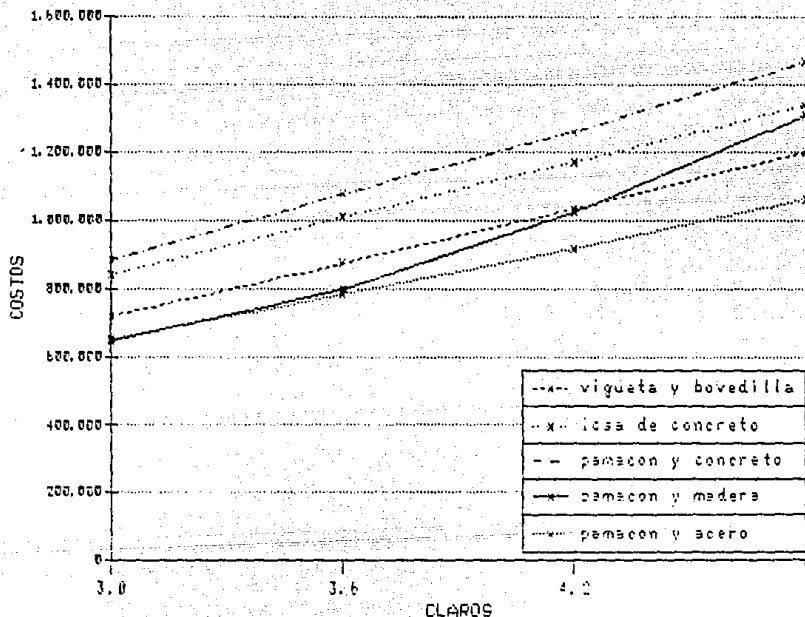
GRAFICA IV. Costo de cubierta de 4.2 x 4.8 mts para diferentes acabados



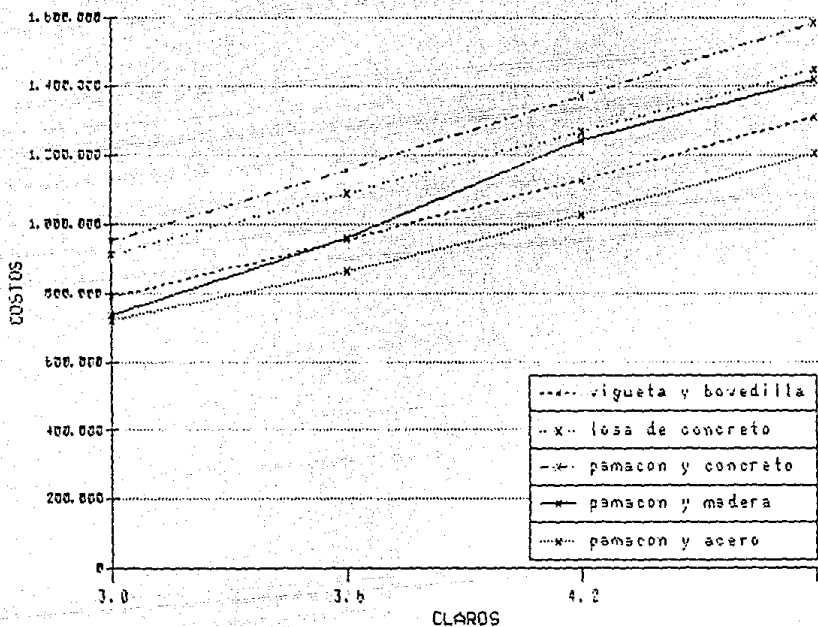
GRAFICA V. Costo de cubierta con carga tipo 1 para varios claros



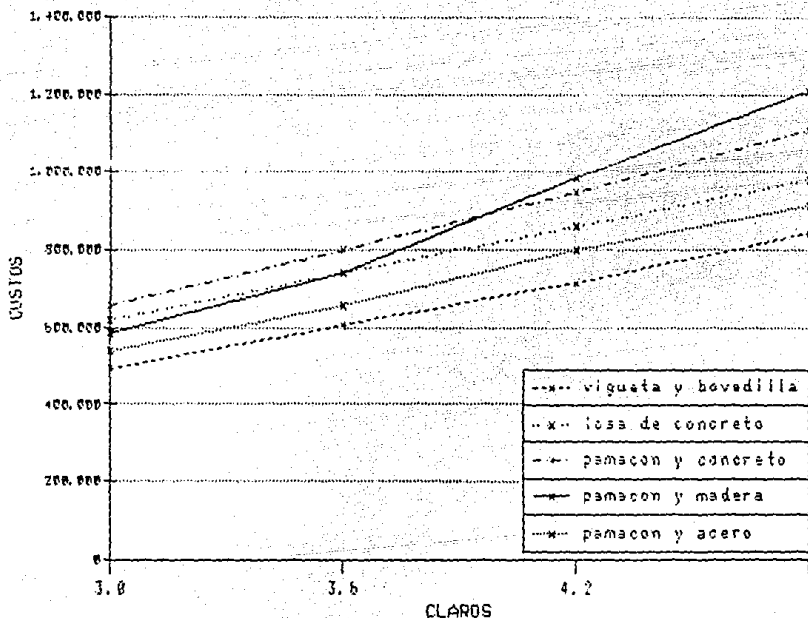
GRAFICA VI. Costo de cubierta con carga tipo 3 para varios claros



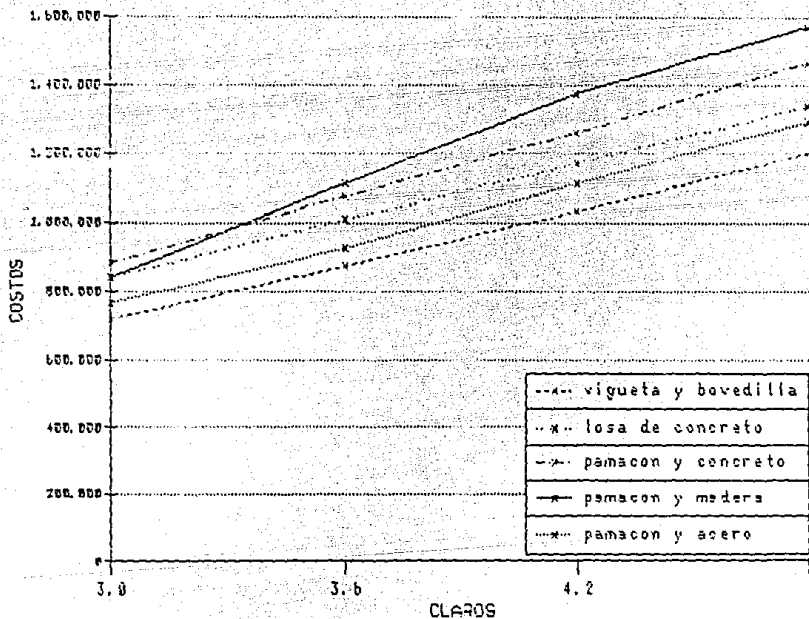
GRAFICA VII. Costo de cubierta con carga tipo b para varios claros



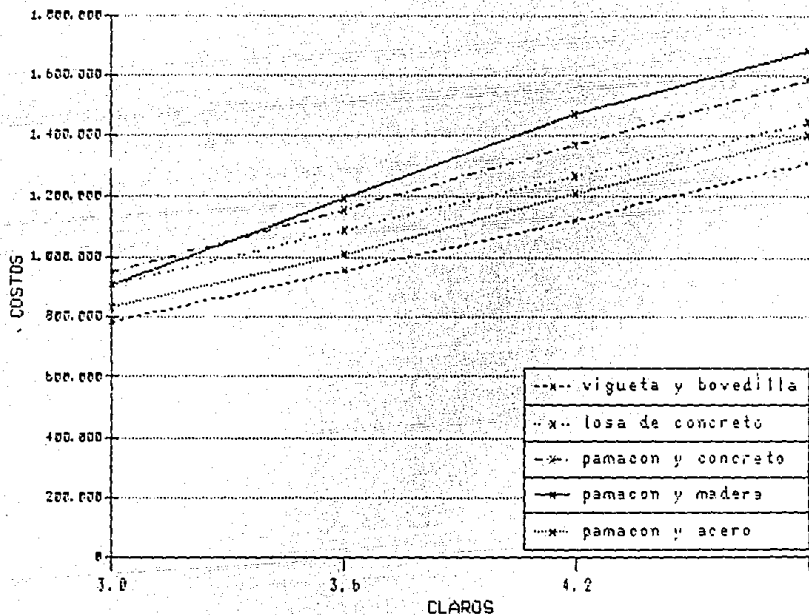
GRAFICA VIII. Costo de cubierta con carga tipo 7 para varios claros



GRAFICA IX. Costo de cubierta con carga tipo 9 para varios claros



GRAFICA X. Costo de cubierta con carga tipo 12 para varios claros



APENDICE II

TABLAS DE CALCULO

(TABLA I A IX)

TABLA I
 TIPOS DE CARGAS

TIPO	PAMACON IMPERM.		TEJA	CONCRETO		YESO	CARGA VIVA	CARGA TOTAL	CARGA S./CVIVA
	22.5 KG/M2	16.0 KG/M2	22.5 KG/M2	96.0 KG/M2	30.0 KG/M2		40.0 KG/M2	KG/M2	KG/M2
01	X	X					X	78.5	38.5
02	X		X				X	85.0	45.0
03	X	X	X				X	101.0	61.0
04	X	X				X	X	108.5	68.5
05	X		X			X	X	115.0	75.0
06	X	X	X			X	X	131.0	91.0
07	X	X		X			X	174.5	134.5
08	X		X	X			X	181.0	141.0
09	X	X	X	X			X	197.0	157.0
10	X	X	X	X	X		X	204.5	164.5
11	X		X	X	X		X	211.0	171.0
12	X	X	X	X	X		X	227.0	187.0

TABLA II
SECCIONES DE MADERA

SECCION (EN PULG)	ANCHO B CM	PERALTE H CM	MODULO DE SECCION S CM ³	MOMENTO DE INERCIA I CM ⁴	AREA CM ²	PESO KG/M	MOMENTO RESISTENTE KG.CM	CORTANTE RESISTENTE KG
1.5 X 4"	3.81	10.16	65.55	332.99	38.71	3.48	5244	461
1.5 X 6"	3.81	15.24	147.48	1123.82	58.06	5.23	9439	691
2" X 6"	5.08	15.24	196.64	1498.43	77.42	6.97	12585	921
2" X 8"	5.08	20.32	349.59	3551.84	103.23	9.29	22374	1228
3" X 8"	7.62	20.32	524.39	5327.76	154.84	13.94	33561	1843
3" X 10"	7.62	25.40	819.35	10405.79	193.55	17.42	52439	2303
3" X 12"	7.62	30.48	1179.87	17981.20	232.26	20.90	75512	2764
4" X 12"	10.16	30.48	1573.16	23974.93	309.68	27.87	100682	3685

TABLA III
 SECCIONES DE MADERA PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CARGA

CLARO SEPARACION		TIPO DE	CARGA	SECCION	MOMENTO	MOMENTO	FLECHA	FLECHA	CORTANTE	CORTANTE
MTS.	MTS.	CARGA	KG/MT2	PROPUESTA	ACTUANTE	PERMISIBLE	ACTUANTE	PERMISIBLE	KG	PERMISIBLE
				(PULGADAS)	KG.CM	KG.CM	CM			KG
3.0	0.60	01	78.5	1.5 X 6"	8007	10855	0.665	1.250	107	795
3.0	0.76	01	78.5	2" X 6"	10161	12585	0.638	1.250	136	921
3.0	0.80	01	78.5	2" X 6"	10675	12585	0.665	1.250	142	921
3.0	0.60	02	85.0	1.5 X 6"	8621	10855	0.756	1.250	115	795
3.0	0.76	02	85.0	2" X 6"	10959	12585	0.724	1.250	146	921
3.0	0.80	02	85.0	2" X 6"	11494	12585	0.756	1.250	153	921
3.0	0.60	03	101.0	1.5 X 6"	10133	10855	0.981	1.250	135	795
3.0	0.76	03	101.0	2" X 8"	11135	22374	0.413	1.250	175	1228
3.0	0.80	03	101.0	2" X 8"	13771	22374	0.431	1.250	184	1228
3.0	0.60	04	108.5	1.5 X 6"	10842	10855	1.087	1.250	145	795
3.0	0.76	04	108.5	2" X 8"	14033	22374	0.455	1.250	187	1228
3.0	0.80	04	108.5	2" X 8"	14716	22374	0.476	1.250	196	1228
3.0	0.60	05	115.0	2" X 6"	11652	14473	0.914	1.250	155	1059
3.0	0.76	05	115.0	2" X 8"	14811	22374	0.492	1.250	197	1228
3.0	0.80	05	115.0	2" X 8"	15535	22374	0.514	1.250	207	1228
3.0	0.60	06	131.0	2" X 6"	13164	14473	1.083	1.250	176	1059
3.0	0.76	06	131.0	2" X 8"	16726	22374	0.582	1.250	223	1228
3.0	0.80	06	131.0	2" X 8"	17551	22374	0.609	1.250	234	1228
3.0	0.60	07	174.5	2" X 6"	17535	25730	0.668	1.250	234	1412
3.0	0.76	07	174.5	2" X 8"	21933	22374	0.828	1.250	292	1228
3.0	0.80	07	174.5	3" X 8"	23555	33561	0.602	1.250	314	1843
3.0	0.60	08	181.0	2" X 8"	16150	25730	0.697	1.250	242	1412
3.0	0.76	08	181.0	3" X 8"	23234	33561	0.599	1.250	310	1843
3.0	0.80	08	181.0	3" X 8"	24374	33561	0.627	1.250	325	1843
3.0	0.60	09	197.0	2" X 8"	19662	25730	0.768	1.250	262	1412
3.0	0.76	09	197.0	3" X 8"	25149	33561	0.660	1.250	335	1843
3.0	0.80	09	197.0	3" X 8"	26390	33561	0.691	1.250	352	1843
3.0	0.60	10	204.5	2" X 8"	20370	25730	0.802	1.250	272	1412
3.0	0.76	10	204.5	3" X 8"	26047	33561	0.688	1.250	347	1843
3.0	0.80	10	204.5	3" X 8"	27335	33561	0.720	1.250	364	1843
3.0	0.60	11	211.0	2" X 8"	20985	25730	0.831	1.250	280	1412
3.0	0.76	11	211.0	3" X 8"	26825	33561	0.712	1.250	358	1843
3.0	0.80	11	211.0	3" X 8"	28154	33561	0.746	1.250	375	1843
3.0	0.60	12	227.0	2" X 8"	22497	25730	0.902	1.250	300	1412
3.0	0.76	12	227.0	3" X 8"	28740	33561	0.772	1.250	383	1843
3.0	0.80	12	227.0	3" X 8"	30170	33561	0.809	1.250	402	1843
3.6	0.60	01	78.5	2" X 6"	11811	14473	1.097	2.000	131	1059
3.6	0.76	01	78.5	2" X 8"	15036	22374	0.593	2.000	167	1228
3.6	0.80	01	78.5	2" X 8"	15748	22374	0.617	2.000	175	1228
3.6	0.60	02	85.0	2" X 6"	12696	14473	1.240	2.000	161	1059
3.6	0.76	02	85.0	2" X 8"	16156	22374	0.669	2.000	180	1228
3.6	0.80	02	85.0	2" X 8"	16927	22374	0.697	2.000	188	1228

TABLA III
 SECCIONES DE MADERA PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CAPGA

CLARO	SEPARACION	TIPO DE CARGA	CARGA	SECCION PROPUESTA	MOMENTO ACTUALITE	MOMENTO PERMISIBLE	FLECHA ACTUALITE	FLECHA PERMISIBLE	CORTANTE ACTUARTE	CORTANTE PERMISIBLE
MFS.	MFS.		KG/M2	(PULGADAS)	KG.-CM	KG.-CM	CM		KG	KG
3.6	0.60	03	101.0	2" X 8"	15249	25730	0.706	2.000	169	1412
3.6	0.76	05	101.0	2" X 8"	10914	22374	0.857	2.000	210	1220
3.6	0.80	03	101.0	2" X 8"	19830	22374	0.894	2.000	220	1220
3.6	0.60	04	108.5	2" X 8"	16270	25730	0.776	2.000	161	1412
3.6	0.76	04	108.5	2" X 8"	20207	22374	0.944	2.000	225	1220
3.6	0.80	04	108.5	2" X 8"	21191	22374	0.987	2.000	235	1220
3.6	0.60	05	115.0	2" X 8"	17154	25730	0.836	2.000	191	1412
3.6	0.76	05	115.0	2" X 8"	21327	22374	1.020	2.000	237	1220
3.6	0.80	05	115.0	2" X 8"	22371	22374	1.067	2.000	249	1220
3.6	0.60	06	131.0	2" X 8"	19331	25730	0.983	2.000	215	1412
3.6	0.76	06	131.0	3" X 8"	24830	33561	0.853	2.000	276	1643
3.6	0.80	06	131.0	3" X 8"	26027	25730	1.385	2.000	269	1643
3.6	0.60	07	174.5	2" X 8"	25251	33561	1.192	2.000	261	1412
3.6	0.76	07	174.5	3" X 8"	32336	33561	1.022	2.000	359	1643
3.6	0.80	07	174.5	3" X 10"	34483	52439	0.657	2.000	363	2303
3.6	0.60	08	181.0	3" X 8"	26889	38595	1.011	2.000	299	2119
3.6	0.76	08	181.0	3" X 8"	33457	33561	1.243	2.000	372	1643
3.6	0.80	08	181.0	3" X 10"	35663	52439	0.684	2.000	396	2303
3.6	0.60	09	197.0	3" X 8"	29066	38595	1.110	2.000	323	2119
3.6	0.76	09	197.0	3" X 10"	36779	52439	0.718	2.000	409	2303
3.6	0.80	09	197.0	3" X 10"	38566	52439	0.751	2.000	429	2303
3.6	0.60	10	204.5	3" X 8"	30087	38595	1.156	2.000	334	2119
3.6	0.76	10	204.5	3" X 10"	38071	52439	0.780	2.000	423	2303
3.6	0.80	10	204.5	3" X 10"	39927	52439	0.783	2.000	446	2303
3.6	0.60	11	211.0	3" X 8"	30971	38595	1.196	2.000	344	2119
3.6	0.76	11	211.0	3" X 10"	39192	52439	0.776	2.000	435	2303
3.6	0.80	11	211.0	3" X 10"	41106	52439	0.610	2.000	457	2303
3.6	0.60	12	227.0	3" X 8"	33148	38595	1.296	2.000	368	2119
3.6	0.76	12	227.0	3" X 10"	41950	52439	0.838	2.000	466	2303
3.6	0.80	12	227.0	3" X 10"	44009	52439	0.870	2.000	489	2303
4.2	0.60	01	78.5	2" X 8"	16586	25730	0.924	2.250	158	1412
4.2	0.76	01	78.5	2" X 8"	20465	22374	1.099	2.250	195	1220
4.2	0.80	01	78.5	2" X 8"	21435	22374	1.143	2.250	204	1220
4.2	0.60	02	85.0	2" X 8"	17792	25730	1.035	2.250	169	1412
4.2	0.76	02	85.0	2" X 8"	21990	22374	1.240	2.250	209	1220
4.2	0.80	02	85.0	3" X 8"	24065	33561	0.949	2.250	229	1643
4.2	0.60	03	101.0	2" X 8"	20756	25730	1.309	2.250	198	1412
4.2	0.76	03	101.0	3" X 8"	26770	33561	1.146	2.250	255	1643
4.2	0.80	03	101.0	3" X 8"	28017	33561	1.193	2.250	267	1643
4.2	0.60	04	108.5	2" X 8"	22145	25730	1.437	2.250	211	1412
4.2	0.76	04	108.5	3" X 8"	28529	33561	1.255	2.250	272	1643
4.2	0.80	04	108.5	3" X 8"	29869	33561	1.307	2.250	284	1643

