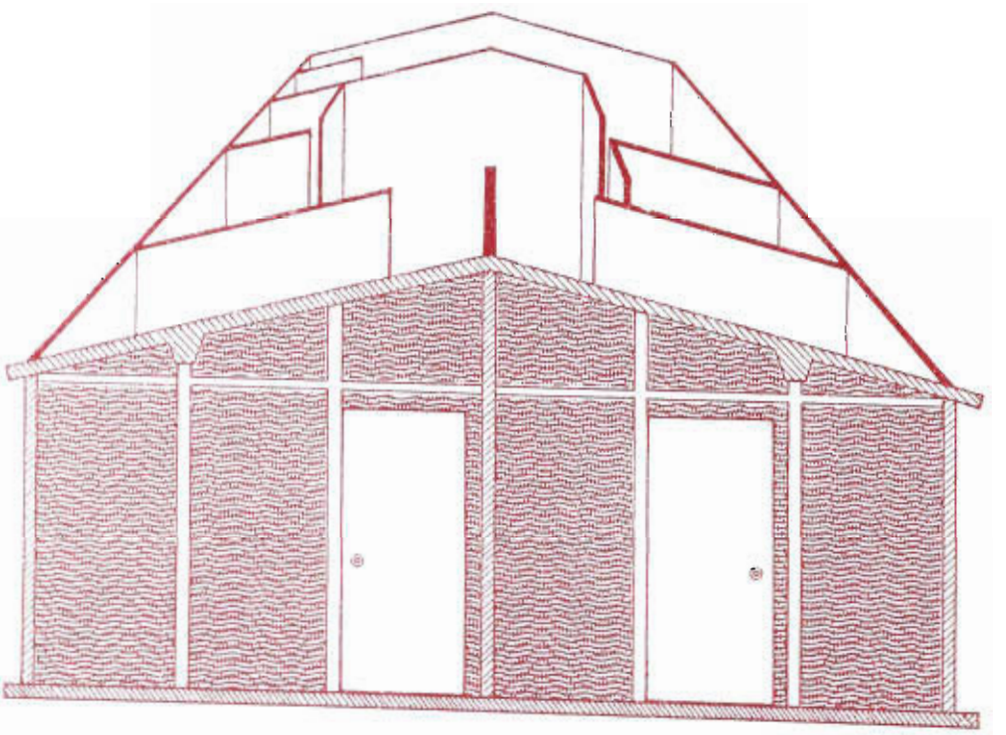
101

# Casa construida con paneles de ferrocemento y poliestireno por autoconstrucción

León Fernández Orozco



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

# 218545
C.B. 2894802

# Casa construida con paneles de ferrocemento y poliestireno por autoconstrucción

León Fernández Orozco †

AZCAPOTZALCO
BIBLIOTECA

2894802

234108

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Materiales

UAM-AZCAPOTZALCO

RECTORA
Mtra. Mónica de la Garza Malo

SECRETARIO
Lic. Guillermo Ejea Mendoza

COORDINADOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA
Lic. Enrique López Aguilar

JEFA DE LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EDITORIALES
Lic. Silvia Aboytes Perete

ISBN: 970-654-442-9

© UAM-Azcapotzalco
León Fernández Orozco

Diseño de la Portada:
Modesto Serrano Ramírez
Corrección:
Marisela Juárez Capistrán

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco

Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas
Deleg. Azcapotzalco, C.P. 02200
México, D.F.

Sección de producción
y distribución editoriales
tel. 724-4422 ó 23 Fax 724-4422

2a. edición, 1999

Impreso en México

## DISEÑO DEL PANEL

Los módulos del panel son 1.10 x 2.26 m centro a centro. Dos anchos del panel 2.20 m menos el espesor de un muro resultan de 2.12 m que pueden alojar una cama; el largo 2.26 m corresponde también a dos módulos en el techo inclinado con pendiente 1:4, resulta también adecuado para la medida interior de piso a techo aún considerando 10 ó 12 cm de piso interior.

Las uniones entre paneles serán de 8 cm en las juntas verticales de los muros (castillos) y en las del techo y de 6 cm en las juntas horizontales de los muros (cadenas); con lo que las medidas exteriores del panel son 102 y 218 cm.

El panel (ver lámina A1) está formado por una lámina de poliestireno de 5 cm de ancho, con una capa en cada cara de ferrocemento de 8 a 10 mm de espesor; lleva en todo el perímetro un marco de 3 cm, armado con un alambrón de 5 mm (3/16"), lleva también estribos en forma de Z de 3 mm (1/8") frente a los núcleos (30 cm aprox.) y en las esquinas; los núcleos son de 5 cm de diámetro cada uno armado con una Z, las Z sirven para que las dos capas de ferrocemento trabajen en conjunto.

Las capas de ferrocemento van armadas con una y media tiras de tela de gallinero de 13 mm calibre 22 que vienen en rollos de 91 cm de ancho y 45 m de largo; como la tela vuela 8 cm fuera del panel en todo el perímetro, para la unión, la tira y media se traslapan 18 cm entre ellas; la tela tiene una dirección en que trabaja mejor a la tensión, que es a lo largo del rollo, esta dirección debe corresponder a la dimensión mayor del panel.

### FABRICACIÓN DE LOS PANELES

El panel se fabrica sobre un piso de concreto liso y plano,

usando un marco de madera cepillada de 4.5 x 9 cm (2 x 4") (ver lámina A3) o para mayor comodidad y rapidez sobre una mesa de madera (ver lámina A4) barnizada con resina poliester - para mayor duración.

HABILITACIÓN

La hoja de poliestireno viene de 1.22 x 2.44 m se corta con machete o cuchillo a 96 x 212 cm, los recortes se pueden utilizar uniéndolos con grapas de alambre recocido calibre 16 ó 18, usándolos de preferencia en las piezas especiales como frontones o cerramientos; a las piezas cortadas se les perforan los núcleos con un tubo de 5 cm (2") de pared delgada al que se le saca filo con lima.

Se fabrica el armado del marco con alambrón de bajo carbón de 5 mm, las dimensiones son de 99 x215 cm con traslape de 25 cm que se amarra con alambre calibre 22.

Los estribos Z se fabrican con alambrón de bajo carbón de 3 mm usando una grifa y un tubo de 1/2" de unos 40 cm de largo, se hace sobre una madera en la que se clavan alambrones con punta, en los que se apoya para darle forma.

Se cortan con tijera para lámina tres tiras de tela de 234 cm de largo y una de ellas se corta a la mitad a todos lo largo, porque cada cara necesita una y media tira que se traslapan 18 cm.

CONSTRUCCIÓN DEL PANEL

Se colocan sobre el piso o la mesa, una y media tiras de tela tralapadas 18 cm, para dar un ancho de 118 cm, en la zona traslapada se traban las telas con el gancho del fierrero,

para que no pierdan su colocación; sobre de ella se coloca el marco de madera, cuidando que las salientes de tela queden de 8 cm; dentro del marco se coloca la hoja de poliestireno que debe quedar a 3 cm del marco de madera y se pone el armado del marco de mortero; después se coloca la tela superior igual a la inferior; se colocan las zetas de los núcleos y el marco, que deben pasar al exterior de las telas y se amarran con alambre calibre 22; las del marco se amarran también al alambrón para que este quede a la midad de altura; con el trabajo hecho a la tela se abolsa despegándose de la hoja de poliestireno, se aplana sujetándola a ella por medio de horquillas de alambre calibre 22.

MEZCLADO DEL MORTERO Y EMBARRADO

Se usa cemento normal o puzolánico y arena de construcción, que se criba a quitarle los granos mayores de 3mm. Para la primera capa que incluye al marco y los núcleos se necesitan 18 kg de cemento y 33 litros de arena, para la segunda 7 kg de cemento y 11 litros de arena, el agua es la necesaria para lograr que la mezcla pueda correr sin que escurra. El mezclado se hace a pala.

Se embarra el mortero con la cuchara de albañil sin que la capa quede mayor de 8 mm, si el peso del panel es mayor de 80 kg o 84 kg recien hecho es que se estan haciendo demasiado gruesos. Para la capa superior, con la cuchara hay que hacer penetrar el mortero en los núcleos y el marco, el mortero se termina pulido o ligeramente rugoso con un escobillado. Cuando la superficie empieza a perder el brillo que le da el agua se cubre con: plástico; o papel, tela o arena mojados, ésto -- evita que evapore su agua y se agriete. Al día siguiente se quita el marco de madera, se voltea con cuidado el panel, se embarra la otra cara y se cubre. Un día después se arreglan

los bordes del panel quitando los sobrantes de mortero, se levanta con cuidado y se almacenan uno sobre otro, sobre una superficie plana para que no se tuerzan, puede usarse una capa de arena bien aplanada. Si para fabricarlos se usa un piso de cemento, como es más difícil moverlos hay que dejar pasar dos días para voltearlos y levantarlos. Se pueden empezar a montar los 14 días después de fabricados.

PIEZAS ESPECIALES

Para las piezas especiales, como las que hemos llamado frontones y cerramientos, se usan los mismos marcos, dividiendo el espacio con piezas de madera de 9 cm de ancho (ver láminas "J") y procediendo en la misma forma, pero hay que tener en cuenta que cada pieza debe llevar 8 cm de tela volada a todo el rededor, por lo que sobre estas maderas divisorias deben quedar 8 cm de las piezas de un lado y 8 de la pieza del otro lado.

Cuando se usan los recortes de las hojas, para así aprovecharlos, se unen con grapas en forma de "U" hechas con alambre recocido.

## CONSTRUCCIÓN DE LA CASA

LIMPIEZA, EMPAREJADO Y TRAZO

Se empieza por limpiar y emparejar el terreno, el interior de la casa debe quedar algunos centímetros más alto que el terreno que la rodea, si hay que añadir tierra, tiene que hacerse en capas no mayores de 10 cm apisonandola con un poco de agua a que quede firme. Se hace el trazo (ver lámina D2) marcando los centros de los muros al exterior de la casa sobre puentes de madera, todos al mismo nivel.

CIMIENTO

Se ponen los hilos de centro de los muros y en ellos se marcan los puntos de unión de los paneles, se pasan estas marcas al terreno, en cada punto se hace un ahujero con el cavahoyos de 20 a 25 cm de diámetro y un metro de profundidad. Se hace un concreto con 102 litros de grava de 3/4" y 68 litros de arena de construcción, por cada saco de cemento, el agua necesaria es de 23 litros o algo más si los materiales están muy secos, ésto da unos 140 litros de concreto; con el se llenan los hoyos necesitando unos 50 litros cada uno. Se coloca una varilla del No.3 (3/8") y 1.20 m de largo en cada hoyo, a que quede al centro del muro y en la unión de los paneles, sobresaliendo 25 cm del concreto, la parte superior del concreto debe de quedar 2 ó 3 cm arriba del piso, todas al mismo nivel; sobre ellos se apoyarán los paneles.