TABLA III
 SECCIONES DE MADERA PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CARGA

CLARO SEPARACION		TIPO DE CARGA	CARGA	SECCION PROPUESTA	MOMENTO ACTUANTE	MOMENTO PERMISIBLE	FLECHA ACTUANTE	FLECHA PERMISIBLE	CORTANTE ACTUANTE	CORTANTE PERMISIBLE
MTS.	MTS.		KG/M ²	(PULGADAS)	KG.CM	KG.CM	CM	CM	KG	KG
4.8	0.60	07	174.5	3" X 10"	47232	60305	1.629	2.500	394	2648
4.8	0.76	07	174.5	3" X 12"	59492	75512	1.183	2.500	496	2764
4.8	0.80	07	174.5	3" X 12"	62306	75512	1.235	2.500	519	2764
4.8	0.60	08	181.0	3" X 10"	48804	60305	1.694	2.500	407	2648
4.8	0.76	08	181.0	3" X 12"	61483	75512	1.231	2.500	512	2764
4.8	0.80	08	181.0	3" X 12"	64403	75512	1.285	2.500	537	2764
4.8	0.60	09	197.0	3" X 10"	52675	60305	1.854	2.500	439	2648
4.8	0.76	09	197.0	3" X 12"	66366	75512	1.348	2.500	553	2764
4.8	0.80	09	197.0	3" X 12"	69544	75512	1.408	2.500	580	2764
4.8	0.60	10	204.5	3" X 10"	54490	60305	1.928	2.500	454	2648
4.8	0.76	10	204.5	3" X 12"	68685	75512	1.402	2.500	572	2764
4.8	0.80	10	204.5	3" X 12"	71983	75512	1.466	2.500	600	2764
4.8	0.60	11	211.0	3" X 10"	56062	60305	1.993	2.500	467	2648
4.8	0.76	11	211.0	3" X 12"	70676	75512	1.450	2.500	589	2764
4.8	0.80	11	211.0	3" X 12"	74079	75512	1.516	2.500	617	2764
4.8	0.60	12	227.0	3" X 10"	59933	60305	2.152	2.500	499	2648
4.8	0.76	12	227.0	4" X 12"	77587	682	1.225	2.500	647	3685
4.8	0.80	12	227.0	4" X 12"	81248	682	1.279	2.500	677	3685

TABLA III
 SECCIONES DE MADERA PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CARGA

CLARO	SEPARACION	TIPO DE CARGA	CARGA	SECCION PROPUESTA	MOMENTO ACTUANTE	MOMENTO PERMISIBLE	FLECHA ACTUANTE	FLECHA PERMISIBLE	CORTANTE ACTUANTE	CORTANTE PERMISIBLE
MTS.	MTS.		KG/MT	(PULGADAS)	KG.CM	KG.CM	CM	CM	KG	KG
4.2	0.60	05	115.0	2" X 8"	23149	25730	1.548	2.250	222	1412
4.2	0.76	05	115.0	3" X 8"	30054	33561	1.349	2.250	206	1043
4.2	0.80	05	115.0	3" X 8"	31474	33561	1.406	2.250	300	1043
4.2	0.60	06	131.0	3" X 8"	27338	38595	1.303	2.250	260	2119
4.2	0.76	06	131.0	3" X 10"	34575	52439	0.843	2.250	329	2303
4.2	0.80	06	131.0	3" X 10"	36193	52439	0.878	2.250	345	2303
4.2	0.60	07	174.5	3" X 8"	35395	38595	1.799	2.250	337	2119
4.2	0.76	07	174.5	3" X 10"	44781	52439	1.165	2.250	426	2303
4.2	0.80	07	174.5	3" X 10"	46936	52439	1.217	2.250	447	2303
4.2	0.60	08	181.0	3" X 8"	36599	38595	1.873	2.250	349	2119
4.2	0.76	08	181.0	3" X 10"	46306	52439	1.213	2.250	441	2303
4.2	0.80	08	181.0	3" X 10"	48541	52439	1.268	2.250	462	2303
4.2	0.60	09	197.0	3" X 10"	40329	60305	1.007	2.250	384	2648
4.2	0.76	09	197.0	3" X 10"	50060	52439	1.331	2.250	477	2303
4.2	0.80	09	197.0	3" X 12"	53260	75512	0.825	2.250	507	2764
4.2	0.60	10	204.5	3" X 10"	41719	60305	1.130	2.250	397	2648
4.2	0.76	10	204.5	3" X 10"	51819	52439	1.387	2.250	494	2303
4.2	0.80	10	204.5	3" X 12"	55112	75512	0.859	2.250	525	2764
4.2	0.60	11	211.0	3" X 10"	42923	60305	1.168	2.250	409	2648
4.2	0.76	11	211.0	3" X 12"	54112	75512	0.850	2.250	515	2764
4.2	0.80	11	211.0	3" X 12"	56717	75512	0.888	2.250	540	2764
4.2	0.60	12	227.0	3" X 10"	45806	60305	1.262	2.250	437	2648
4.2	0.76	12	227.0	3" X 12"	57865	75512	0.918	2.250	551	2764
4.2	0.80	12	227.0	3" X 12"	60668	75512	0.960	2.250	578	2764
4.8	0.60	01	70.5	2" X 8"	21666	25730	1.576	2.500	101	1412
4.8	0.76	01	70.5	3" X 8"	28070	33561	1.401	2.500	234	1043
4.8	0.80	01	70.5	3" X 8"	29336	33561	1.451	2.500	244	1043
4.8	0.60	02	85.0	2" X 8"	23239	25730	1.766	2.500	194	1412
4.8	0.76	02	85.0	3" X 8"	30061	33561	1.561	2.500	251	1043
4.8	0.80	02	85.0	3" X 8"	31432	33561	1.620	2.500	262	1043
4.8	0.60	03	101.0	3" X 8"	28449	38595	1.639	2.500	237	2119
4.8	0.76	03	101.0	3" X 10"	35967	52439	1.059	2.500	300	2303
4.8	0.80	03	101.0	3" X 10"	37596	52439	1.100	2.500	313	2303
4.8	0.60	04	108.5	3" X 8"	30263	38595	1.705	2.500	252	2119
4.8	0.76	04	108.5	3" X 10"	38625	52439	1.154	2.500	319	2303
4.8	0.80	04	108.5	3" X 10"	40015	52439	1.199	2.500	333	2303
4.8	0.60	05	115.0	3" X 8"	31836	38595	1.912	2.500	245	2119
4.8	0.76	05	115.0	3" X 10"	40257	52439	1.236	2.500	335	2303
4.8	0.80	05	115.0	3" X 10"	42111	52439	1.286	2.500	351	2303
4.8	0.60	06	131.0	3" X 8"	35706	38595	2.223	2.500	298	2119
4.8	0.76	06	131.0	3" X 10"	45160	52439	1.438	2.500	376	2303
4.8	0.80	06	131.0	3" X 10"	47272	52439	1.498	2.500	394	2303

TABLA IV
SECCIONES DE ACERO

SECCION (MONTEN)	ANCHO B CM	PERALTE H CM	MODULO DE SECCION S CM ³	MOMENTO DE INERCI A I CM ⁴	AREA CM ²	PESO KG/M	MOMENTO PERMISIBLE KG.CM	CORTANTE PERMISIBLE KG
4 MT 14	0.190	10.16	13.60	69.09	4.18	3.31	31416	2703
5 MT 14	0.190	12.70	18.28	116.10	4.67	3.69	42227	3378
6 MT 14	0.190	15.24	26.91	209.02	5.73	4.53	62162	4054
7 MT 14	0.190	17.78	34.43	318.17	6.46	5.10	79533	4729
8 MT 14	0.190	20.32	42.54	458.63	7.18	5.67	98267	5405
8 MT 14	0.190	20.32	42.54	458.63	7.18	5.67	98267	5405
9 MT 14	0.190	22.86	51.26	634.98	7.90	6.24	110411	6001
10 MT 14	0.190	25.40	60.53	850.22	8.63	6.82	139824	6756
9 MT 12	0.266	22.86	75.88	870.54	10.99	8.68	175283	8513
10 MT 12	0.266	25.40	92.05	1183.61	12.14	9.59	212636	9459

TABLA V
 SECCIONES DE ACERO PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CARGA

CLARO	SEPARACION	TIPO DE CARGA	CARGA	SECCION PROPUESTA	MOMENTO ACTUANTE	MOMENTO PERMISIBLE	FLECHA ACTUANTE	FLECHA PERMISIBLE	CORTANTE ACTUANTE	CORTANTE PERMISIBLE
MTS.	MTS.		KG/M2	(PONTEN)	KG.CM	KG.CM	CM	CM	KG	KG
3.0	0.60	01	78.5	4 HT 14	7791	31416	0.190	1.750	104	2703
3.0	0.76	01	78.5	4 HT 14	9769	31416	0.244	1.750	130	2703
3.0	0.60	01	78.5	4 HT 14	10263	31416	0.255	1.750	137	2703
3.0	0.60	02	65.0	4 HT 14	8405	31416	0.227	1.750	112	2703
3.0	0.76	02	65.0	4 HT 14	10547	31416	0.281	1.750	141	2703
3.0	0.80	02	65.0	4 HT 14	11082	31416	0.294	1.750	148	2703
3.0	0.60	03	101.0	4 HT 14	9917	31416	0.299	1.750	132	2703
3.0	0.76	03	101.0	4 HT 14	12462	31416	0.372	1.750	166	2703
3.0	0.80	03	101.0	4 HT 14	13098	31416	0.390	1.750	175	2703
3.0	0.60	04	108.5	4 HT 14	10626	31416	0.332	1.750	142	2703
3.0	0.76	04	108.5	4 HT 14	13360	31416	0.414	1.750	178	2703
3.0	0.80	04	108.5	4 HT 14	14043	31416	0.435	1.750	187	2703
3.0	0.60	05	115.0	4 HT 14	11240	31416	0.362	1.750	150	2703
3.0	0.76	05	115.0	4 HT 14	14138	31416	0.451	1.750	189	2703
3.0	0.80	05	115.0	4 HT 14	14862	31416	0.474	1.750	198	2703
3.0	0.60	06	131.0	4 HT 14	12752	31416	0.433	1.750	170	2703
3.0	0.76	06	131.0	4 HT 14	16053	31416	0.542	1.750	214	2703
3.0	0.80	06	131.0	4 HT 14	16878	31416	0.570	1.750	225	2703
3.0	0.60	07	174.5	4 HT 14	16863	31416	0.629	1.750	225	2703
3.0	0.76	07	174.5	4 HT 14	21260	31416	0.790	1.750	283	2703
3.0	0.80	07	174.5	4 HT 14	22359	31416	0.830	1.750	298	2703
3.0	0.60	08	181.0	4 HT 14	17477	31416	0.658	1.750	233	2703
3.0	0.76	08	181.0	4 HT 14	22038	31416	0.827	1.750	294	2703
3.0	0.80	08	181.0	4 HT 14	23178	31416	0.869	1.750	309	2703
3.0	0.60	09	197.0	4 HT 14	18989	31416	0.730	1.750	253	2703
3.0	0.76	09	197.0	4 HT 14	23953	31416	0.918	1.750	319	2703
3.0	0.80	09	197.0	4 HT 14	25194	31416	0.965	1.750	336	2703
3.0	0.60	10	204.5	4 HT 14	19698	31416	0.763	1.750	263	2703
3.0	0.76	10	204.5	4 HT 14	24851	31416	0.960	1.750	331	2703
3.0	0.80	10	204.5	4 HT 14	26139	31416	1.010	1.750	349	2703
3.0	0.60	11	211.0	4 HT 14	20312	31416	0.793	1.750	271	2703
3.0	0.76	11	211.0	4 HT 14	25629	31416	0.997	1.750	342	2703
3.0	0.80	11	211.0	4 HT 14	26958	31416	1.046	1.750	359	2703
3.0	0.60	12	227.0	4 HT 14	21824	31416	0.864	1.750	291	2703
3.0	0.76	12	227.0	4 HT 14	27564	31416	1.088	1.750	367	2703
3.0	0.80	12	227.0	4 HT 14	28974	31416	1.144	1.750	386	2703
3.6	0.60	01	78.5	4 HT 14	11218	31416	0.410	2.000	125	2703
3.6	0.76	01	78.5	4 HT 14	14067	31416	0.505	2.000	156	2703
3.6	0.80	01	78.5	4 HT 14	14779	31416	0.529	2.000	164	2703
3.6	0.60	02	65.0	4 HT 14	12103	31416	0.470	2.000	134	2703
3.6	0.76	02	65.0	4 HT 14	15187	31416	0.582	2.000	167	2703
3.6	0.80	02	65.0	4 HT 14	15959	31416	0.618	2.000	177	2703

TABLA V
 SECCIONES DE ACERO PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CARGA

CLARO	SEPARACION	TIPO DE CARGA	CARGA	SECCION PROPUESTA	MOMENTO ACTUANTE	MOMENTO PERMISIBLE	FLECHA ACTUANTE	FLECHA PERMISIBLE	CORTANTE ACTUANTE	CORTANTE PERMISIBLE
MTS.	MTS.		KG/M2	(MONTEH)	KG.CM	KG.CM	CM	CM	KG	KG
3.6	0.60	03	101.0	4 MT 14	14280	31416	0.619	2.000	159	2703
3.6	0.76	03	101.0	4 MT 14	17945	31416	0.771	2.000	199	2703
3.6	0.80	03	101.0	4 MT 14	18862	31416	0.809	2.000	210	2703
3.6	0.60	04	108.5	4 MT 14	15301	31416	0.689	2.000	170	2703
3.6	0.76	04	108.5	4 MT 14	19238	31416	0.859	2.000	214	2703
3.6	0.80	04	108.5	4 MT 14	20222	31416	0.902	2.000	225	2703
3.6	0.60	05	115.0	4 MT 14	16185	31416	0.750	2.000	180	2703
3.6	0.76	05	115.0	4 MT 14	20359	31416	0.936	2.000	226	2703
3.6	0.80	05	115.0	4 MT 14	21402	31416	0.982	2.000	238	2703
3.6	0.60	06	131.0	4 MT 14	18363	31416	0.899	2.000	204	2703
3.6	0.76	06	131.0	4 MT 14	23116	31416	1.125	2.000	257	2703
3.6	0.80	07	174.5	4 MT 14	24305	31416	1.101	2.000	270	2703
3.6	0.60	06	131.0	4 MT 14	24282	31416	1.304	2.000	270	2703
3.6	0.76	07	174.5	4 MT 14	30614	31416	1.637	2.000	340	2703
3.6	0.80	07	174.5	5 MT 14	32259	42227	1.028	2.000	358	3378
3.6	0.60	08	181.0	4 MT 14	25167	31416	1.364	2.000	280	2703
3.6	0.76	08	181.0	5 MT 14	31796	42227	1.024	2.000	353	3378
3.6	0.80	08	181.0	5 MT 14	33438	42227	1.076	2.000	372	3378
3.6	0.60	09	197.0	4 MT 14	27344	31416	1.513	2.000	304	2703
3.6	0.76	09	197.0	5 MT 14	34554	42227	1.136	2.000	384	3378
3.6	0.80	09	197.0	5 MT 14	36341	42227	1.194	2.000	404	3378
3.6	0.60	10	204.5	4 MT 14	28365	31416	1.583	2.000	315	2703
3.6	0.76	10	204.5	5 MT 14	35847	42227	1.188	2.000	398	3378
3.6	0.80	10	204.5	5 MT 14	37702	42227	1.249	2.000	419	3378
3.6	0.60	11	211.0	4 MT 14	29249	31416	1.643	2.000	325	2703
3.6	0.76	11	211.0	5 MT 14	36967	42227	1.234	2.000	411	3378
3.6	0.80	11	211.0	5 MT 14	38882	42227	1.297	2.000	432	3378
3.6	0.60	12	227.0	5 MT 14	31408	42227	1.070	2.000	350	3378
3.6	0.76	12	227.0	5 MT 14	39725	42227	1.346	2.000	441	3378
3.6	0.80	12	227.0	5 MT 14	41785	42227	1.415	2.000	464	3378
4.2	0.60	01	78.5	4 MT 14	15270	31416	0.759	2.250	145	2703
4.2	0.76	01	78.5	4 MT 14	19147	31416	0.936	2.250	182	2703
4.2	0.80	01	78.5	4 MT 14	20116	31416	0.981	2.250	192	2703
4.2	0.60	02	85.0	4 MT 14	16474	31416	0.871	2.250	157	2703
4.2	0.76	02	85.0	4 MT 14	20672	31416	1.078	2.250	197	2703
4.2	0.80	02	85.0	4 MT 14	21721	31416	1.130	2.250	207	2703
4.2	0.60	03	101.0	4 MT 14	19437	31416	1.147	2.250	185	2703
4.2	0.76	03	101.0	4 MT 14	24426	31416	1.428	2.250	233	2703
4.2	0.80	03	101.0	4 MT 14	25673	31416	1.498	2.250	245	2703
4.2	0.60	04	108.5	4 MT 14	20826	31416	1.277	2.250	198	2703
4.2	0.76	04	108.5	4 MT 14	26185	31416	1.592	2.250	249	2703
4.2	0.80	04	108.5	4 MT 14	27525	31416	1.670	2.250	262	2703