MONTAJE DE LOS PANELES DE LOS MUROS

Se empieza con los paneles de las esquinas que se alinean con un hilo a 4 cm del centro del muro y se plomean sostenidos por puntales; se coloca un alambrón de 5 mm a todo lo largo de la junta, empalmándolo con la varilla del cimiento y que sobresalga 25 cm arriba del panel; si el panel lleva encima una pieza especial debe sobresalir 25 cm sobre de ella; se arreglan las barbas de los paneles y con una tira de tela de 15 cm se forma el armado de la esquina travándola a las barbas de los paneles con el gancho; se embarra la junta con el mismo tipo de mortero que se usó en la construcción de los paneles (ver detalles).

Se continúa con los tres paneles de los lugares en que hay un muro que atraviesa, haciendo la junta en la misma forma, pero en estos no hay necesidad de la tira de 15 cm.

A continuación, alineados con las esquinas, se ponen todos los paneles intermedios de los muros, los medios paneles y los marcos de ventanas y puertas con sus cerramientos.

Habiendo terminado los muros se puede hacer el piso para lo cual hay que poner primero las tuberías de agua y drenaje que van debajo de él o se puede dejar para el final.

Se continúa con las piezas especiales que van sobre los muros, las juntas horizontales llevan también a todo lo largo un alambrón de 5 mm que sobresale 25 cm que se doblan a escuadra para amarrarlos a un alambrón del muro; las piezas especiales se apoyan en cuñas de madera para que queden a 6 cm de alto que es la altura de las cadenas, después se retiran y se resana; junto con ellas se colocan también los paneles de la viga fronton apoyadas en una tabla apuntalada, la junta horizontal (cordón inferior) va armada con una varilla corrugada No. 4 (1/2") que dobla o escuadra 40 cm al centro del muro alto y en el otro extremo termina en un gancho que se amarra al alambrón de la junta del techo (cordón superior); las juntas verticales de esta viga también llevan alambrón de 5 mm que en la parte inferior se doblan 25 cm a escuadra y se amarran al armado inferior y en la parte superior se doblan para amarre al armado del cordón superior.

MONTAJE DEL TECHO

El orden de la construcción del techo es primero la estancia y después las recámaras, una por una, para usar el menor número de madrinas, puntales y cimbras.

Se fabrican primero los armados de las vigas de concreto(cumbrera e intermedia) que deben terminar en un gancho dentro de los muros y prolongarse 40 cm cuando pasan a las recámaras,

para empalmar con el armado de ellas (ver láminas D7 y D8); las cimbras para ellos se hacen con tablones gruesos de 5cm, para que sirvan al mismo tiempo de apoyos a los paneles; se colocan en su lugar apuntaladas con polines, al ras de los paneles de los muros; se rompen con cuidado con cincel las esquinas de los paneles donde apoyan las vigas de concreto, para dejar toda la sección libre y se coloca el armado, en todo el perímetro interior de los muros y viga fronton se ponen madrinas apuntaladas al ras de los muros. donde se apoyaran los paneles, éstos se colocan como lo muestra la lámina D6; en todas las juntas entre paneles y entre éstas y los muros debe haber un alambrón de 5 mm que atraviesa las vigas de concreto y cuyos extremos deben empalmar 25 cm con otro ya sea en forma recta o a escuadra.

Primero se cuelan las vigas de concreto con un concreto hecho con grava de 1/2", para hacerlo se levantan las barbas de los paneles para que pueda entrar en las vigas, ya para terminar el colado se forzan las barbas a penetrar en el concreto y se afina la parte superior; después se hacen las uniones de los demás paneles y al último las de éstos con los muros; al hacer estas se pueden hacer los aleros o pretiles de los muros exteriores, según se quiera, usando recortes de tela de gallinero. las juntas que corresponden a los muros divisorios con las recámaras y entre ellas, se hacen cuando las recámaras se construyan y mientras se dejan apuntaladas. En el caso de que las recámaras se vayan a construir tiempo después y para poder usar lo ya construído, las juntas de los muros divisorios se hacen como ya se dijo para las esquinas de la paredes, sin alero; cuando se vaya a contruir cada recámara a estas juntas se les quita uno a dos centímetros con un cincel fino a descubrir las telas sin dañarlas, para que se puedan trabar con las de los nuevos paneles.

## CONSTRUCCIÓN DEL PISO

El piso puede ser construido cuando se hayan terminado las paredes o hasta el final, pero antes tienen que estar en su lugar los tubos de agua y drenajes que quedan bajo él.

Se hace de concreto de 8 a 10 cm de espesor. Primero se nivela y apisona la tierra para que tenga un buen apoyo y espesor uniforme; luego se excava con pala 10 cm debajo de las paredes, para que el concreto penetre debajo y les de mayor apoyo, el concreto que pasa debajo de ellas se limita con madera a unos 5 ó 10 cm del paño; se cuela el concreto hecho en la misma forma que el que se usó en los cimientos y cuando empieza a endurecer se raya con la cuchara de albañil que penetre unos centímetros formando cuadros de uno a dos metros, para que no se agriete en forma irregular; también se pueden formar los cuadros limitándolos con madera, como tablero de damas primero los negros y después los blancos; se termina con un escobillado para que con el agua no quede resbaloso.

## TERMINACIÓN

Se resanan con mortero las imperfecciones que hayan quedado y se pintan paredes y techos de preferencia a dos colores que le darán más vista..

En caso de tener que perforar las paredes para pasar tubos de agua, luz o gas o taquetes para cuadros ó percheros se debe hacer librando 10 cm del centro de las uniones para no debilitarlas, ya que ellas forman la parte más resistente de la estructura.

# HERRAMIENTAS NECESARIAS

- CUCHARA DE ALBAÑIL
- PALA CUADRADA
- CARRETILLA
- PLOMADA DE ALBAÑIL
- MANGUERA PARA NIVELES
- BOTES PARA MATERIALES
- VOLTEADOR
- HILO PARA REVENTONES
- PISON
- CAVAHOYOS
- CRIBA 4 x 4
- CINTA DE MEDIR
- GRIFA
- GANCHO DE FIERRERO
- TUBO DE 1/2" x 40 cm
- TUBO de 2" de 25 cm CON FILO
- TIJERA PARA LAMINA
- SEGUETA
- MARTILLO DE CARPINTERO Y CLAVOS
- SERROTE
- CINCEL CHICO
- MACHETE O CUCHILLO
- MADERA PRA ESTACAS Y PUENTES
- MESA DE TRABAJO
- MARCO DE MADERA Y PISO DE CONCRETO

## RECUENTO DE MATERIALES

A continuación se hace un recuento de materiales desde diferentes puntos de vista, viene primero:

Recuento de Paneles.Que Hay necesidad de prefabricar para la casa considerando los diferentes elementos. Se presenta en forma de tabla.

Juegos para Fabricar Piezas Especiales.- Para un mejor aprovechamiento del trabajo, se muestran disposiciones en el marco usado para la fabricación de los paneles normales.

Recuento de Paneles por Etapas.- En este caso se han supuesto dos etapas: la primera considera la fabricación de la estancia con su cocina y baño y la recámara chica, así como las paredes del lavadero; la segunda considera las dos recámaras grandes. En él se indican el número de juegos de piezas especiales que hay que fabricar.

Materiales necesarios por panel o juego.- Que puede servir para estimar los materiales necesarios para cada elemento de la casa.

Materiales para la Prefabricación.- Que corresponde al total de los materiales necesarios para fabricar todos los paneles y piezas especiales para el total de la casa.

Materiales para la Erección.- Que son los materiales que se necesitan en el terreno de la obra para la erección del total de la casa

Recuento del total de los Materiales.- Que incluye tanto la fabricación como la erección que puede servir para la evaluación del total de materiales que se necesitan para el total de la casa.

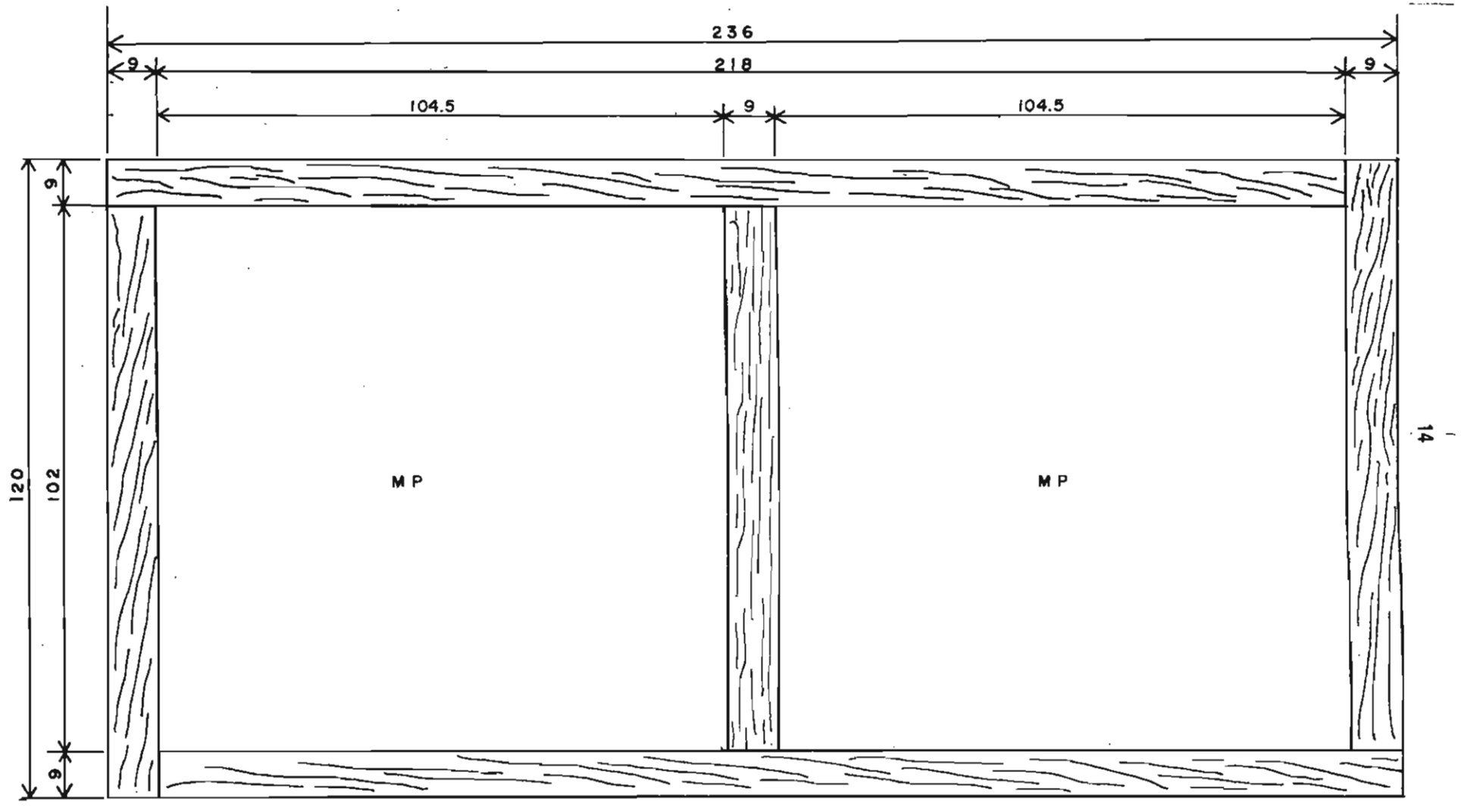
Opción de Materiales.- Diferentes a los supuestos en este estudio, por que hay regiones o épocas en que puede no ser fácil conseguirlos, pero algunos de ellos pueden resultar más costosos.