TABLA V
 SECCIONES DE ACERO PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CARGA

CLARO SEPARACION TIPO DE CARGA		CARGA KG/M2	SECCION PROPUESTA (MOMTEN)	MOMENTO ACTUANTE KG.CM	MOMENTO PERMISIBLE KG.CM	FLECHA ACTUANTE CM	FLECHA PERMISIBLE	CORTANTE ACTUANTE KG	CORTANTE PERMISIBLE KG	
MTS.	MTS.									
4.2	0.60	05	115.0	4 MT 14	22030	31416	1.369	2.250	210	2703
4.2	0.76	05	115.0	4 MT 14	27710	31416	1.734	2.250	264	2703
4.2	0.80	05	115.0	4 MT 14	29130	31416	1.620	2.250	277	2703
4.2	0.60	06	131.0	4 MT 14	24994	31416	1.665	2.250	238	2703
4.2	0.76	06	131.0	5 MT 14	31548	42227	1.246	2.250	300	3378
4.2	0.80	06	131.0	5 MT 14	33165	42227	1.309	2.250	316	3378
4.2	0.60	07	174.5	5 MT 14	33135	42227	1.444	2.250	316	3378
4.2	0.76	07	174.5	5 MT 14	41753	42227	1.812	2.250	398	3378
4.2	0.80	07	174.5	6 MT 14	44093	62162	1.065	2.250	420	4054
4.2	0.60	08	181.0	5 MT 14	34338	42227	1.510	2.250	327	3378
4.2	0.76	08	181.0	6 MT 14	43464	62162	1.061	2.250	414	4054
4.2	0.80	08	181.0	6 MT 14	45699	62162	1.115	2.250	435	4054
4.2	0.60	09	197.0	5 MT 14	37302	42227	1.675	2.250	355	3378
4.2	0.76	09	197.0	6 MT 14	47217	62162	1.177	2.250	450	4054
4.2	0.80	09	197.0	6 MT 14	49650	62162	1.237	2.250	473	4054
4.2	0.60	10	204.5	5 MT 14	38691	42227	1.752	2.250	368	3378
4.2	0.76	10	204.5	6 MT 14	48977	62162	1.231	2.250	466	4054
4.2	0.80	10	204.5	6 MT 14	51502	62162	1.294	2.250	490	4054
4.2	0.60	11	211.0	5 MT 14	39895	42227	1.618	2.250	380	3378
4.2	0.76	11	211.0	6 MT 14	50502	62162	1.278	2.250	481	4054
4.2	0.80	11	211.0	6 MT 14	53107	62162	1.343	2.250	506	4054
4.2	0.60	12	227.0	6 MT 14	43044	62162	1.109	2.250	410	4054
4.2	0.76	12	227.0	6 MT 14	54256	62162	1.393	2.250	517	4054
4.2	0.80	12	227.0	6 MT 14	57059	62162	1.465	2.250	543	4054
4.8	0.60	01	78.5	4 MT 14	19944	31416	1.295	2.500	166	2703
4.8	0.76	01	78.5	4 MT 14	25008	31416	1.597	2.500	208	2703
4.8	0.80	01	78.5	4 MT 14	26274	31416	1.673	2.500	219	2703
4.8	0.60	02	85.0	4 MT 14	21516	31416	1.486	2.500	179	2703
4.8	0.76	02	85.0	4 MT 14	27000	31416	1.840	2.500	225	2703
4.8	0.80	02	85.0	4 MT 14	28371	31416	1.928	2.500	236	2703
4.8	0.60	03	101.0	4 MT 14	25387	31416	1.957	2.500	212	2703
4.8	0.76	03	101.0	4 MT 14	32012	42227	1.461	2.500	267	3378
4.8	0.80	03	101.0	5 MT 14	33641	42227	1.532	2.500	280	3378
4.8	0.60	04	108.5	4 MT 14	27202	31416	2.178	2.500	227	2703
4.8	0.76	04	108.5	5 MT 14	34311	42227	1.627	2.500	286	3378
4.8	0.80	04	108.5	5 MT 14	36060	42227	1.707	2.500	301	3378
4.8	0.60	05	115.0	4 MT 14	28774	31416	2.369	2.500	240	2703
4.8	0.76	05	115.0	5 MT 14	36302	42227	1.771	2.500	303	3378
4.8	0.80	05	115.0	5 MT 14	38157	42227	1.859	2.500	318	3378
4.8	0.60	06	131.0	5 MT 14	32754	42227	1.701	2.500	273	3378
4.8	0.76	06	131.0	5 MT 14	41205	42227	1.120	2.500	343	3378
4.8	0.80	06	131.0	6 MT 14	43500	62162	1.254	2.500	363	4054

TABLA V
 SECCIONES DE ACERO PROPUESTAS
 PARA COMBINACION CLARO-SEPARACION-CARGA

CLARO SEPARACION		TIPO DE CARGA	CARGA	SECCION PROPUESTA (MONTEH)	MOMENTO ACTUANTE	MOMENTO PERMISIBLE	FLECHA ACTUANTE	FLECHA PERMISIBLE	CORTANTE ACTUANTE	CORTANTE PERMISIBLE
MTS.	MTS.		KG/MT		KG.CM	KG.CM	CM	CM	KG	KG
4.8	0.60	07	174.5	6 MT 14	43520	62162	1.302	2.500	363	4054
4.8	0.76	07	174.5	6 MT 14	54777	62162	1.730	2.500	456	4054
4.8	0.60	07	174.5	6 MT 14	57591	62162	1.818	2.500	480	4054
4.8	0.60	08	181.0	6 MT 14	45092	62162	1.445	2.500	376	4054
4.8	0.76	08	181.0	6 MT 14	56769	62162	1.811	2.500	473	4054
4.8	0.60	08	181.0	6 MT 14	59688	62162	1.902	2.500	497	4054
4.8	0.60	09	197.0	6 MT 14	48963	62162	1.600	2.500	408	4054
4.8	0.76	09	197.0	6 MT 14	61672	62162	2.008	2.500	514	4054
4.8	0.60	09	197.0	7 MT 14	65013	79533	1.392	2.500	542	4729
4.8	0.60	10	204.5	6 MT 14	50777	62162	1.673	2.500	423	4054
4.8	0.76	10	204.5	7 MT 14	64134	79533	1.366	2.500	534	4729
4.8	0.60	10	204.5	7 MT 14	67432	79533	1.456	2.500	562	4729
4.8	0.60	11	211.0	6 MT 14	52350	62162	1.737	2.500	436	4054
4.8	0.76	11	211.0	7 MT 14	66126	79533	1.438	2.500	551	4729
4.8	0.60	11	211.0	7 MT 14	69529	79533	1.511	2.500	579	4729
4.8	0.60	12	227.0	6 MT 14	56220	62162	1.892	2.500	469	4054
4.8	0.76	12	227.0	7 MT 14	71029	79533	1.568	2.500	592	4729
4.8	0.60	12	227.0	7 MT 14	74690	79533	1.647	2.500	622	4729

TABLA VI
 AREA DE ACERO PARA LECHO INFERIOR (TENSION)

VARILLAS(DIAMETRO EN PULG)	AREA(CM2)
2 VARS 5/16	0.98
2 VARS 3/8	1.42
2 VARS 5/16 + 1 VAR 3/8	1.69
1 VAR 5/16 + 2 VARS 3/8	1.91
3 VARS 3/8	2.13
2 VARS 5/16 + 1 VAR 1/2	2.25
2 VARS 1/2	2.53
2 VARS 3/8 + 1 VAR 1/2	2.69
2 VARS 1/2 + 1 VAR 3/8	3.24

TABLA VII
 SECCIONES TIPO DE CONCRETO

ANCHO X PERALTE		PERALTE	MOMENTO
CM X CM		EFFECTIVO	PERMISIBLE
		CM	KG. CM
09	X 14.0	12.0	46824
09	X 19.0	17.0	93974
09	X 24.0	22.0	157382
11	X 14.0	12.0	57230
11	X 19.0	17.0	114857
11	X 24.0	22.0	192356
12	X 19.0	17.0	125299
12	X 24.0	22.0	209843
12	X 29.0	27.0	316085
12	X 34.0	32.0	443965
14	X 19.0	17.0	146182
14	X 24.0	22.0	244817
14	X 29.0	27.0	368743
14	X 34.0	32.0	517960
100	X 10.0	08.0	231232
100	X 12.0	10.0	361300
100	X 14.0	12.0	520272

TABLA VIII
SECCIONES DE CONCRETO PROPUESTAS EN BASE A CLARO Y CARGA

CLARO MT	NO. CARGA	CARGA KG/M2	CARGA X HT. KG/M	Ø CM	H CM	D CM	V ACT KG	V PER KG	FL ACT CM	FLECHA PERM CM	M ACT KG.CM	M PERM KG.CM	AREA ACERO CM2	VARILLAS PROPUESTAS
3.0	07	174.5	200.6	09	19.0	17.0	301	458	1.004	1.750	22565	22710	0.39	2 VARS 5/16
3.0	08	181.0	206.9	09	19.0	17.0	310	458	1.040	1.750	23281	23435	0.40	2 VARS 5/16
3.0	09	197.0	222.6	09	19.0	17.0	334	458	1.131	1.750	25045	25220	0.43	2 VARS 5/16
3.0	10	204.5	230.0	09	19.0	17.0	345	458	1.173	1.750	25872	26057	0.44	2 VARS 5/16
3.0	11	211.0	236.3	09	19.0	17.0	355	458	1.210	1.750	26589	26783	0.46	2 VARS 5/16
3.0	12	227.0	252.0	09	19.0	17.0	378	458	1.300	1.750	28353	28569	0.49	2 VARS 5/16
3.6	07	174.5	212.0	11	19.0	17.0	382	527	1.869	2.000	34349	34610	0.59	2 VARS 5/16
3.6	08	181.0	218.6	11	19.0	17.0	393	527	1.934	2.000	35410	35685	0.61	2 VARS 5/16
3.6	09	197.0	247.9	11	24.0	22.0	466	638	1.154	2.000	40162	45621	0.60	2 VARS 5/16
3.6	10	204.5	255.5	11	24.0	22.0	460	638	1.193	2.000	41386	45621	0.60	2 VARS 5/16
3.6	11	211.0	262.0	11	24.0	22.0	472	638	1.226	2.000	42448	45621	0.60	2 VARS 5/16
3.6	12	227.0	278.2	11	24.0	22.0	501	638	1.307	2.000	45060	45621	0.60	2 VARS 5/16
4.2	07	174.5	232.2	12	24.0	22.0	488	682	1.848	2.250	51191	51526	0.68	2 VARS 5/16
4.2	08	181.0	238.8	12	24.0	22.0	501	682	1.905	2.250	52656	53008	0.70	2 VARS 5/16
4.2	09	197.0	255.2	12	24.0	22.0	536	682	2.046	2.250	56261	56656	0.75	2 VARS 5/16
4.2	10	204.5	262.8	12	24.0	22.0	552	682	2.113	2.250	57952	58367	0.77	2 VARS 5/16
4.2	11	211.0	269.5	12	24.0	22.0	566	682	2.170	2.250	59416	59850	0.79	2 VARS 5/16
4.2	12	227.0	300.2	12	29.0	27.0	630	804	1.426	2.250	66197	74962	0.80	2 VARS 5/16
4.8	07	174.5	262.8	14	29.0	27.0	631	913	1.856	2.500	75691	87455	0.93	2 VARS 5/16
4.8	08	181.0	269.4	14	29.0	27.0	647	913	1.906	2.500	77656	87455	0.93	2 VARS 5/16
4.8	09	197.0	286.4	14	29.0	27.0	687	913	2.028	2.500	82495	87455	0.93	2 VARS 5/16
4.8	10	204.5	294.3	14	29.0	27.0	706	913	2.086	2.500	84763	87455	0.93	2 VARS 5/16
4.8	11	211.0	301.1	14	29.0	27.0	723	913	2.136	2.500	86728	87455	0.93	2 VARS 5/16
4.8	12	227.0	317.9	14	29.0	27.0	763	913	2.258	2.500	91567	92173	0.99	2 VARS 3/8
4.8	13	0.0	46.0	14	19.0	17.0	110	630	0.609	2.500	13245	17584	0.29	2 VARS 5/16

TABLA IX
 SEPARACION DE VARILLA DEL LAO CONTINUO DE LA LOSA
 PARA DIFERENTES COMBINACIONES DE CLARO Y CARGA.
 (VARILLA DE 5/16 ")

CL CORTO LAR HT.	CL CARGA TIPO HT.	CARGA KG/HZ	CARGA TOTAL KG/M	D CM	M	COEF. CORTO	COEF. LARGO	M PERM CORTO KG. CM	M ACT CORTO KG. CM	M PERM LARGO KG. CM	M ACT LARGO KG. CM	V ACT KG	V PERM KG	AREA CORTO CM2	SEP COR CM2	AREA LARGO CM2	SEP LARGO CM	
3.0	3.0	01	78.5	318.5	8.0	1.00	4.900	4.900	51021	14046	51021	14046	260	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.0	02	85.0	325.0	8.0	1.00	4.900	4.900	51021	14333	51021	14333	265	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.0	03	101.0	341.0	8.0	1.00	4.900	4.900	51021	15038	51021	15038	278	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.0	04	108.5	348.5	8.0	1.00	4.900	4.900	51021	15369	51021	15369	285	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.0	05	115.0	355.0	8.0	1.00	4.900	4.900	51021	15656	51021	15656	290	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.0	06	131.0	371.0	8.0	1.00	4.900	4.900	51021	16361	51021	16361	303	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.6	01	78.5	318.5	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	17677	51021	14046	390	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.6	02	85.0	325.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	18037	51021	14333	398	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.6	03	101.0	341.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	18925	51021	15038	417	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.6	04	108.5	348.5	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	19362	51021	15369	426	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.6	05	115.0	355.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	19702	51021	15656	434	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	3.6	06	131.0	371.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	20591	51021	16361	454	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.2	01	78.5	318.5	8.0	0.71	7.000	4.900	51021	20066	51021	14046	459	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.2	02	85.0	325.0	8.0	0.71	7.000	4.900	51021	20475	51021	14333	469	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.2	03	101.0	341.0	8.0	0.71	7.000	4.900	51021	21483	51021	15038	492	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.2	04	108.5	348.5	8.0	0.71	7.000	4.900	51021	21956	51021	15369	502	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.2	05	115.0	355.0	8.0	0.71	7.000	4.900	51021	22365	51021	15656	512	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.2	06	131.0	371.0	8.0	0.71	7.000	4.900	51021	23373	51021	16361	535	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.8	01	78.5	318.5	8.0	0.63	7.625	4.900	51021	21857	51021	14046	491	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.8	02	85.0	325.0	8.0	0.63	7.625	4.900	51021	22303	51021	14333	501	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.8	03	101.0	341.0	8.0	0.63	7.625	4.900	51021	23401	51021	15038	526	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.8	04	108.5	348.5	8.0	0.63	7.625	4.900	51021	23916	51021	15369	537	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.8	05	115.0	355.0	8.0	0.63	7.625	4.900	51021	24362	51021	15656	547	4048	1.83	35	1.83	35
3.0	4.8	06	131.0	371.0	8.0	0.63	7.625	4.900	51021	25460	51021	16361	572	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.0	01	78.5	318.5	8.0	0.86	6.000	4.900	51021	23410	51021	19110	438	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.0	02	85.0	325.0	8.0	0.86	6.000	4.900	51021	23888	51021	19508	447	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.0	03	101.0	341.0	8.0	0.86	6.000	4.900	51021	25064	51021	20669	469	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.0	04	108.5	348.5	8.0	0.86	6.000	4.900	51021	25615	51021	20919	479	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.0	05	115.0	355.0	8.0	0.86	6.000	4.900	51021	26093	51021	21309	488	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.0	06	131.0	371.0	8.0	0.86	6.000	4.900	51021	27269	51021	22769	510	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.6	01	78.5	318.5	8.0	0.97	5.122	4.900	51021	19985	51021	19110	332	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.6	02	85.0	325.0	8.0	0.97	5.122	4.900	51021	20393	51021	19508	338	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.6	03	101.0	341.0	8.0	0.97	5.122	4.900	51021	21397	51021	20669	355	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.6	04	108.5	348.5	8.0	0.97	5.122	4.900	51021	21867	51021	20919	363	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.6	05	115.0	355.0	8.0	0.97	5.122	4.900	51021	22275	51021	21309	370	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	3.6	06	131.0	371.0	8.0	0.97	5.122	4.900	51021	23279	51021	22269	386	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.2	01	78.5	318.5	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	24060	51021	19110	458	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.2	02	85.0	325.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	24551	51021	19508	468	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.2	03	101.0	341.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	25760	51021	20669	491	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.2	04	108.5	348.5	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	26326	51021	20919	501	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.2	05	115.0	355.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	26617	51021	21309	511	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.2	06	131.0	371.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	28026	51021	22769	534	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.8	01	78.5	318.5	8.0	0.73	6.896	4.900	51021	26905	51021	19110	532	4048	1.83	35	1.83	35