TABLA DE RECUENTO DE PIEZAS QUE HAY QUE PREFABRICAR PARA CADA ELEMENTO DE LA CASA

| N o m b r e | Longitud en cm. | Siglas | Estancia | Recámara 1 | Recámara 2 | Recámara 3 | Lavadero | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Panel Normal | 218 | PN | 23 | 9 | 11 | 8 | 2 | 53 |
| Medio Panel | 104.5 | MP | 11 | 1 | 4 | 4 | 2 | 22 |
| Pieza No. 1 | 57 | PI | 6 | - | - | - | - | 6 |
| Pieza No. 2 | 82.5 x 57 | P2 | 6 | - | 1 | 1 | - | 8 |
| Pieza No. 3 | 55 x 29.5 | P3 | 3 | 2 | 1 | 1 | - | 7 |
| Pieza No. 4 | 27.5 x 0 | P4 | 3 | 2 | 1 | 1 | - | 7 |
| Pieza No. 5 | 82.5 | P5 | - | - | 3 | - | - | 3 |
| Pieza s/baño | 27.5 | B | 2 | - | - | - | - | 2 |
| Cerramiento | 15 | C | 8 | 1 | 1 | 1 | - | 11 |

Notas: La colocación de las piezas puede verse en los cortes y detalles.
Las que marcan dos longitudes son piezas inclinadas que llamamos frontones.

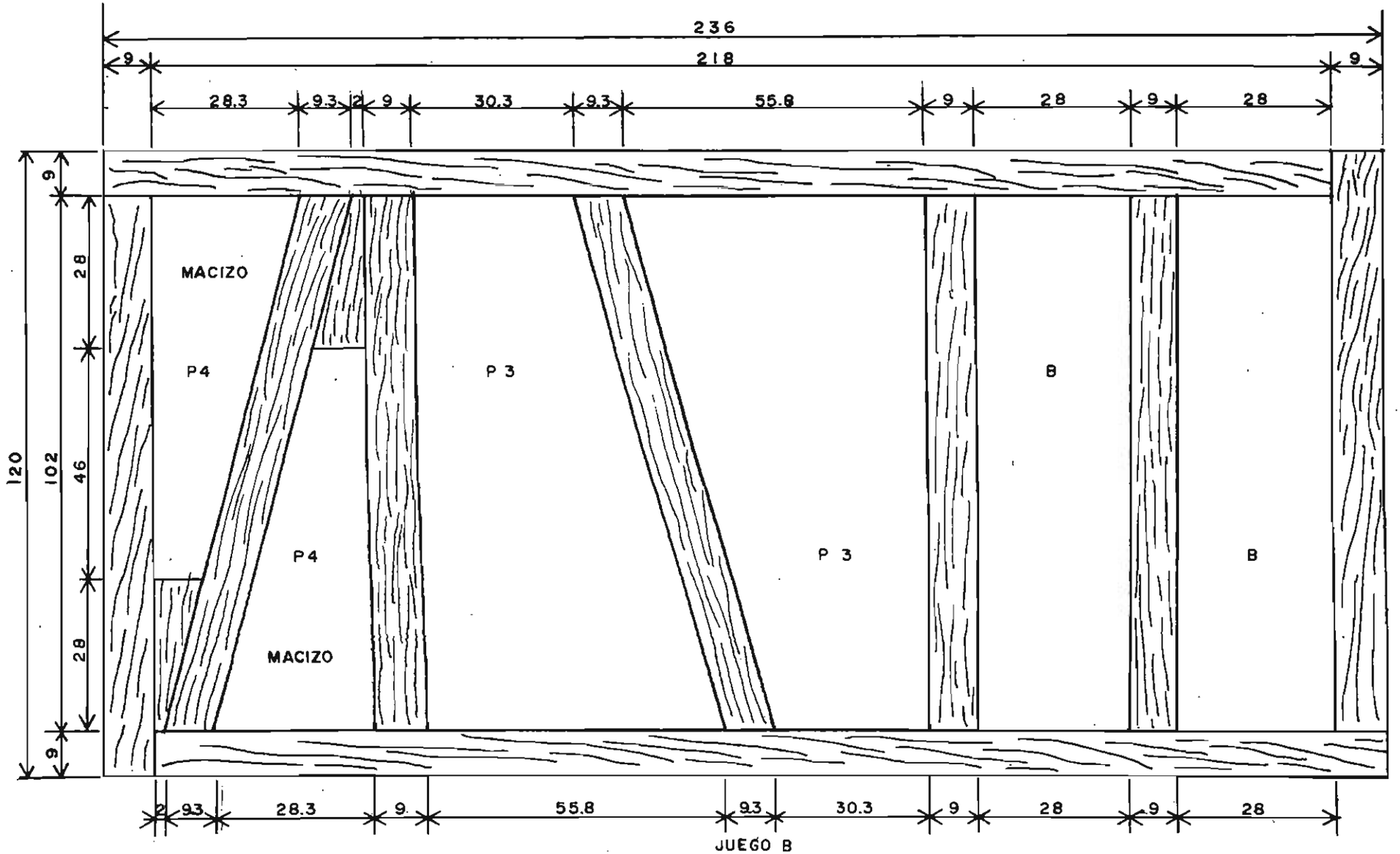
# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO A