TABLA IX
 SEPARACION DE VARILLA DEL LADO CONTIGUO DE LA LOSA
 PARA DIFERENTES COMBINACIONES DE CLARO Y CARGA.
 (VARILLA DE 5/16 ")

CL CORTO MT.	CL LAR MT.	CARGA TIPO	CARGA KG/M2	CARGA TOTAL KG/M	D CM	M	COEF. CORTO	COEF. LARGO	M PERM CORTO KG.CM	M ACT CORTO KG.CM	M PERM LARGO KG.CM	M ACT LARGO KG.CM	V ACT KG	V PERM KG	AREA CORTO CM2	SEP COR CM	AREA LARGO CM2	SEP LARGO CM
3.5	4.0	02	85.0	325.0	8.0	0.73	6.896	4.900	51021	27454	51021	19508	543	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.0	03	101.0	341.0	8.0	0.73	6.896	4.900	51021	28806	51021	20669	569	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.0	04	108.5	348.5	8.0	0.73	6.896	4.900	51021	29439	51021	20919	582	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.0	05	115.0	355.0	8.0	0.73	6.896	4.900	51021	29988	51021	21309	593	4048	1.83	35	1.83	35
3.5	4.0	06	131.0	371.0	8.0	0.73	6.896	4.900	51021	31340	51021	22269	619	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.0	01	78.5	318.5	8.0	0.75	6.750	4.900	51021	34398	51021	24970	597	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.0	02	85.0	325.0	8.0	0.75	6.750	4.900	51021	35100	51021	25460	609	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.0	03	101.0	341.0	8.0	0.75	6.750	4.900	51021	36828	51021	26734	639	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.0	04	108.5	348.5	8.0	0.75	6.750	4.900	51021	37638	51021	27322	653	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.0	05	115.0	355.0	8.0	0.75	6.750	4.900	51021	38340	51021	27832	665	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.0	06	131.0	371.0	8.0	0.75	6.750	4.900	53075	40068	51021	29006	695	4048	1.91	35	1.83	35
4.0	3.6	01	78.5	318.5	8.0	0.90	5.700	4.900	51021	29047	51021	24970	459	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.6	02	85.0	325.0	8.0	0.90	5.700	4.900	51021	29640	51021	25480	469	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.6	03	101.0	341.0	8.0	0.90	5.700	4.900	51021	31099	51021	26734	492	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.6	04	108.5	348.5	8.0	0.90	5.700	4.900	51021	31783	51021	27322	502	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.6	05	115.0	355.0	8.0	0.90	5.700	4.900	51021	32376	51021	27832	512	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	3.6	06	131.0	371.0	8.0	0.90	5.700	4.900	51021	33835	51021	29006	535	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.2	01	78.5	318.5	8.0	0.95	5.281	4.900	51021	26912	51021	24970	403	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.2	02	85.0	325.0	8.0	0.95	5.281	4.900	51021	27461	51021	25480	411	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.2	03	101.0	341.0	8.0	0.95	5.281	4.900	51021	28813	51021	26734	431	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.2	04	108.5	348.5	8.0	0.95	5.281	4.900	51021	29447	51021	27322	441	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.2	05	115.0	355.0	8.0	0.95	5.281	4.900	51021	29996	51021	27832	449	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.2	06	131.0	371.0	8.0	0.95	5.281	4.900	51021	31348	51021	29006	469	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.8	01	78.5	318.5	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	31425	51021	24970	527	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.8	02	85.0	325.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	32067	51021	25480	538	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.8	03	101.0	341.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	33645	51021	26734	564	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.8	04	108.5	348.5	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	34385	51021	27322	576	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.8	05	115.0	355.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	35027	51021	27832	587	4048	1.83	35	1.83	35
4.0	4.8	06	131.0	371.0	8.0	0.83	6.167	4.900	51021	36605	51021	29086	614	4048	1.83	35	1.83	35

APENDICE III

TABLAS DE COSTOS

(TABLA XII A XVIII)

TABLA XII
COSTO DE CUBIERTA DE PANACON APOYADA SOBRE VIGAS DE ACERO

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU ACABADOS	COSTO ACABADOS	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	PESO	CAHT. KG.	PU ACERO	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.0	3.0	01	9.00	26,299	236,691	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	320,390
3.0	3.0	02	9.00	34,217	307,953	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	391,652
3.0	3.0	03	9.00	45,016	405,144	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	488,843
3.0	3.0	04	9.00	31,871	286,839	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	370,538
3.0	3.0	05	9.00	39,919	359,271	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	442,970
3.0	3.0	06	9.00	50,718	456,462	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	540,161
3.0	3.0	07	9.00	35,504	319,536	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	403,235
3.0	3.0	08	9.00	43,422	390,798	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	474,497
3.0	3.0	09	9.00	54,221	487,989	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	571,688
3.0	3.0	10	9.00	41,206	370,854	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	454,553
3.0	3.0	11	9.00	49,124	442,116	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	525,815
3.0	3.0	12	9.00	59,923	539,307	0.80	4 MT 14	3.31	29.79	2,809	83,699	623,006
3.0	3.6	01	10.80	26,299	284,029	0.80	4 MT 14	3.31	35.75	2,843	101,639	385,668
3.0	3.6	02	10.80	34,217	369,544	0.80	4 MT 14	3.31	35.75	2,843	101,639	471,183
3.0	3.6	03	10.80	45,016	486,173	0.80	4 MT 14	3.31	35.75	2,843	101,639	567,812
3.0	3.6	04	10.80	31,871	344,207	0.80	4 MT 14	3.31	35.75	2,843	101,639	445,846
3.0	3.6	05	10.80	39,919	431,125	0.80	4 MT 14	3.31	35.75	2,843	101,639	532,764
3.0	3.6	06	10.80	50,718	547,754	0.80	4 MT 14	3.31	35.75	2,843	101,639	649,393
3.0	3.6	07	10.80	35,504	383,443	0.76	4 MT 14	3.31	35.75	2,843	101,639	485,082
3.0	3.6	08	10.80	43,422	468,958	0.80	5 MT 14	3.69	39.85	2,756	109,863	578,821
3.0	3.6	09	10.80	54,221	585,587	0.80	5 MT 14	3.69	39.85	2,756	109,863	695,450
3.0	3.6	10	10.80	41,206	445,025	0.80	5 MT 14	3.69	39.85	2,756	109,863	554,888
3.0	3.6	11	10.80	49,124	530,539	0.80	5 MT 14	3.69	39.85	2,756	109,863	640,403
3.0	3.6	12	10.80	59,923	647,168	0.80	5 MT 14	3.69	39.85	2,756	109,863	757,032
3.0	4.2	01	12.60	26,299	331,367	0.80	4 MT 14	3.31	41.71	2,867	119,579	450,946
3.0	4.2	02	12.60	34,217	431,134	0.80	4 MT 14	3.31	41.71	2,867	119,579	550,713
3.0	4.2	03	12.60	45,016	567,202	0.80	4 MT 14	3.31	41.71	2,867	119,579	686,700
3.0	4.2	04	12.60	31,871	401,575	0.80	4 MT 14	3.31	41.71	2,867	119,579	521,153
3.0	4.2	05	12.60	39,919	502,979	0.80	4 MT 14	3.31	41.71	2,867	119,579	622,558
3.0	4.2	06	12.60	50,718	639,047	0.80	5 MT 14	3.69	46.49	2,778	129,174	768,221
3.0	4.2	07	12.60	35,504	447,350	0.76	5 MT 14	3.69	46.49	2,778	129,174	576,524
3.0	4.2	08	12.60	43,422	547,117	0.80	6 MT 14	4.53	57.08	2,634	150,384	697,502
3.0	4.2	09	12.60	54,221	683,185	0.80	6 MT 14	4.53	57.08	2,634	150,384	833,569
3.0	4.2	10	12.60	41,206	519,196	0.80	6 MT 14	4.53	57.08	2,634	150,384	669,580
3.0	4.2	11	12.60	49,124	618,962	0.80	6 MT 14	4.53	57.08	2,634	150,384	767,347
3.0	4.2	12	12.60	59,923	755,030	0.80	6 MT 14	4.53	57.08	2,634	150,384	905,414
3.0	4.8	01	14.40	26,299	378,706	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,885	137,519	516,224
3.0	4.8	02	14.40	34,217	492,725	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,885	137,519	630,243
3.0	4.8	03	14.40	45,016	648,230	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,794	148,485	796,715
3.0	4.8	04	14.40	31,871	458,942	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,794	148,485	607,427
3.0	4.8	05	14.40	39,919	574,834	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,794	148,485	723,318
3.0	4.8	06	14.40	50,718	730,339	0.76	5 MT 14	3.69	53.14	2,794	148,485	878,824
3.0	4.8	07	14.40	35,504	511,258	0.80	6 MT 14	4.53	65.23	2,647	172,725	683,983
3.0	4.8	08	14.40	43,422	625,177	0.80	6 MT 14	4.53	65.23	2,647	172,725	796,902
3.0	4.8	09	14.40	54,221	780,782	0.76	6 MT 14	4.53	65.23	2,647	172,725	951,507

TABLA XII
COSTO DE CUBIERTA DE PAMAICON APOYADA SOBRE VIGAS DE ACERO

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU ACABADOS	COSTO ACABADOS	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	PESO	CANT KG.	PU ACERO	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.0	4.8	10	14.40	41,206	593,366	0.80	7 MT 14	5.10	73.44	2,575	189,174	782,540
3.0	4.8	11	14.40	49,124	707,386	0.80	7 MT 14	5.10	73.44	2,575	189,174	896,559
3.0	4.8	12	14.40	59,923	862,891	0.80	7 MT 14	5.10	73.44	2,575	189,174	1,052,065
3.5	3.0	01	10.50	26,299	276,140	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	470,877
3.5	3.0	02	10.50	34,217	359,279	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	584,267
3.5	3.0	03	10.50	45,016	472,668	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	446,244
3.5	3.0	04	10.50	31,871	334,646	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	530,748
3.5	3.0	05	10.50	39,919	419,150	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	644,138
3.5	3.0	06	10.50	50,718	532,539	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	484,391
3.5	3.0	07	10.50	35,504	372,792	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	567,530
3.5	3.0	08	10.50	43,422	455,931	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	680,919
3.5	3.0	09	10.50	54,221	569,321	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	594,262
3.5	3.0	10	10.50	41,206	432,663	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	627,401
3.5	3.0	11	10.50	49,124	515,802	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	740,790
3.5	3.0	12	10.50	59,923	629,192	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	466,886
3.5	3.6	01	12.60	26,299	331,367	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	566,653
3.5	3.6	02	12.60	34,217	431,134	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	702,720
3.5	3.6	03	12.60	45,016	567,202	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	537,093
3.5	3.6	04	12.60	31,871	401,575	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	636,498
3.5	3.6	05	12.60	39,919	502,979	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	776,565
3.5	3.6	06	12.60	50,718	639,047	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	582,869
3.5	3.6	07	12.60	35,504	447,350	0.76	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	693,602
3.5	3.6	08	12.60	43,422	547,117	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	829,669
3.5	3.6	09	12.60	54,221	683,185	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	665,680
3.5	3.6	10	12.60	41,206	519,196	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	765,447
3.5	3.6	11	12.60	49,124	618,762	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	901,514
3.5	3.6	12	12.60	59,923	755,030	0.80	5 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	546,034
3.5	4.2	01	14.70	26,299	386,595	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	662,428
3.5	4.2	02	14.70	34,217	505,990	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	821,174
3.5	4.2	03	14.70	45,016	661,735	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	627,942
3.5	4.2	04	14.70	31,871	468,504	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	746,248
3.5	4.2	05	14.70	39,919	586,809	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	917,787
3.5	4.2	06	14.70	50,718	745,555	0.80	5 MT 14	3.69	61.99	2,778	172,232	694,141
3.5	4.2	07	14.70	35,504	521,909	0.76	5 MT 14	3.69	61.99	2,778	172,232	839,616
3.5	4.2	08	14.70	43,422	638,303	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	997,561
3.5	4.2	09	14.70	54,221	797,049	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	806,241
3.5	4.2	10	14.70	41,206	605,728	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	922,635
3.5	4.2	11	14.70	49,124	722,123	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	1,081,381
3.5	4.2	12	14.70	59,923	880,868	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	425,181
3.5	4.8	01	16.80	26,299	441,823	0.80	4 MT 14	3.31	63.55	2,885	183,358	758,204
3.5	4.8	02	16.80	34,217	574,846	0.80	4 MT 14	3.31	63.55	2,885	183,358	954,248
3.5	4.8	03	16.80	45,016	756,269	0.80	4 MT 14	3.31	63.55	2,885	183,358	733,412
3.5	4.8	04	16.80	31,871	535,433	0.80	5 MT 14	3.69	70.85	2,794	197,979	868,619
3.5	4.8	05	16.80	39,919	652,869	0.80	5 MT 14	3.69	70.85	2,794	197,979	1,050,042
3.5	4.8	06	16.80	50,718	852,062	0.76	5 MT 14	3.69	70.85	2,794	197,979	

TABLA XII
COSTO DE CUBIERTA DE PAMACON APTOTADA SOBRE VIGAS DE ACERO

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU ACABADOS	COSTO ACABADOS	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	PESO	CANT KG.	PU ACERO	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.5	4.8	07	16.80	35,504	596,467	0.80	6 MT 14	4.53	86.98	2,647	230,300	826,767
3.5	4.8	08	16.80	43,422	729,490	0.80	6 MT 14	4.53	86.98	2,647	230,300	959,790
3.5	4.8	09	16.80	54,221	910,913	0.76	6 MT 14	4.53	86.98	2,647	230,300	1,241,213
3.5	4.8	10	16.80	41,206	692,261	0.80	7 MT 14	5.10	97.92	2,575	252,232	946,492
3.5	4.8	11	16.80	49,124	825,283	0.80	7 MT 14	5.10	97.92	2,575	252,232	1,077,515
4.0	4.8	12	16.80	59,923	86,706	0.80	7 MT 14	5.10	97.92	2,575	252,232	1,258,938
4.0	3.0	01	12.00	26,299	315,586	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	427,187
4.0	3.0	02	12.00	34,217	410,404	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	522,203
4.0	3.0	03	12.00	45,016	540,192	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	651,791
4.0	3.0	04	12.00	31,871	382,452	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	494,051
4.0	3.0	05	12.00	39,919	479,020	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	590,627
4.0	3.0	06	12.00	50,718	608,616	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	720,215
4.0	3.0	07	12.00	35,504	426,040	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	537,647
4.0	3.0	08	12.00	43,422	521,064	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	632,663
4.0	3.0	09	12.00	54,221	650,452	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	762,251
4.0	3.0	10	12.00	41,206	494,472	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	606,071
4.0	3.0	11	12.00	49,124	589,488	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	701,087
4.0	3.0	12	12.00	59,923	719,076	0.80	4 MT 14	3.31	39.72	2,809	111,599	830,675
4.0	3.6	01	14.40	26,299	378,706	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	514,224
4.0	3.6	02	14.40	34,217	492,725	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	628,243
4.0	3.6	03	14.40	45,016	648,230	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	743,749
4.0	3.6	04	14.40	31,871	458,942	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	594,461
4.0	3.6	05	14.40	39,919	574,834	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	710,352
4.0	3.6	06	14.40	50,718	730,339	0.80	4 MT 14	3.31	47.66	2,843	135,519	865,858
4.0	3.6	07	14.40	35,504	511,258	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	657,742
4.0	3.6	08	14.40	43,422	625,277	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	771,761
4.0	3.6	09	14.40	54,221	780,782	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	927,267
4.0	3.6	10	14.40	41,206	593,366	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	739,851
4.0	3.6	11	14.40	49,124	707,356	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	853,870
4.0	3.6	12	14.40	59,923	862,891	0.80	5 MT 14	3.69	53.14	2,756	146,485	1,009,376
4.0	4.2	01	16.80	26,299	441,823	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	601,262
4.0	4.2	02	16.80	34,217	574,846	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	734,284
4.0	4.2	03	16.80	45,016	756,269	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	915,707
4.0	4.2	04	16.80	31,871	535,433	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	694,871
4.0	4.2	05	16.80	39,919	670,639	0.80	4 MT 14	3.31	55.61	2,867	159,438	830,078
4.0	4.2	06	16.80	50,718	852,062	0.80	5 MT 14	3.69	61.99	2,778	172,232	1,026,294
4.0	4.2	07	16.80	35,504	596,467	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	796,980
4.0	4.2	08	16.80	43,422	729,490	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	930,002
4.0	4.2	09	16.80	54,221	910,913	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	1,111,425
4.0	4.2	10	16.80	41,206	692,261	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	892,773
4.0	4.2	11	16.80	49,124	825,283	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	1,025,796
4.0	4.2	12	16.80	59,923	86,706	0.80	6 MT 14	4.53	76.10	2,634	200,512	1,207,219
4.0	4.8	01	19.20	26,299	504,941	0.80	4 MT 14	3.31	63.55	2,885	183,358	688,299
4.0	4.8	02	19.20	34,217	656,966	0.80	4 MT 14	3.31	63.55	2,885	183,358	841,325
4.0	4.8	03	19.20	45,016	864,307	0.80	5 MT 14	3.69	70.85	2,794	197,979	1,062,287