2 PIEZAS MP .

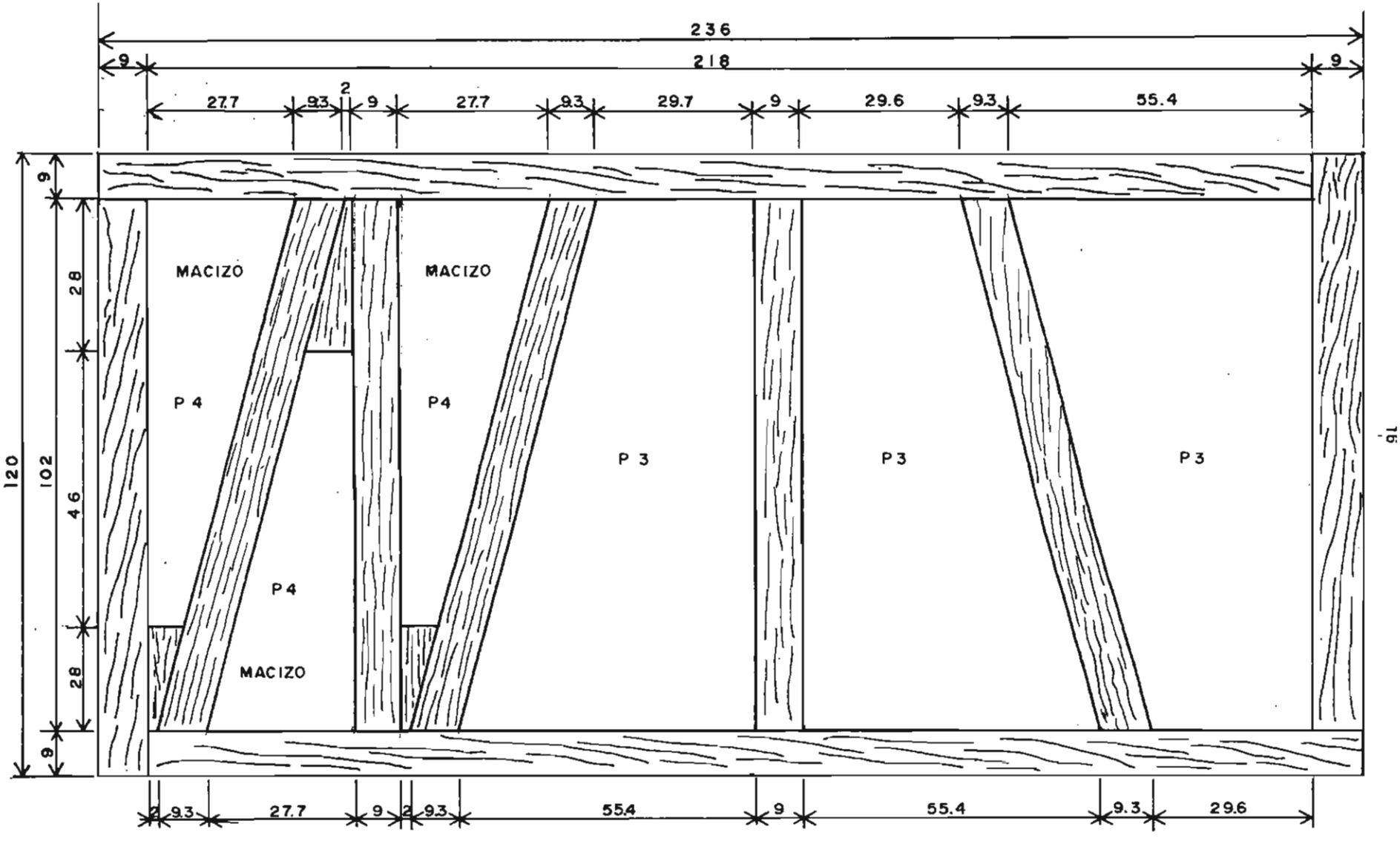
# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO B