TABLA XII
 COSTO DE CUBIERTA DE PANAICON APOYADA SOBRE VIGAS DE ACERO

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU ACABADOS	COSTO ACABADOS	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	PESO	CANT KG.	PU ACERO	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
4.0	4.8	04	19.20	31,071	611,923	0.80	5 MT 14	3.69	70.85	2,794	197,979	809,903
4.0	4.8	05	19.20	39,919	766,445	0.80	5 MT 14	3.69	70.85	2,794	197,979	964,424
4.0	4.8	06	19.20	50,718	973,786	0.80	6 MT 14	4.53	86.98	2,647	230,300	1,204,086
4.0	4.8	07	19.20	35,504	681,677	0.80	6 MT 14	4.53	86.98	2,647	230,300	911,977
4.0	4.8	08	19.20	43,422	833,702	0.80	6 MT 14	4.53	86.98	2,647	230,300	1,064,002
4.0	4.8	09	19.20	54,221	41,043	0.80	7 MT 14	5.10	97.92	2,575	252,232	1,293,275
4.0	4.8	10	19.20	41,206	791,155	0.80	7 MT 14	5.10	97.92	2,575	252,232	1,043,307
4.0	4.8	11	19.20	49,124	943,181	0.80	7 MT 14	5.10	97.92	2,575	252,232	1,195,412
4.0	4.8	12	19.20	59,923	150,522	0.80	7 MT 14	5.10	97.92	2,575	252,232	1,402,753

TABLA XIII
COSTO DE CUBIERTA DE PAMACON APOTADA SOBRE VIGAS DE MADERA

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU CUBIERTA	COSTO CUBIERTA	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	CANT. PIE T.	PU PIE T.	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.0	3.0	01	9.00	26,299	236,691	0.60	1.5 X 6"	29.59	2,400	71,008	307,699
3.0	3.0	02	9.00	30,217	307,953	0.60	1.5 X 6"	29.59	2,400	71,008	378,961
3.0	3.0	03	9.00	45,016	405,164	0.60	1.5 X 6"	29.59	2,400	71,008	476,152
3.0	3.0	04	9.00	31,871	286,839	0.60	1.5 X 6"	29.59	2,400	71,008	357,847
3.0	3.0	05	9.00	50,718	359,271	0.60	2" X 6"	39.45	2,400	94,686	453,957
3.0	3.0	06	9.00	50,718	456,462	0.60	2" X 6"	39.45	2,400	94,686	551,148
3.0	3.0	07	9.00	35,594	319,536	0.76	2" X 8"	39.45	2,400	94,689	414,225
3.0	3.0	08	9.00	43,422	390,798	0.60	2" X 8"	52.60	2,400	126,252	517,050
3.0	3.0	09	9.00	54,221	487,989	0.60	2" X 8"	52.60	2,400	126,252	614,241
3.0	3.0	10	9.00	41,206	370,854	0.60	2" X 8"	52.60	2,400	126,252	497,106
3.0	3.0	11	9.00	49,124	442,116	0.60	2" X 8"	52.60	2,400	126,252	568,368
3.0	3.0	12	9.00	59,923	539,307	0.60	2" X 8"	52.60	2,400	126,252	665,559
3.0	3.6	01	10.80	26,299	284,029	0.60	2" X 6"	47.34	2,400	113,623	397,652
3.0	3.6	02	10.80	34,217	369,544	0.60	2" X 6"	47.34	2,400	113,623	483,167
3.0	3.6	03	10.80	45,016	486,173	0.80	2" X 8"	47.34	2,400	113,627	599,800
3.0	3.6	04	10.80	31,871	344,207	0.80	2" X 8"	47.34	2,400	113,627	457,834
3.0	3.6	05	10.80	39,919	431,125	0.80	2" X 8"	47.34	2,400	113,627	544,752
3.0	3.6	06	10.80	50,718	547,754	0.60	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	699,257
3.0	3.6	07	10.80	35,594	383,443	0.60	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	534,946
3.0	3.6	08	10.80	43,422	468,958	0.76	3" X 8"	82.85	2,400	198,833	667,791
3.0	3.6	09	10.80	54,221	565,507	0.80	3" X 10"	103.56	2,400	246,552	814,139
3.0	3.6	10	10.80	41,206	445,025	0.80	3" X 10"	103.56	2,400	246,552	693,577
3.0	3.6	11	10.80	49,124	530,539	0.80	3" X 10"	103.56	2,400	246,552	779,092
3.0	3.6	12	10.80	59,923	647,168	0.80	3" X 10"	103.56	2,400	246,552	895,721
3.0	4.2	01	12.60	26,299	331,367	0.80	2" X 8"	55.24	2,400	132,565	463,932
3.0	4.2	02	12.60	34,217	431,134	0.76	2" X 8"	55.24	2,400	132,565	563,699
3.0	4.2	03	12.60	45,016	567,202	0.60	2" X 8"	73.65	2,400	176,753	743,954
3.0	4.2	04	12.60	31,871	401,575	0.60	2" X 8"	73.65	2,400	176,753	578,327
3.0	4.2	05	12.60	39,919	502,979	0.60	2" X 8"	73.65	2,400	176,753	679,732
3.0	4.2	06	12.60	50,718	639,047	0.80	3" X 10"	120.82	2,400	289,978	929,025
3.0	4.2	07	12.60	35,594	447,350	0.80	3" X 10"	120.82	2,400	289,978	737,328
3.0	4.2	08	12.60	43,422	547,117	0.80	3" X 10"	120.82	2,400	289,978	837,095
3.0	4.2	09	12.60	54,221	683,185	0.76	3" X 10"	120.82	2,400	289,978	973,162
3.0	4.2	10	12.60	41,206	519,196	0.76	3" X 10"	120.82	2,400	289,978	809,173
3.0	4.2	11	12.60	49,124	618,962	0.80	3" X 12"	144.99	2,400	347,971	966,933
3.0	4.2	12	12.60	59,923	755,039	0.80	3" X 12"	144.99	2,400	347,971	1,103,001
3.0	4.8	01	14.40	26,299	378,706	0.60	2" X 8"	84.17	2,400	202,003	580,709
3.0	4.8	02	14.40	34,217	492,725	0.60	2" X 8"	84.17	2,400	202,003	694,728
3.0	4.8	03	14.40	45,016	648,230	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	979,634
3.0	4.8	04	14.40	31,871	458,942	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	790,346
3.0	4.8	05	14.40	39,919	574,834	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	906,237
3.0	4.8	06	14.40	50,718	730,339	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	1,061,742
3.0	4.8	07	14.40	35,594	511,258	0.80	3" X 12"	165.70	2,400	397,681	908,938
3.0	4.8	08	14.40	43,422	625,277	0.80	3" X 12"	165.70	2,400	397,681	1,022,958

TABLA XIII
COSTO DE CUBIERTA DE PAMACON APOYADA SOBRE VIGAS DE MADERA

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	FU CUBIERTA	COSTO CUBIERTA	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	CANT. PIE T.	FU PIE T.	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.0	4.8	09	14.40	54.221	780,782	0.80	3" X 12"	165.70	2,400	397,681	1,178,463
3.0	4.8	10	14.40	41.206	593,366	0.80	3" X 12"	165.70	2,400	397,681	991,047
3.0	4.8	11	14.40	49.124	707,386	0.80	3" X 12"	165.70	2,400	397,681	1,105,066
3.0	4.8	12	14.40	59.923	862,691	0.80	4" X 12"	165.70	2,400	397,681	1,260,572
3.5	3.0	01	10.50	26.299	276,140	0.60	1.5 X 6"	36.98	2,400	88,760	364,900
3.5	3.0	02	10.50	34.217	359,279	0.60	1.5 X 6"	36.98	2,400	88,760	448,039
3.5	3.0	03	10.50	45.016	472,668	0.60	1.5 X 6"	36.98	2,400	88,760	561,428
3.5	3.0	04	10.50	31.671	334,646	0.60	1.5 X 6"	36.98	2,400	88,760	423,406
3.5	3.0	05	10.50	39.919	419,150	0.60	2" X 6"	49.32	2,400	118,357	537,507
3.5	3.0	06	10.50	50.718	532,539	0.60	2" X 6"	49.32	2,400	118,357	650,896
3.5	3.0	07	10.50	35.504	372,792	0.76	2" X 8"	52.60	2,400	126,252	499,044
3.5	3.0	08	10.50	43.422	455,931	0.60	2" X 8"	65.76	2,400	157,815	613,746
3.5	3.0	09	10.50	54.221	569,321	0.60	2" X 8"	65.76	2,400	157,815	727,135
3.5	3.0	10	10.50	41.206	432,663	0.60	2" X 8"	65.76	2,400	157,815	590,478
3.5	3.0	11	10.50	49.124	515,802	0.60	2" X 8"	65.76	2,400	157,815	673,617
3.5	3.0	12	10.50	59.923	629,192	0.60	2" X 8"	65.76	2,400	157,815	787,006
3.5	3.6	01	12.60	26.299	331,367	0.60	2" X 6"	59.18	2,400	142,029	473,396
3.5	3.6	02	12.60	34.217	431,134	0.60	2" X 6"	59.18	2,400	142,029	573,163
3.5	3.6	03	12.60	45.016	567,202	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	716,704
3.5	3.6	04	12.60	31.671	401,575	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	553,077
3.5	3.6	05	12.60	39.919	502,979	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	654,482
3.5	3.6	06	12.60	50.718	639,047	0.60	2" X 8"	78.91	2,400	189,378	828,425
3.5	3.6	07	12.60	35.504	447,350	0.60	2" X 8"	78.91	2,400	189,378	636,728
3.5	3.6	08	12.60	43.422	547,117	0.76	3" X 8"	110.46	2,400	265,111	812,228
3.5	3.6	09	12.60	54.221	683,185	0.60	3" X 8"	138.08	2,400	331,388	1,014,573
3.5	3.6	10	12.60	41.206	519,196	0.60	3" X 8"	138.08	2,400	331,388	850,584
3.5	3.6	11	12.60	49.124	618,962	0.60	3" X 8"	138.08	2,400	331,388	950,351
3.5	3.6	12	12.60	59.923	755,030	0.60	3" X 8"	138.08	2,400	331,388	1,086,418
3.5	4.2	01	14.70	26.299	386,595	0.80	2" X 8"	73.65	2,400	176,753	563,348
3.5	4.2	02	14.70	34.217	502,990	0.76	2" X 8"	73.65	2,400	176,753	679,743
3.5	4.2	03	14.70	45.016	661,735	0.60	2" X 8"	92.06	2,400	220,941	882,676
3.5	4.2	04	14.70	31.671	468,504	0.60	2" X 8"	92.06	2,400	220,941	689,445
3.5	4.2	05	14.70	39.919	586,809	0.60	2" X 8"	92.06	2,400	220,941	807,750
3.5	4.2	06	14.70	50.718	745,555	0.60	3" X 8"	161.09	2,400	386,620	1,132,174
3.5	4.2	07	14.70	35.504	521,909	0.60	3" X 8"	161.09	2,400	386,620	908,529
3.5	4.2	08	14.70	43.422	638,303	0.60	3" X 8"	161.09	2,400	386,620	1,024,923
3.5	4.2	09	14.70	54.221	797,049	0.76	3" X 10"	161.10	2,400	386,637	1,183,686
3.5	4.2	10	14.70	41.206	605,728	0.76	3" X 10"	161.10	2,400	386,637	992,365
3.5	4.2	11	14.70	49.124	722,123	0.80	3" X 12"	193.32	2,400	463,961	1,186,084
3.5	4.2	12	14.70	59.923	880,868	0.80	3" X 12"	193.32	2,400	463,961	1,344,829
3.5	4.8	01	16.80	26.299	441,823	0.60	2" X 8"	105.21	2,400	252,504	694,327
3.5	4.8	02	16.80	34.217	574,846	0.60	2" X 8"	105.21	2,400	252,504	827,350
3.5	4.8	03	16.80	45.016	759,269	0.60	2" X 8"	184.10	2,400	441,821	1,201,090
3.5	4.8	04	16.80	31.671	535,433	0.60	3" X 8"	184.10	2,400	441,821	1,077,254

TABLA XIII
COSTO DE CUBIERTA DE PAMAÇON APOYADA SOBRE VIGAS DE MADERA

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU CUBIERTA	COSTO CUBIERTA	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	CANT. PIE T.	PU PIE T.	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.5	4.8	05	16.80	39,919	670,639	0.60	3" X 8"	164.10	2,400	441,051	1,112,490
3.5	4.8	06	16.80	50,718	852,062	0.60	3" X 8"	164.10	2,400	441,051	1,293,914
3.5	4.8	07	16.80	35,504	596,467	0.80	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,126,708
3.5	4.8	08	16.80	43,422	729,490	0.80	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,259,731
3.5	4.8	09	16.80	54,221	910,913	0.80	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,441,154
3.5	4.8	10	16.80	41,206	692,261	0.80	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,222,502
3.5	4.8	11	16.80	49,124	825,263	0.80	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,355,524
3.5	4.8	12	16.80	59,923	86,706	0.80	4" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,536,947
4.0	3.0	01	12.00	26,299	315,588	0.80	2" X 6"	39.45	2,400	94,686	505,290
4.0	3.0	02	12.00	34,217	410,604	0.80	2" X 6"	39.45	2,400	106,512	646,704
4.0	3.0	03	12.00	45,016	540,192	0.60	1.5 X 6"	44.38	2,400	106,512	688,964
4.0	3.0	04	12.00	31,871	382,452	0.60	1.5 X 6"	44.38	2,400	126,252	605,280
4.0	3.0	05	12.00	39,919	479,028	0.80	2" X 8"	52.60	2,400	126,252	736,868
4.0	3.0	06	12.00	35,504	426,048	0.76	2" X 8"	65.76	2,400	157,015	583,863
4.0	3.0	07	12.00	43,422	521,064	0.60	2" X 8"	78.91	2,400	189,378	710,442
4.0	3.0	08	12.00	54,221	650,652	0.60	2" X 8"	78.91	2,400	189,378	840,030
4.0	3.0	09	12.00	41,206	494,472	0.60	2" X 8"	78.91	2,400	189,378	685,850
4.0	3.0	10	12.00	49,124	589,488	0.60	2" X 8"	78.91	2,400	189,378	778,866
4.0	3.0	11	12.00	59,923	719,076	0.60	2" X 8"	78.91	2,400	189,378	908,454
4.0	3.0	12	12.00	26,299	378,706	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	530,208
4.0	3.6	01	14.40	34,217	492,725	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	644,227
4.0	3.6	02	14.40	45,016	648,230	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	799,733
4.0	3.6	03	14.40	31,871	458,942	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	610,445
4.0	3.6	04	14.40	39,919	574,834	0.80	2" X 8"	63.13	2,400	151,502	726,336
4.0	3.6	05	14.40	50,718	730,339	0.60	2" X 8"	94.69	2,400	227,254	957,593
4.0	3.6	06	14.40	35,504	511,258	0.60	2" X 8"	94.69	2,400	227,254	738,511
4.0	3.6	07	14.40	43,422	625,277	0.76	3" X 8"	138.08	2,400	331,368	956,665
4.0	3.6	08	14.40	54,221	780,782	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	1,112,186
4.0	3.6	09	14.40	31,871	593,166	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	924,770
4.0	3.6	10	14.40	41,206	707,386	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	1,038,789
4.0	3.6	11	14.40	49,124	862,891	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	1,194,294
4.0	3.6	12	14.40	59,923	862,891	0.80	3" X 10"	138.08	2,400	331,403	1,038,789
4.0	4.2	01	16.80	26,299	441,823	0.80	2" X 8"	73.65	2,400	176,753	618,576
4.0	4.2	02	16.80	34,217	574,846	0.76	2" X 8"	92.06	2,400	220,941	795,787
4.0	4.2	03	16.80	45,016	756,269	0.60	2" X 8"	110.47	2,400	265,129	1,021,398
4.0	4.2	04	16.80	31,871	535,433	0.60	2" X 8"	110.47	2,400	265,129	800,562
4.0	4.2	05	16.80	39,919	670,639	0.60	2" X 8"	110.47	2,400	265,129	935,768
4.0	4.2	06	16.80	50,718	852,062	0.80	3" X 10"	161.10	2,400	386,637	1,238,699
4.0	4.2	07	16.80	35,504	596,467	0.80	3" X 10"	161.10	2,400	386,637	983,104
4.0	4.2	08	16.80	43,422	729,490	0.80	3" X 10"	161.10	2,400	386,637	1,116,127
4.0	4.2	09	16.80	54,221	910,913	0.80	3" X 12"	193.32	2,400	463,961	1,374,874
4.0	4.2	10	16.80	41,206	692,261	0.80	3" X 12"	193.32	2,400	463,961	1,156,222
4.0	4.2	11	16.80	49,124	825,263	0.80	3" X 12"	193.32	2,400	463,961	1,289,245
4.0	4.2	12	16.80	59,923	86,706	0.80	3" X 12"	193.32	2,400	463,961	1,470,687

TABLA XIII
 COSTO DE CUBIERTA DE PANAICON APOYADA SOBRE VIGAS DE MADERA

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	FU CUBIERTA	COSTO CUBIERTA	SEP OPTIMA	SECCION OPTIMA	CANT. PIE T.	FU PIE T.	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
4.0	4.8	01	19.20	26,299	504,941	0.60	2" X 8"	126.25	2,400	303,005	807,945
4.0	4.8	02	19.20	34,217	656,966	0.60	2" X 8"	126.25	2,400	303,005	959,971
4.0	4.8	03	19.20	45,016	864,307	0.60	3" X 10"	184.11	2,400	441,871	1,306,178
4.0	4.8	04	19.20	31,871	611,923	0.60	3" X 10"	184.11	2,400	441,871	1,053,794
4.0	4.8	05	19.20	39,919	766,445	0.60	3" X 10"	184.11	2,400	441,871	1,208,316
4.0	4.8	06	19.20	50,718	973,786	0.60	3" X 10"	184.11	2,400	441,871	1,415,656
4.0	4.8	07	19.20	35,504	681,677	0.60	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,211,918
4.0	4.8	08	19.20	43,422	833,702	0.60	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,363,943
4.0	4.8	09	19.20	54,221	41,043	0.60	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,571,284
4.0	4.8	10	19.20	41,206	791,155	0.60	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,321,396
4.0	4.8	11	19.20	49,124	943,181	0.60	3" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,473,422
4.0	4.8	12	19.20	59,923	150,522	0.60	4" X 12"	220.93	2,400	530,241	1,680,763

TABLA XIV
 COSTO POR PIEZA DE VIGA PREFABRICADA DE CONCRETO
 PARA DIFERENTES CLAROS Y CARGAS

CORTO	CARGA	SECCION ANCHO X PERALTE	CAHT CONC	PJ CONC	COSTO CONC	COSTO ACERO	COSTO CIMBRA	COSTO MANO O.	COSTO TOTAL
3.0	07	09 X 19.0	0.041	98,835	4,003	15,176	7,347	19,709	46,236
3.0	08	09 X 19.0	0.041	98,835	4,003	15,176	7,347	19,709	46,236
3.0	09	09 X 19.0	0.041	98,835	4,003	15,176	7,347	19,709	46,236
3.0	10	09 X 19.0	0.041	98,835	4,003	15,176	7,347	19,709	46,236
3.0	11	09 X 19.0	0.041	98,835	4,003	15,176	7,347	19,709	46,236
3.0	12	09 X 19.0	0.041	98,835	4,003	15,176	7,347	19,709	46,236
3.6	07	11 X 19.0	0.059	98,835	5,871	18,158	9,305	23,651	56,986
3.6	08	11 X 19.0	0.059	98,835	5,871	18,158	9,305	23,651	56,986
3.6	09	11 X 24.0	0.079	98,835	7,828	16,962	9,962	23,651	58,402
3.6	10	11 X 24.0	0.079	98,835	7,828	16,962	9,962	23,651	58,402
3.6	11	11 X 24.0	0.079	98,835	7,828	16,962	9,962	23,651	58,402
3.6	12	11 X 24.0	0.079	98,835	7,828	16,962	9,962	23,651	58,402
4.2	07	12 X 24.0	0.101	98,835	9,963	19,944	12,175	27,593	69,675
4.2	08	12 X 24.0	0.101	98,835	9,963	19,944	12,175	27,593	69,675
4.2	09	12 X 24.0	0.101	98,835	9,963	19,944	12,175	27,593	69,675
4.2	10	12 X 24.0	0.101	98,835	9,963	19,944	12,175	27,593	69,675
4.2	11	12 X 24.0	0.101	98,835	9,963	19,944	12,175	27,593	69,675
4.2	12	12 X 29.0	0.126	98,835	12,453	19,190	12,941	27,593	72,177
4.8	07	14 X 29.0	0.168	98,835	16,604	21,729	15,117	31,535	84,986
4.8	08	14 X 29.0	0.168	98,835	16,604	21,729	15,117	31,535	84,986
4.8	09	14 X 29.0	0.168	98,835	16,604	21,729	15,117	31,535	84,986
4.8	10	14 X 29.0	0.168	98,835	16,604	21,729	15,117	31,535	84,986
4.8	11	14 X 29.0	0.168	98,835	16,604	21,729	15,117	31,535	84,986
4.8	12	14 X 29.0	0.168	98,835	16,604	23,694	15,117	31,535	86,951

TABLA XV
COSTO DE CUBIERTA DE PANAÇON SOBRE VIGAS DE CONCRETO

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	FU CUBIERTA	COSTO CUBIERTA	SECCION DE LA VIGA	NOL. VIGAS	FU VIGA	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.0	3.0	07	9.00	35,504	319,536	09 X 19.0	04	46,236	184,944	504,480
3.0	3.0	08	9.00	43,422	390,798	09 X 19.0	04	46,236	184,944	575,742
3.0	3.0	09	9.00	54,221	467,989	09 X 19.0	04	46,236	184,944	672,933
3.0	3.0	10	9.00	41,206	370,854	09 X 19.0	04	46,236	184,944	555,798
3.0	3.0	11	9.00	49,124	442,116	09 X 19.0	04	46,236	184,944	627,060
3.0	3.0	12	9.00	59,923	539,307	09 X 19.0	04	46,236	184,944	724,251
3.0	3.6	07	10.80	35,504	381,443	11 X 19.0	04	56,986	227,944	611,387
3.0	3.6	08	10.80	43,422	468,958	11 X 19.0	04	56,986	227,944	696,902
3.0	3.6	09	10.80	54,221	585,587	11 X 24.0	04	58,402	233,608	819,195
3.0	3.6	10	10.80	41,206	445,025	11 X 24.0	04	58,402	233,608	478,633
3.0	3.6	11	10.80	49,124	530,539	11 X 24.0	04	58,402	233,608	764,147
3.0	3.6	12	10.80	59,923	647,168	11 X 24.0	04	58,402	233,608	880,776
3.0	4.2	07	12.60	35,504	447,350	12 X 24.0	04	69,675	278,700	726,050
3.0	4.2	08	12.60	43,422	547,117	12 X 24.0	04	69,675	278,700	825,817
3.0	4.2	09	12.60	54,221	683,185	12 X 24.0	04	69,675	278,700	961,885
3.0	4.2	10	12.60	41,206	519,196	12 X 24.0	04	69,675	278,700	797,896
3.0	4.2	11	12.60	49,124	618,962	12 X 24.0	04	69,675	278,700	897,662
3.0	4.2	12	12.60	59,923	755,030	12 X 29.0	04	72,177	288,700	1,043,730
3.0	4.8	07	14.40	35,504	511,258	14 X 29.0	04	84,986	339,944	851,202
3.0	4.8	08	14.40	43,422	625,277	14 X 29.0	04	84,986	339,944	965,221
3.0	4.8	09	14.40	54,221	780,782	14 X 29.0	04	84,986	339,944	1,120,726
3.0	4.8	10	14.40	41,206	593,366	14 X 29.0	04	84,986	339,944	933,310
3.0	4.8	11	14.40	49,124	707,386	14 X 29.0	04	84,986	339,944	1,047,330
3.0	4.8	12	14.40	59,923	862,891	14 X 29.0	04	86,951	347,804	1,210,695
3.5	3.0	07	10.50	35,504	372,792	09 X 19.0	04	46,236	184,944	557,736
3.5	3.0	08	10.50	43,422	455,931	09 X 19.0	04	46,236	184,944	640,875
3.5	3.0	09	10.50	54,221	569,321	09 X 19.0	04	46,236	184,944	754,265
3.5	3.0	10	10.50	41,206	432,663	09 X 19.0	04	46,236	184,944	617,607
3.5	3.0	11	10.50	49,124	515,802	09 X 19.0	04	46,236	184,944	700,746
3.5	3.0	12	10.50	59,923	629,192	09 X 19.0	04	46,236	184,944	814,136
3.5	3.6	07	12.60	35,504	447,350	11 X 19.0	04	56,986	227,944	675,294
3.5	3.6	08	12.60	43,422	547,117	11 X 19.0	04	56,986	227,944	775,061
3.5	3.6	09	12.60	54,221	683,185	11 X 24.0	04	58,402	233,608	916,793
3.5	3.6	10	12.60	41,206	519,196	11 X 24.0	04	58,402	233,608	752,806
3.5	3.6	11	12.60	49,124	618,962	11 X 24.0	04	58,402	233,608	852,570
3.5	3.6	12	12.60	59,923	755,030	11 X 24.0	04	58,402	233,608	980,638
3.5	4.2	07	14.70	35,504	521,909	12 X 24.0	04	69,675	278,700	800,609
3.5	4.2	08	14.70	43,422	638,303	12 X 24.0	04	69,675	278,700	917,003
3.5	4.2	09	14.70	54,221	797,049	12 X 24.0	04	69,675	278,700	1,075,749
3.5	4.2	10	14.70	41,206	605,728	12 X 24.0	04	69,675	278,700	884,428
3.5	4.2	11	14.70	49,124	722,123	12 X 24.0	04	69,675	278,700	1,000,823
3.5	4.2	12	14.70	59,923	880,668	12 X 29.0	04	72,177	288,700	1,169,576
3.5	4.8	07	16.80	35,504	596,467	14 X 29.0	04	84,986	339,944	936,411
3.5	4.8	08	16.80	43,422	729,490	14 X 29.0	04	84,986	339,944	1,069,434

TABLA XV
COSTO DE CUBIERTA DE PANAICON SOBRE VIGAS DE CONCRETO

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU CUBIERTA	COSTO CUBIERTA	SECCION DE LA VIGA	NO. VIGAS	PU VIGA	COSTO VIGAS	COSTO TOTAL
3.5	4.8	09	16.80	54,221	910,913	14 X 29.0	04	84,986	339,944	1,250,857
3.5	4.8	10	16.80	41,206	692,261	14 X 29.0	04	84,986	339,944	1,032,205
3.5	4.8	11	16.80	49,124	825,283	14 X 29.0	04	84,986	339,944	1,165,227
3.5	4.8	12	16.80	59,923	96,706	14 X 29.0	04	86,951	347,804	1,354,510
4.0	3.0	07	12.00	35,504	426,048	09 X 19.0	05	46,236	231,180	657,228
4.0	3.0	08	12.00	43,422	521,064	09 X 19.0	05	46,236	231,180	752,244
4.0	3.0	09	12.00	54,221	650,652	09 X 19.0	05	46,236	231,180	881,832
4.0	3.0	10	12.00	41,206	494,472	09 X 19.0	05	46,236	231,180	725,652
4.0	3.0	11	12.00	49,124	589,488	09 X 19.0	05	46,236	231,180	820,668
4.0	3.0	12	12.00	59,923	719,076	09 X 19.0	05	46,236	231,180	950,256
4.8	3.6	07	14.40	35,504	511,258	11 X 19.0	05	56,986	284,930	796,188
4.0	3.6	08	14.40	43,422	625,277	11 X 19.0	05	56,986	284,930	910,207
4.0	3.6	09	14.40	54,221	780,782	11 X 24.0	05	58,402	292,010	1,072,792
4.0	3.6	10	14.40	41,206	593,366	11 X 24.0	05	58,402	292,010	885,376
4.0	3.6	11	14.40	49,124	707,386	11 X 24.0	05	58,402	292,010	999,396
4.0	3.6	12	14.40	59,923	862,891	11 X 24.0	05	58,402	292,010	1,154,901
4.0	4.2	07	16.80	35,504	596,467	12 X 24.0	05	69,675	348,375	944,842
4.0	4.2	08	16.80	43,422	729,990	12 X 24.0	05	69,675	348,375	1,077,865
4.0	4.2	09	16.80	54,221	910,913	12 X 24.0	05	69,675	348,375	1,259,288
4.0	4.2	10	16.80	41,206	692,261	12 X 24.0	05	69,675	348,375	1,040,636
4.0	4.2	11	16.80	49,124	825,283	12 X 24.0	05	69,675	348,375	1,173,658
4.0	4.2	12	16.80	59,923	96,706	12 X 29.0	05	72,177	360,885	1,367,591
4.0	4.8	07	19.20	35,504	681,677	14 X 29.0	05	84,986	424,930	1,106,607
4.0	4.8	08	19.20	43,422	833,702	14 X 29.0	05	84,986	424,930	1,259,632
4.0	4.8	09	19.20	54,221	1,014,043	14 X 29.0	05	84,986	424,930	1,445,973
4.0	4.8	10	19.20	41,206	791,155	14 X 29.0	05	84,986	424,930	1,214,085
4.0	4.8	11	19.20	49,124	943,181	14 X 29.0	05	84,986	424,930	1,368,111
4.0	4.8	12	19.20	59,923	150,522	14 X 29.0	05	86,951	434,755	1,585,277

TABLA XVI
COSTO DE CUBIERTA DE LOSA MACIZA

CORTO	LARGO	CARGA	AREA	PU ACABADOS	COSTO ACABADOS	CANT CONC	PU CONC	COSTO CONC	COSTO ACERO	COSTO C/EMBRA	COSTO TOTAL
3.0	3.0	01	9.00	10.799	97,191	0.900	148.901	134,011	66,999	166,943	465,144
3.0	3.0	02	9.00	10.717	168,453	0.900	148.901	134,011	66,999	166,943	536,406
3.0	3.0	03	9.00	29.516	265,644	0.900	148.901	134,011	66,999	166,943	633,597
3.0	3.0	04	9.00	16.371	147,339	0.900	148.901	134,011	66,999	166,943	515,292
3.0	3.0	05	9.00	24.419	219,771	0.900	148.901	134,011	66,999	166,943	587,724
3.0	3.0	06	9.00	35.218	316,962	0.900	148.901	134,011	66,999	166,943	684,915
3.0	3.6	01	10.80	10.799	116,629	1.000	148.901	160,813	81,143	190,368	554,953
3.0	3.6	02	10.80	10.717	202,144	1.000	148.901	160,813	81,143	190,368	642,460
3.0	3.6	03	10.80	29.516	310,773	1.000	148.901	160,813	81,143	190,368	759,097
3.0	3.6	04	10.80	16.371	176,007	1.000	148.901	160,813	81,143	190,368	617,131
3.0	3.6	05	10.80	24.419	263,725	1.000	148.901	160,813	81,143	190,368	704,049
3.0	3.6	06	10.80	35.218	389,354	1.000	148.901	160,813	81,143	190,368	820,678
3.0	4.2	01	12.60	10.799	136,067	1.260	148.901	187,615	91,565	229,793	645,040
3.0	4.2	02	12.60	10.717	235,034	1.260	148.901	187,615	91,565	229,793	744,807
3.0	4.2	03	12.60	29.516	371,902	1.260	148.901	187,615	91,565	229,793	860,874
3.0	4.2	04	12.60	16.371	206,275	1.260	148.901	187,615	91,565	229,793	715,247
3.0	4.2	05	12.60	24.419	307,679	1.260	148.901	187,615	91,565	229,793	816,452
3.0	4.2	06	12.60	35.218	443,747	1.260	148.901	187,615	91,565	229,793	952,720
3.0	4.8	01	14.40	10.799	155,506	1.440	148.901	214,417	105,709	261,217	736,049
3.0	4.8	02	14.40	10.717	269,525	1.440	148.901	214,417	105,709	261,217	850,869
3.0	4.8	03	14.40	29.516	425,030	1.440	148.901	214,417	105,709	261,217	1,006,374
3.0	4.8	04	14.40	16.371	235,742	1.440	148.901	214,417	105,709	261,217	817,086
3.0	4.8	05	14.40	24.419	351,634	1.440	148.901	214,417	105,709	261,217	932,977
3.0	4.8	06	14.40	35.218	507,139	1.440	148.901	214,417	105,709	261,217	1,088,483
3.5	3.0	01	10.50	10.799	113,390	1.050	148.901	156,346	80,026	193,131	542,892
3.5	3.0	02	10.50	10.717	196,529	1.050	148.901	156,346	80,026	193,131	626,031
3.5	3.0	03	10.50	29.516	309,910	1.050	148.901	156,346	80,026	193,131	739,421
3.5	3.0	04	10.50	16.371	171,896	1.050	148.901	156,346	80,026	193,131	601,390
3.5	3.0	05	10.50	24.419	256,400	1.050	148.901	156,346	80,026	193,131	685,902
3.5	3.0	06	10.50	35.218	369,789	1.050	148.901	156,346	80,026	193,131	799,292
3.5	3.6	01	12.60	10.799	136,067	1.260	148.901	187,615	96,900	229,465	650,048
3.5	3.6	02	12.60	10.717	235,034	1.260	148.901	187,615	96,900	229,465	749,815
3.5	3.6	03	12.60	29.516	371,902	1.260	148.901	187,615	96,900	229,465	865,882
3.5	3.6	04	12.60	16.371	206,275	1.260	148.901	187,615	96,900	229,465	720,255
3.5	3.6	05	12.60	24.419	307,679	1.260	148.901	187,615	96,900	229,465	821,660
3.5	3.6	06	12.60	35.218	443,747	1.260	148.901	187,615	96,900	229,465	957,727
3.5	4.2	01	14.70	10.799	150,745	1.470	148.901	210,804	109,431	265,800	752,861
3.5	4.2	02	14.70	10.717	275,140	1.470	148.901	210,804	109,431	265,800	869,256
3.5	4.2	03	14.70	29.516	433,885	1.470	148.901	210,804	109,431	265,800	1,028,001
3.5	4.2	04	14.70	16.371	240,654	1.470	148.901	210,804	109,431	265,800	834,770
3.5	4.2	05	14.70	24.419	350,959	1.470	148.901	210,804	109,431	265,800	953,075
3.5	4.2	06	14.70	35.218	517,705	1.470	148.901	210,804	109,431	265,800	1,111,850
3.5	4.8	01	16.80	10.799	181,823	1.680	148.901	250,154	126,305	302,135	893,039
3.5	4.8	02	16.80	10.717	314,466	1.680	148.901	250,154	126,305	302,135	1,011,823