2 PIEZAS P4, 2 PIEZAS P3, Y 2 PIEZAS B

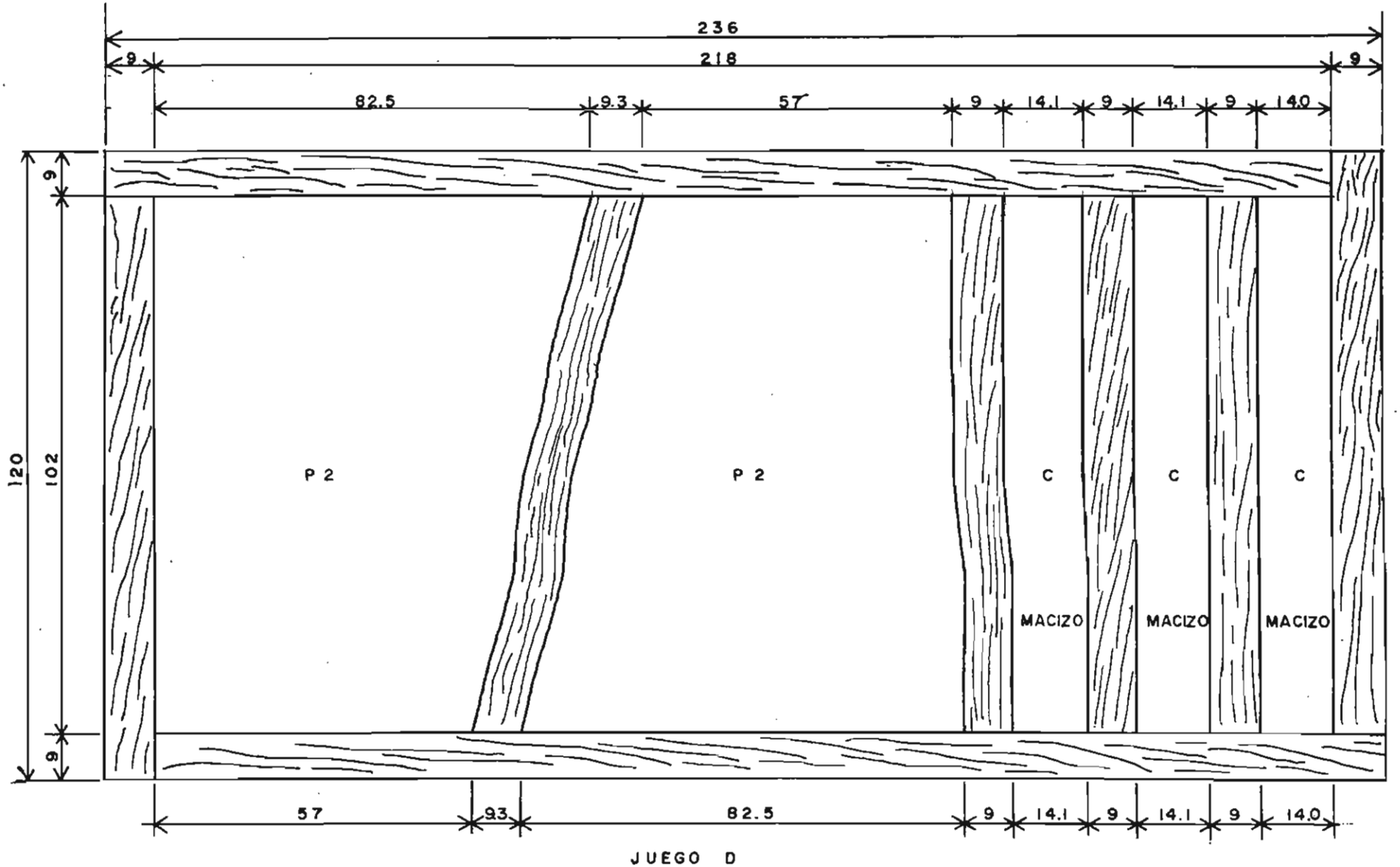
# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO C

3 PIEZAS P4, Y 3 PIEZAS P3 .

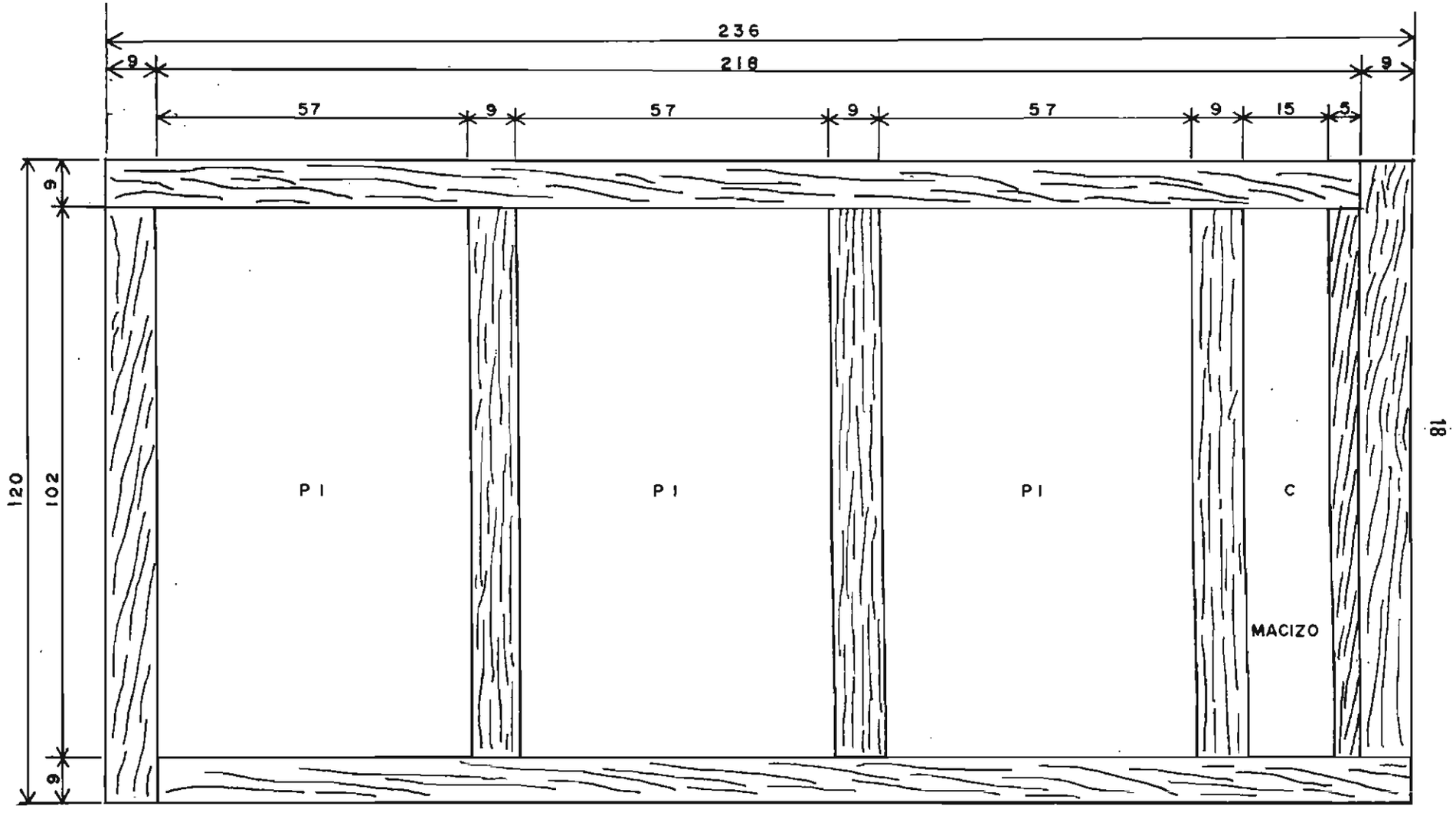
# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO D