TABLA XVI
COSTO DE CUBIERTA DE LOSA MACIZA

CORTO	LARGO	CARGA	AREA	PU ACABADOS	COSTO ACABADOS	CAI/T CONC	PU CONC	COSTO CONC	COSTO ACERO	COSTO CIMENTA	COSTO TOTAL
3.5	4.8	03	16.80	29,516	495,869	1.680	148,901	250,154	126,305	302,135	1,174,462
3.5	4.8	04	16.80	16,371	275,033	1.680	148,901	250,154	126,305	302,135	953,626
3.5	4.8	05	16.80	24,419	410,239	1.680	148,901	250,154	126,305	302,135	1,088,833
3.5	4.8	06	16.80	35,218	591,662	1.680	148,901	250,154	126,305	302,135	1,270,256
4.0	3.0	01	12.00	10,799	129,588	1.200	148,901	178,681	89,332	219,318	616,919
4.0	3.0	02	12.00	18,717	224,604	1.200	148,901	178,681	89,332	219,318	711,935
4.0	3.0	03	12.00	29,516	354,192	1.200	148,901	178,681	89,332	219,318	841,523
4.0	3.0	04	12.00	16,371	196,452	1.200	148,901	178,681	89,332	219,318	683,783
4.0	3.0	05	12.00	24,419	293,020	1.200	148,901	178,681	89,332	219,318	780,359
4.0	3.0	06	12.00	35,218	422,616	1.200	148,901	178,681	89,332	219,318	909,947
4.0	3.6	01	14.40	10,799	155,506	1.440	148,901	214,417	108,191	260,563	738,676
4.0	3.6	02	14.40	18,717	269,525	1.440	148,901	214,417	108,191	260,563	852,695
4.0	3.6	03	14.40	29,516	425,030	1.440	148,901	214,417	108,191	260,563	1,008,201
4.0	3.6	04	14.40	16,371	235,742	1.440	148,901	214,417	108,191	260,563	818,913
4.0	3.6	05	14.40	24,419	351,634	1.440	148,901	214,417	108,191	260,563	934,804
4.0	3.6	06	14.40	35,218	507,139	1.440	148,901	214,417	108,191	260,563	1,090,310
4.8	4.2	01	16.80	10,799	181,423	1.680	148,901	250,154	122,087	301,807	855,471
4.8	4.2	02	16.80	18,717	314,446	1.680	148,901	250,154	122,087	301,807	988,493
4.8	4.2	03	16.80	29,516	495,869	1.680	148,901	250,154	122,087	301,807	1,169,917
4.0	4.2	04	16.80	16,371	275,033	1.680	148,901	250,154	122,087	301,807	969,081
4.0	4.2	05	16.80	24,419	410,239	1.680	148,901	250,154	122,087	301,807	1,084,287
4.0	4.2	06	16.80	35,218	591,662	1.680	148,901	250,154	122,087	301,807	1,265,710
4.0	4.8	01	19.20	10,799	207,341	1.920	148,901	285,890	140,946	343,052	977,229
4.0	4.8	02	19.20	18,717	359,366	1.920	148,901	285,890	140,946	343,052	1,129,254
4.0	4.8	03	19.20	29,516	566,707	1.920	148,901	285,890	140,946	343,052	1,336,595
4.0	4.8	04	19.20	16,371	314,323	1.920	148,901	285,890	140,946	343,052	1,084,211
4.0	4.8	05	19.20	24,419	468,845	1.920	148,901	285,890	140,946	343,052	1,238,733
4.0	4.8	06	19.20	35,218	679,911	1.920	148,901	285,890	140,946	343,052	1,446,073

TABLA XVII
COSTO DE CUBIERTA CON VIGUETA Y BOVEDILLA

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	M ² ACABADOS	COSTO ACABADOS	M ² VIGUETA	COSTO VIGUETAS	M ² BOVED.	COSTO BOVEDILLAS	M ² MANO O.	COSTO DE MANO OBRA	GIROS MATERIALES	COSTO TOTAL
3.0	3.0	01	9.00	10,799	97,191	8,599	77,391	1,167	70,020	4,489	40,401	63,141	340,144
3.0	3.0	02	9.00	10,717	168,453	8,599	77,391	1,167	70,020	4,489	40,401	63,141	419,406
3.0	3.0	03	9.00	29,516	265,644	8,599	77,391	1,167	70,020	4,489	40,401	63,141	516,597
3.0	3.0	04	9.00	16,371	147,339	8,599	77,391	1,167	70,020	4,489	40,401	63,141	390,292
3.0	3.0	05	9.00	24,419	219,771	8,599	77,391	1,167	70,020	4,489	40,401	63,141	470,724
3.0	3.0	06	9.00	35,218	316,962	8,599	77,391	1,167	70,020	4,489	40,401	63,141	567,915
3.0	3.6	01	10.80	10,799	116,629	9,000	97,200	1,167	84,024	4,489	48,401	79,050	425,304
3.0	3.6	02	10.80	10,717	202,144	9,000	97,200	1,167	84,024	4,489	48,401	79,050	510,899
3.0	3.6	03	10.80	29,516	318,773	9,000	97,200	1,167	84,024	4,489	48,401	79,050	627,520
3.0	3.6	04	10.80	16,371	176,007	9,000	97,200	1,167	84,024	4,489	48,401	79,050	405,562
3.0	3.6	05	10.80	24,419	263,725	9,000	97,200	1,167	84,024	4,489	48,401	79,050	572,480
3.0	3.6	06	10.80	35,218	380,354	9,000	97,200	1,167	84,024	4,489	48,401	79,050	689,110
3.0	4.2	01	12.60	10,799	138,067	9,496	119,650	1,167	98,028	4,489	56,561	90,058	501,164
3.0	4.2	02	12.60	10,717	235,034	9,496	119,650	1,167	98,028	4,489	56,561	90,058	600,931
3.0	4.2	03	12.60	29,516	371,902	9,496	119,650	1,167	98,028	4,489	56,561	90,058	736,999
3.0	4.2	04	12.60	16,371	206,275	9,496	119,650	1,167	98,028	4,489	56,561	90,058	571,372
3.0	4.2	05	12.60	24,419	307,679	9,496	119,650	1,167	98,028	4,489	56,561	90,058	672,776
3.0	4.2	06	12.60	35,218	443,747	9,496	119,650	1,167	98,028	4,489	56,561	90,058	808,844
3.0	4.8	01	14.40	10,799	155,506	10,294	140,234	1,167	112,032	4,489	64,642	106,767	587,180
3.0	4.8	02	14.40	10,717	269,525	10,294	140,234	1,167	112,032	4,489	64,642	106,767	701,149
3.0	4.8	03	14.40	29,516	425,030	10,294	140,234	1,167	112,032	4,489	64,642	106,767	856,705
3.0	4.8	04	14.40	16,371	235,742	10,294	140,234	1,167	112,032	4,489	64,642	106,767	667,417
3.0	4.8	05	14.40	24,419	351,634	10,294	140,234	1,167	112,032	4,489	64,642	106,767	783,308
3.0	4.8	06	14.40	35,218	507,139	10,294	140,234	1,167	112,032	4,489	64,642	106,767	930,813
3.5	3.0	01	10.50	10,799	113,390	8,599	103,180	1,167	87,525	4,489	47,135	74,348	425,585
3.5	3.0	02	10.50	16,371	196,529	8,599	103,180	1,167	87,525	4,489	47,135	74,348	500,724
3.5	3.0	03	10.50	29,516	309,018	8,599	103,180	1,167	87,525	4,489	47,135	74,348	622,114
3.5	3.0	04	10.50	16,371	171,896	8,599	103,180	1,167	87,525	4,489	47,135	74,348	484,491
3.5	3.0	05	10.50	24,419	256,400	8,599	103,180	1,167	87,525	4,489	47,135	74,348	560,595
3.5	3.0	06	10.50	35,218	369,709	8,599	103,180	1,167	87,525	4,489	47,135	74,348	681,905
3.5	3.6	01	12.60	10,799	138,067	9,000	129,600	1,167	105,030	4,489	56,561	93,592	520,051
3.5	3.6	02	12.60	10,717	235,034	9,000	129,600	1,167	105,030	4,489	56,561	93,592	620,610
3.5	3.6	03	12.60	29,516	371,902	9,000	129,600	1,167	105,030	4,489	56,561	93,592	756,685
3.5	3.6	04	12.60	16,371	206,275	9,000	129,600	1,167	105,030	4,489	56,561	93,592	591,058
3.5	3.6	05	12.60	24,419	307,679	9,000	129,600	1,167	105,030	4,489	56,561	93,592	692,463
3.5	3.6	06	12.60	35,218	443,747	9,000	129,600	1,167	105,030	4,489	56,561	93,592	828,530
3.5	4.2	01	14.70	10,799	150,767	9,496	159,533	1,167	122,535	4,489	65,988	107,368	614,169
3.5	4.2	02	14.70	10,717	275,190	9,496	159,533	1,167	122,535	4,489	65,988	107,368	730,564
3.5	4.2	03	14.70	29,516	433,885	9,496	159,533	1,167	122,535	4,489	65,988	107,368	869,309
3.5	4.2	04	14.70	16,371	240,654	9,496	159,533	1,167	122,535	4,489	65,988	107,368	676,078
3.5	4.2	05	14.70	24,419	350,959	9,496	159,533	1,167	122,535	4,489	65,988	107,368	814,303
3.5	4.2	06	14.70	35,218	517,705	9,496	159,533	1,167	122,535	4,489	65,988	107,368	973,129
3.5	4.8	01	16.80	10,799	141,423	10,294	177,645	1,167	140,040	4,489	75,415	126,612	721,138
3.5	4.8	02	16.80	10,717	314,446	10,294	177,645	1,167	140,040	4,489	75,415	126,612	894,150

TABLA XVII
COSTO DE CUBIERTA CON VIGUETA Y BOVEDILLA

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PU ACABADOS	COSTO ACABADOS	PU VIGUETA	COSTO VIGUETAS	PU BOVED.	COSTO BOVEDILLAS	PU MANO O.	COSTO DE MANO OBRA	OTROS MATERIALES	COSTO TOTAL
3.5	4.0	03	16.00	29,516	495,869	10,294	197,645	1,167	140,040	4,489	75,415	126,612	1,035,581
3.5	4.8	04	16.00	16,371	275,033	10,294	197,645	1,167	140,040	4,489	75,415	126,612	814,745
3.5	4.8	05	16.00	24,419	410,233	10,294	197,645	1,167	140,040	4,489	75,415	126,612	949,951
3.5	4.8	06	16.00	35,218	591,662	10,294	197,645	1,167	140,040	4,489	75,415	126,612	1,131,374
4.0	3.0	01	12.00	10,799	129,588	8,599	128,985	1,167	96,278	4,489	53,868	85,555	494,274
4.0	3.0	02	12.00	18,717	224,604	8,599	128,985	1,167	96,278	4,489	53,868	85,555	589,270
4.0	3.0	03	12.00	29,516	354,192	8,599	128,985	1,167	96,278	4,489	53,868	85,555	718,678
4.0	3.0	04	12.00	16,371	176,452	8,599	128,985	1,167	96,278	4,489	53,868	85,555	561,130
4.0	3.0	05	12.00	24,419	293,028	8,599	128,985	1,167	96,278	4,489	53,868	85,555	657,714
4.0	3.0	06	12.00	35,218	422,616	8,599	128,985	1,167	96,278	4,489	53,868	85,555	787,302
4.0	3.6	01	14.40	10,799	155,506	9,000	162,000	1,167	115,533	4,489	64,642	100,134	605,614
4.0	3.6	02	14.40	18,717	269,525	9,000	162,000	1,167	115,533	4,489	64,642	100,134	719,633
4.0	3.6	03	14.40	29,516	425,030	9,000	162,000	1,167	115,533	4,489	64,642	100,134	875,339
4.0	3.6	04	14.40	16,371	235,742	9,000	162,000	1,167	115,533	4,489	64,642	100,134	686,051
4.0	3.6	05	14.40	24,419	351,634	9,000	162,000	1,167	115,533	4,489	64,642	100,134	801,942
4.0	3.6	06	14.40	35,218	507,139	9,000	162,000	1,167	115,533	4,489	64,642	100,134	957,448
4.0	4.2	01	16.80	10,799	181,423	9,496	199,416	1,167	134,789	4,489	75,415	123,878	714,921
4.0	4.2	02	16.80	18,717	314,446	9,496	199,416	1,167	134,789	4,489	75,415	123,878	847,943
4.0	4.2	03	16.80	29,516	495,869	9,496	199,416	1,167	134,789	4,489	75,415	123,878	1,029,366
4.0	4.2	04	16.80	16,371	275,033	9,496	199,416	1,167	134,789	4,489	75,415	123,878	880,530
4.0	4.2	05	16.80	24,419	410,233	9,496	199,416	1,167	134,789	4,489	75,415	123,878	953,737
4.0	4.2	06	16.80	35,218	591,662	9,496	199,416	1,167	134,789	4,489	75,415	123,878	1,125,160
4.0	4.8	01	19.20	10,799	207,341	10,294	247,056	1,167	154,044	4,489	86,189	146,457	841,087
4.0	4.8	02	19.20	18,717	359,366	10,294	247,056	1,167	154,044	4,489	86,189	146,457	993,112
4.0	4.8	03	19.20	29,516	566,707	10,294	247,056	1,167	154,044	4,489	86,189	146,457	1,200,453
4.0	4.8	04	19.20	16,371	314,323	10,294	247,056	1,167	154,044	4,489	86,189	146,457	948,069
4.0	4.8	05	19.20	24,419	468,845	10,294	247,056	1,167	154,044	4,489	86,189	146,457	1,182,591
4.0	4.8	06	19.20	35,218	676,186	10,294	247,056	1,167	154,044	4,489	86,189	146,457	1,309,931

TABLA XVIII
RESUMEN DE COSTOS

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PAHACON Y ACERO	PAHACON Y MADERA	PAHACON Y CONCRETO	LOSA DE CONCRETO	VIGUETA BOVEDILLA	SISTEMA MAS BARATO	COSTO MEJOR
3.0	3.0	01	9.00	320,390	307,699	504,480	465,144	348,144	PAHACON Y MADERA	307,699
3.0	3.0	02	9.00	391,652	378,961	575,742	536,406	419,406	PAHACON Y MADERA	378,961
3.0	3.0	03	9.00	408,043	476,152	672,933	633,597	516,597	PAHACON Y MADERA	476,152
3.0	3.0	04	9.00	370,530	357,847	555,798	515,292	398,292	PAHACON Y MADERA	357,847
3.0	3.0	05	9.00	442,970	453,957	627,060	587,724	470,724	PAHACON Y ACERO	442,970
3.0	3.0	06	9.00	540,161	551,148	724,251	684,915	567,915	PAHACON Y ACERO	540,161
3.0	3.0	07	9.00	403,235	414,225	504,480	465,144	348,144	VIGUETA Y BOVEDILLA	348,144
3.0	3.0	08	9.00	474,497	517,050	575,742	536,406	419,406	VIGUETA Y BOVEDILLA	419,406
3.0	3.0	09	9.00	571,688	614,241	672,933	633,597	516,597	VIGUETA Y BOVEDILLA	516,597
3.0	3.0	10	9.00	454,553	497,106	555,798	515,292	398,292	VIGUETA Y BOVEDILLA	398,292
3.0	3.0	11	9.00	525,815	568,368	627,060	587,724	470,724	VIGUETA Y BOVEDILLA	470,724
3.0	3.0	12	9.00	623,006	665,559	724,251	684,915	567,915	VIGUETA Y BOVEDILLA	567,915
3.0	3.6	01	10.80	305,660	397,652	611,387	556,953	425,304	PAHACON Y ACERO	395,668
3.0	3.6	02	10.80	471,183	483,167	696,902	642,468	510,899	PAHACON Y ACERO	471,183
3.0	3.6	03	10.80	587,812	599,800	819,195	759,097	627,528	PAHACON Y ACERO	587,812
3.0	3.6	04	10.80	445,846	457,834	670,633	617,131	485,562	PAHACON Y ACERO	445,846
3.0	3.6	05	10.80	532,764	544,752	764,147	704,049	572,400	PAHACON Y ACERO	532,764
3.0	3.6	06	10.80	649,393	699,257	889,776	820,678	689,110	VIGUETA Y ACERO	649,393
3.0	3.6	07	10.80	485,082	534,946	617,387	556,953	425,384	VIGUETA Y BOVEDILLA	425,384
3.0	3.6	08	10.80	578,821	667,791	676,902	642,468	510,899	VIGUETA Y BOVEDILLA	510,899
3.0	3.6	09	10.80	695,450	836,139	819,195	759,097	627,528	VIGUETA Y BOVEDILLA	627,528
3.0	3.6	10	10.80	556,809	693,577	670,633	617,131	485,562	VIGUETA Y BOVEDILLA	485,562
3.0	3.6	11	10.80	640,403	729,092	764,147	704,049	572,400	VIGUETA Y BOVEDILLA	572,400
3.0	3.6	12	10.80	757,832	895,721	880,776	820,678	689,110	VIGUETA Y BOVEDILLA	689,110
3.0	4.2	01	12.60	450,946	463,932	726,050	645,040	501,164	PAHACON Y ACERO	450,946
3.0	4.2	02	12.60	550,713	563,699	825,817	744,807	600,931	PAHACON Y ACERO	550,713
3.0	4.2	03	12.60	686,780	743,954	961,885	800,874	736,999	PAHACON Y ACERO	686,780
3.0	4.2	04	12.60	521,153	578,327	797,896	715,247	571,372	PAHACON Y ACERO	521,153
3.0	4.2	05	12.60	622,558	679,732	897,662	816,652	672,776	PAHACON Y ACERO	622,558
3.0	4.2	06	12.60	768,221	929,025	1,043,738	952,720	808,044	PAHACON Y ACERO	768,221
3.0	4.2	07	12.60	576,524	737,378	726,050	645,040	501,164	VIGUETA Y BOVEDILLA	501,164
3.0	4.2	08	12.60	647,502	837,095	825,817	744,807	600,931	VIGUETA Y BOVEDILLA	600,931
3.0	4.2	09	12.60	833,569	973,162	961,885	880,874	736,999	VIGUETA Y BOVEDILLA	736,999
3.0	4.2	10	12.60	669,500	809,173	797,896	715,247	571,372	VIGUETA Y BOVEDILLA	571,372
3.0	4.2	11	12.60	769,347	966,933	897,662	816,652	672,776	VIGUETA Y BOVEDILLA	672,776
3.0	4.2	12	12.60	905,414	1,103,001	1,043,738	952,720	808,044	VIGUETA Y BOVEDILLA	808,044
3.0	4.8	01	14.40	516,224	580,709	851,202	736,849	587,180	PAHACON Y ACERO	516,224
3.0	4.8	02	14.40	630,243	694,728	965,221	850,869	701,199	PAHACON Y ACERO	630,243
3.0	4.8	03	14.40	796,715	979,634	1,120,726	1,006,374	856,705	PAHACON Y ACERO	796,715
3.0	4.8	04	14.40	687,427	790,346	933,310	817,086	667,417	PAHACON Y ACERO	667,417
3.0	4.8	05	14.40	823,318	886,237	1,047,330	932,977	783,308	PAHACON Y ACERO	783,318
3.0	4.8	06	14.40	678,834	708,938	1,210,695	1,088,483	938,813	PAHACON Y ACERO	878,824
3.0	4.8	07	14.40	643,983	908,938	851,202	736,849	587,180	VIGUETA Y BOVEDILLA	587,180
3.0	4.8	08	14.40	748,002	1,022,958	965,221	850,869	701,199	VIGUETA Y BOVEDILLA	701,199

TABLA XVIII
RESUMEN DE COSTOS

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PAHACON Y ACERO	PAHACON Y MADERA	PAHACON Y CONCRETO	LOSA DE CONCRETO	VIGUETA BOVEDILLA	SISTEMA MAS BARATO	COSTO MEDIO
3.0	4.8	09	14.40	953,507	1,178,463	1,120,726	1,006,374	854,705	VIGUETA Y BOVEDILLA	854,705
3.0	4.8	10	14.40	782,540	991,047	933,310	817,086	667,417	VIGUETA Y BOVEDILLA	667,417
3.0	4.8	11	14.40	896,559	1,105,066	1,047,330	932,977	703,308	VIGUETA Y BOVEDILLA	703,308
3.0	4.8	12	14.40	1,052,065	1,260,572	1,210,675	1,088,483	938,013	VIGUETA Y BOVEDILLA	938,013
3.5	3.0	01	10.50	397,730	364,900	557,736	542,892	425,505	PAHACON Y MADERA	364,900
3.5	3.0	02	10.50	470,877	448,039	640,875	626,031	508,724	PAHACON Y MADERA	448,039
3.5	3.0	03	10.50	504,267	561,428	754,265	739,421	622,114	PAHACON Y MADERA	561,428
3.5	3.0	04	10.50	446,244	423,406	617,607	601,398	484,091	PAHACON Y MADERA	423,406
3.5	3.0	05	10.50	530,740	537,507	700,746	685,902	568,595	PAHACON Y ACERO	530,740
3.5	3.0	06	10.50	644,138	650,896	814,136	799,292	681,985	PAHACON Y ACERO	644,138
3.5	3.0	07	10.50	404,391	499,044	557,736	542,892	425,505	VIGUETA Y BOVEDILLA	425,505
3.5	3.0	08	10.50	567,530	613,746	640,875	626,031	508,724	VIGUETA Y BOVEDILLA	508,724
3.5	3.0	09	10.50	600,919	727,135	754,265	739,421	622,114	VIGUETA Y BOVEDILLA	622,114
3.5	3.0	10	10.50	544,262	590,478	617,607	601,398	484,091	VIGUETA Y BOVEDILLA	484,091
3.5	3.0	11	10.50	627,401	673,617	700,746	685,902	568,595	VIGUETA Y BOVEDILLA	568,595
3.5	3.0	12	10.50	740,790	787,006	814,136	799,292	681,985	VIGUETA Y BOVEDILLA	681,985
3.5	3.6	01	12.60	466,886	473,396	675,294	650,048	520,851	PAHACON Y ACERO	466,886
3.5	3.6	02	12.60	566,653	573,163	775,061	749,815	620,618	PAHACON Y ACERO	566,653
3.5	3.6	03	12.60	702,720	718,704	916,793	885,882	756,685	PAHACON Y ACERO	702,720
3.5	3.6	04	12.60	537,093	553,077	752,884	720,255	591,058	PAHACON Y ACERO	537,093
3.5	3.6	05	12.60	630,498	654,482	852,570	821,660	692,463	PAHACON Y ACERO	630,498
3.5	3.6	06	12.60	774,565	820,225	980,658	957,727	828,530	PAHACON Y ACERO	774,565
3.5	3.6	07	12.60	582,889	636,728	675,294	650,048	520,851	VIGUETA Y BOVEDILLA	520,851
3.5	3.6	08	12.60	693,682	812,228	775,061	749,815	620,618	VIGUETA Y BOVEDILLA	620,618
3.5	3.6	09	12.60	829,669	1,014,573	916,793	885,882	756,685	VIGUETA Y BOVEDILLA	756,685
3.5	3.6	10	12.60	665,680	850,584	752,884	720,255	591,058	VIGUETA Y BOVEDILLA	591,058
3.5	3.6	11	12.60	765,447	950,351	852,570	821,660	692,463	VIGUETA Y BOVEDILLA	692,463
3.5	3.6	12	12.60	901,514	1,086,418	988,638	957,727	820,530	VIGUETA Y BOVEDILLA	820,530
3.5	4.2	01	14.70	546,034	563,348	800,609	752,861	614,169	PAHACON Y ACERO	546,034
3.5	4.2	02	14.70	662,428	679,743	917,003	869,256	730,564	PAHACON Y ACERO	662,428
3.5	4.2	03	14.70	821,174	882,676	1,075,749	1,028,081	889,309	PAHACON Y ACERO	821,174
3.5	4.2	04	14.70	627,942	689,445	884,428	834,770	696,078	PAHACON Y ACERO	627,942
3.5	4.2	05	14.70	746,240	807,750	1,000,823	953,075	814,383	PAHACON Y ACERO	746,240
3.5	4.2	06	14.70	917,787	1,132,174	1,169,576	1,111,020	973,129	PAHACON Y ACERO	917,787
3.5	4.2	07	14.70	694,141	788,529	884,428	834,770	696,078	VIGUETA Y BOVEDILLA	614,169
3.5	4.2	08	14.70	838,016	1,024,923	917,003	869,256	730,564	VIGUETA Y BOVEDILLA	730,564
3.5	4.2	09	14.70	997,561	1,183,686	1,075,749	1,028,081	889,309	VIGUETA Y BOVEDILLA	889,309
3.5	4.2	10	14.70	886,241	992,365	884,428	834,770	696,078	VIGUETA Y BOVEDILLA	696,078
3.5	4.2	11	14.70	922,635	1,186,084	1,000,823	953,075	814,383	VIGUETA Y BOVEDILLA	814,383
3.5	4.2	12	14.70	1,081,381	1,344,829	1,169,576	1,111,020	973,129	VIGUETA Y BOVEDILLA	973,129
3.5	4.8	01	16.80	625,181	694,377	936,411	869,017	723,335	PAHACON Y ACERO	625,181
3.5	4.8	02	16.80	758,284	837,350	1,069,434	993,039	854,158	PAHACON Y ACERO	758,284
3.5	4.8	03	16.80	954,248	1,198,120	1,250,857	1,174,462	1,035,581	PAHACON Y ACERO	954,248
3.5	4.8	04	16.80	733,412	977,284	1,032,205	953,626	814,745	PAHACON Y ACERO	733,412

TABLA XVIII
RESUMEN DE COSTOS

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	AREA	PAHACON Y ACERO	PAHACON Y MADERA	PAHACON Y CONCRETO	LOSA DE CONCRETO	VIGUETA BOVEDILLA	SISTEMA HAS BARATO	COSTO MEJOR
3.5	4.8	05	16.80	868,619	1,112,490	1,165,227	1,080,833	999,951	PAHACON Y ACERO	868,619
3.5	4.8	06	16.80	1,050,042	1,293,914	1,354,510	1,270,256	1,131,374	PAHACON Y ACERO	1,050,042
3.5	4.8	07	16.80	826,767	1,126,708	936,411	860,017	721,135	VIGUETA Y BOVEDILLA	721,135
3.5	4.8	08	16.80	959,790	1,259,731	1,069,434	993,039	854,150	VIGUETA Y BOVEDILLA	854,150
3.5	4.8	09	16.80	1,141,213	1,441,154	1,250,857	1,174,462	1,035,501	VIGUETA Y BOVEDILLA	1,035,501
3.5	4.8	10	16.80	944,492	1,222,502	1,032,205	953,626	814,765	VIGUETA Y BOVEDILLA	814,765
3.5	4.8	11	16.80	1,077,515	1,355,524	1,165,227	1,000,833	849,951	VIGUETA Y BOVEDILLA	849,951
3.5	4.8	12	16.80	1,258,938	1,536,947	1,354,510	1,270,256	1,131,374	VIGUETA Y BOVEDILLA	1,131,374
4.0	3.0	01	12.00	427,107	410,276	657,228	616,919	494,274	PAHACON Y MADERA	410,274
4.0	3.0	02	12.00	522,203	505,290	752,244	711,935	589,290	PAHACON Y MADERA	505,290
4.0	3.0	03	12.00	451,791	646,704	801,832	841,523	718,878	PAHACON Y MADERA	646,704
4.0	3.0	04	12.00	494,051	408,964	725,652	683,783	561,138	PAHACON Y MADERA	408,964
4.0	3.0	05	12.00	590,627	605,280	820,668	780,359	657,714	PAHACON Y ACERO	590,627
4.0	3.0	06	12.00	720,215	734,068	950,256	909,947	787,302	PAHACON Y ACERO	720,215
4.0	3.0	07	12.00	537,647	503,863	657,228	616,919	494,274	VIGUETA Y BOVEDILLA	494,274
4.0	3.0	08	12.00	632,663	710,442	752,244	711,935	589,290	VIGUETA Y BOVEDILLA	589,290
4.0	3.0	09	12.00	762,251	840,030	801,832	841,523	718,878	VIGUETA Y BOVEDILLA	718,878
4.0	3.0	10	12.00	606,071	693,050	725,652	683,783	561,138	VIGUETA Y BOVEDILLA	561,138
4.0	3.0	11	12.00	701,087	778,066	820,668	780,359	657,714	VIGUETA Y BOVEDILLA	657,714
4.0	3.0	12	12.00	830,675	908,454	950,256	909,947	787,302	VIGUETA Y BOVEDILLA	787,302
4.0	3.6	01	14.40	514,224	530,200	796,188	738,676	605,814	PAHACON Y ACERO	514,224
4.0	3.6	02	14.40	628,243	644,227	910,207	852,695	719,033	PAHACON Y ACERO	628,243
4.0	3.6	03	14.40	703,749	799,733	1,072,792	1,008,201	875,339	PAHACON Y ACERO	703,749
4.0	3.6	04	14.40	594,461	610,445	805,376	818,913	686,051	PAHACON Y ACERO	594,461
4.0	3.6	05	14.40	710,352	726,336	999,396	934,804	801,942	PAHACON Y ACERO	710,352
4.0	3.6	06	14.40	865,858	957,593	1,154,901	1,070,310	957,448	PAHACON Y ACERO	865,858
4.0	3.6	07	14.40	657,742	738,511	776,188	738,676	605,814	VIGUETA Y BOVEDILLA	605,814
4.0	3.6	08	14.40	771,761	956,665	910,207	852,695	719,033	VIGUETA Y BOVEDILLA	719,033
4.0	3.6	09	14.40	927,267	1,112,186	1,072,792	1,008,201	875,339	VIGUETA Y BOVEDILLA	875,339
4.0	3.6	10	14.40	739,851	924,770	805,376	810,913	686,051	VIGUETA Y BOVEDILLA	686,051
4.0	3.6	11	14.40	853,870	1,038,709	992,396	934,804	801,942	VIGUETA Y BOVEDILLA	801,942
4.0	3.6	12	14.40	1,009,376	1,179,294	1,154,901	1,070,310	957,448	VIGUETA Y BOVEDILLA	957,448
4.0	4.2	01	16.80	601,262	618,576	944,842	855,471	714,921	PAHACON Y ACERO	601,262
4.0	4.2	02	16.80	734,284	795,787	1,077,865	989,493	847,943	PAHACON Y ACERO	734,284
4.0	4.2	03	16.80	915,707	1,021,398	1,259,288	1,149,917	1,029,366	PAHACON Y ACERO	915,707
4.0	4.2	04	16.80	694,871	800,562	1,040,636	949,001	800,530	PAHACON Y ACERO	694,871
4.0	4.2	05	16.80	830,878	935,768	1,173,658	1,084,287	943,737	PAHACON Y ACERO	830,878
4.0	4.2	06	16.80	1,024,294	1,238,677	1,367,591	1,265,710	1,125,160	PAHACON Y ACERO	1,024,294
4.0	4.2	07	16.80	796,980	903,104	944,842	855,471	714,921	VIGUETA Y BOVEDILLA	714,921
4.0	4.2	08	16.80	930,002	1,116,127	1,077,865	989,493	847,943	VIGUETA Y BOVEDILLA	847,943
4.0	4.2	09	16.80	1,111,425	1,374,874	1,259,288	1,149,917	1,029,366	VIGUETA Y BOVEDILLA	1,029,366
4.0	4.2	10	16.80	892,773	1,156,222	1,040,636	949,001	808,530	VIGUETA Y BOVEDILLA	808,530
4.0	4.2	11	16.80	1,029,796	1,289,249	1,173,658	1,084,287	943,737	VIGUETA Y BOVEDILLA	943,737
4.0	4.2	12	16.80	1,207,219	1,470,667	1,367,591	1,265,710	1,125,160	VIGUETA Y BOVEDILLA	1,125,160

TABLE XVIII
RESUMEN DE COSTOS

CLARO CORTO	CLARO LARGO	CARGA	APEA	PANACON Y ACERO	PANACON Y MADERA	PANACON Y CONCRETO	LOSA DE CONCRETO	VIGUETA BOVEDILLA	SISTEMA MAS BARATO	COSTO MEJOR
4.0	4.8	01	19.20	688,299	807,945	1,106,607	977,229	841,067	PANACON Y ACERO	688,299
4.0	4.8	02	19.20	840,325	959,971	1,258,632	1,129,254	993,112	PANACON Y ACERO	840,325
4.0	4.8	03	19.20	1,062,287	1,306,178	1,465,973	1,336,595	1,200,453	PANACON Y ACERO	1,062,287
4.0	4.8	04	19.20	809,903	1,053,794	1,216,085	1,084,211	948,069	PANACON Y ACERO	809,903
4.0	4.8	05	19.20	964,424	1,208,316	1,368,111	1,238,733	1,102,591	PANACON Y ACERO	964,424
4.0	4.8	06	19.20	1,204,086	1,415,656	1,585,277	1,446,073	1,309,931	PANACON Y ACERO	1,204,086
4.0	4.8	07	19.20	911,977	1,211,818	1,106,607	977,229	841,067	VIGUETA Y BOVEDILLA	841,067
4.0	4.8	08	19.20	1,064,002	1,363,943	1,258,632	1,129,254	993,112	VIGUETA Y BOVEDILLA	993,112
4.0	4.8	09	19.20	1,293,275	1,571,284	1,465,973	1,336,595	1,200,453	VIGUETA Y BOVEDILLA	1,200,453
4.0	4.8	10	19.20	1,043,387	1,321,396	1,216,085	1,084,211	948,069	VIGUETA Y BOVEDILLA	948,069
4.0	4.8	11	19.20	1,195,412	1,473,422	1,368,111	1,238,733	1,102,591	VIGUETA Y BOVEDILLA	1,102,591
4.0	4.8	12	19.20	1,402,753	1,680,763	1,585,277	1,446,073	1,309,931	VIGUETA Y BOVEDILLA	1,309,931

BIBLIOGRAFIA

Asentamientos humanos; urbanismo y vivienda.

Cometido del poder público en la segunda mitad del siglo XX.

Jesús Silva-Herzog Flores.

México, Porrúa, 1977.

Población y vivienda en América Latina: perspectivas
en las próximas décadas.

Luis Ratinoff, 1979

Funcionario del Banco Interamericano de Desarrollo.

Estudio de la autoconstrucción en México.

Ramón Luis Ambía Medina, Alberto Javier García Castillo.

Tesis 1980

Ingeniería, Universidad La Salle.

Casas modulares industrializadas

Guillermo Estrada Carranco, Angel Sánchez Bernal

Tesis, 1977

Ingeniería, Universidad La Salle.

Censo General de Población y Vivienda, 1980.

Resumen General Abreviado.

México, 1984.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.

México, 1984.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Consulta mundial sobre paneles a base de madera

"Wood wood cement boards used for low cost houses
and other applications"

G.J. Van Elren

Nueva Delhi, India, 6-16/2/1975

FD/MCWD/75 OHU.

Manuales técnicos del pánacón,

proporcionados por el Grupo Intra.

Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal:

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

México, D.F., 10 de abril de 1989

Quinta Epoca No. 129

Normas Técnicas Complementarias para Diseño y

Construcción de Estructuras de Concreto.

México, D.F., 26 de noviembre de 1987

Quinta Epoca No. 44

Normas Técnicas Complementarias para Diseño y

Construcción de Estructuras de Madera.

México, D.F., 10 de diciembre de 1987

Quinta Epoca No. 48

Normas Técnicas Complementarias para Diseño y

Construcción de Estructuras Metálicas.

México, D.F., 27 de marzo de 1989

Quinta Epoca No. 127

Costos y Materiales

Ing. Raúl González Holéndez

Ing. Juan B. Palmbart

México, D.F. abril de 1986. Sexta edición.