2 PIEZAS P2, Y 3 PIEZAS C

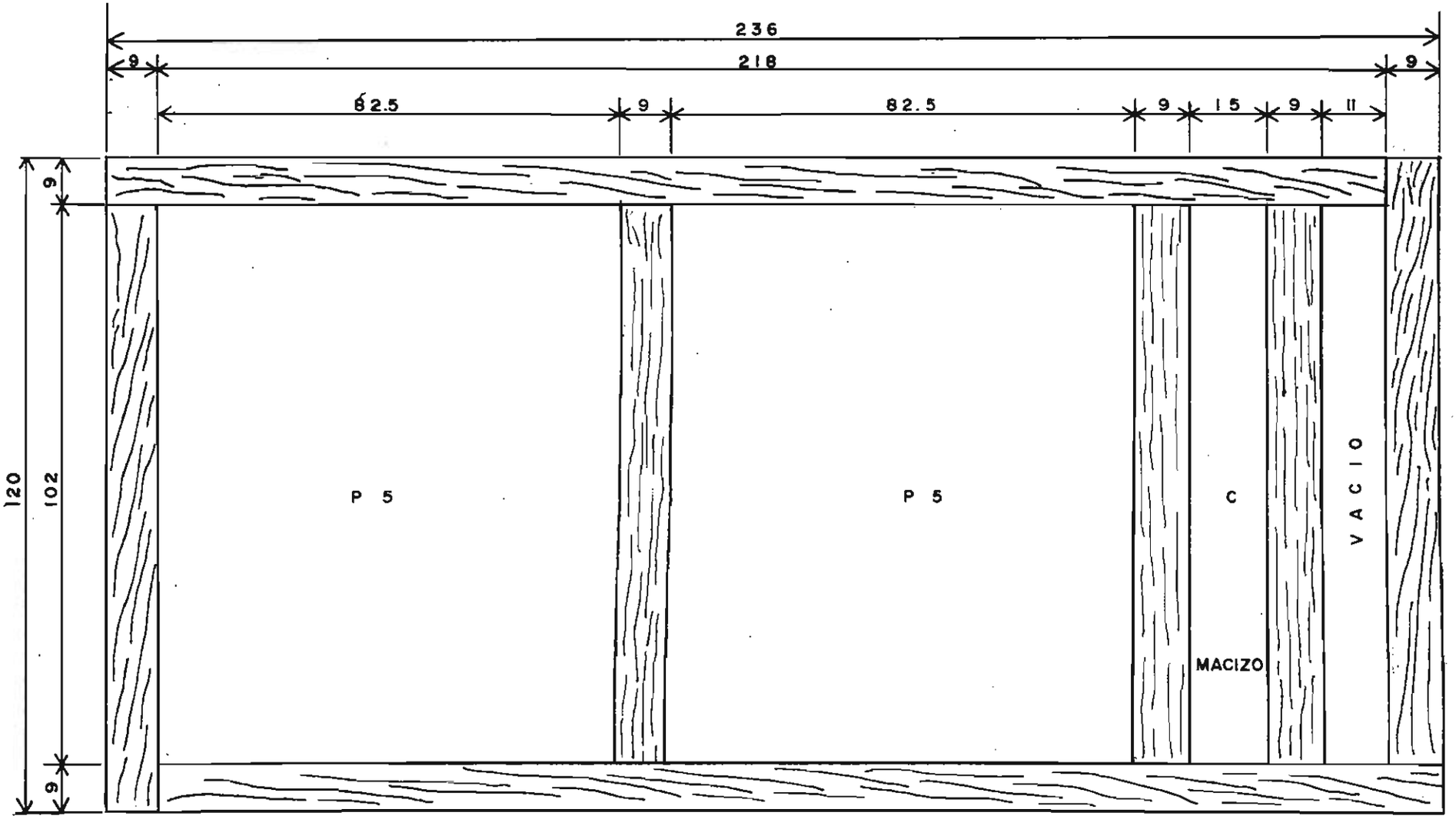
# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO E

3 PIEZAS PI, Y I PIEZA C

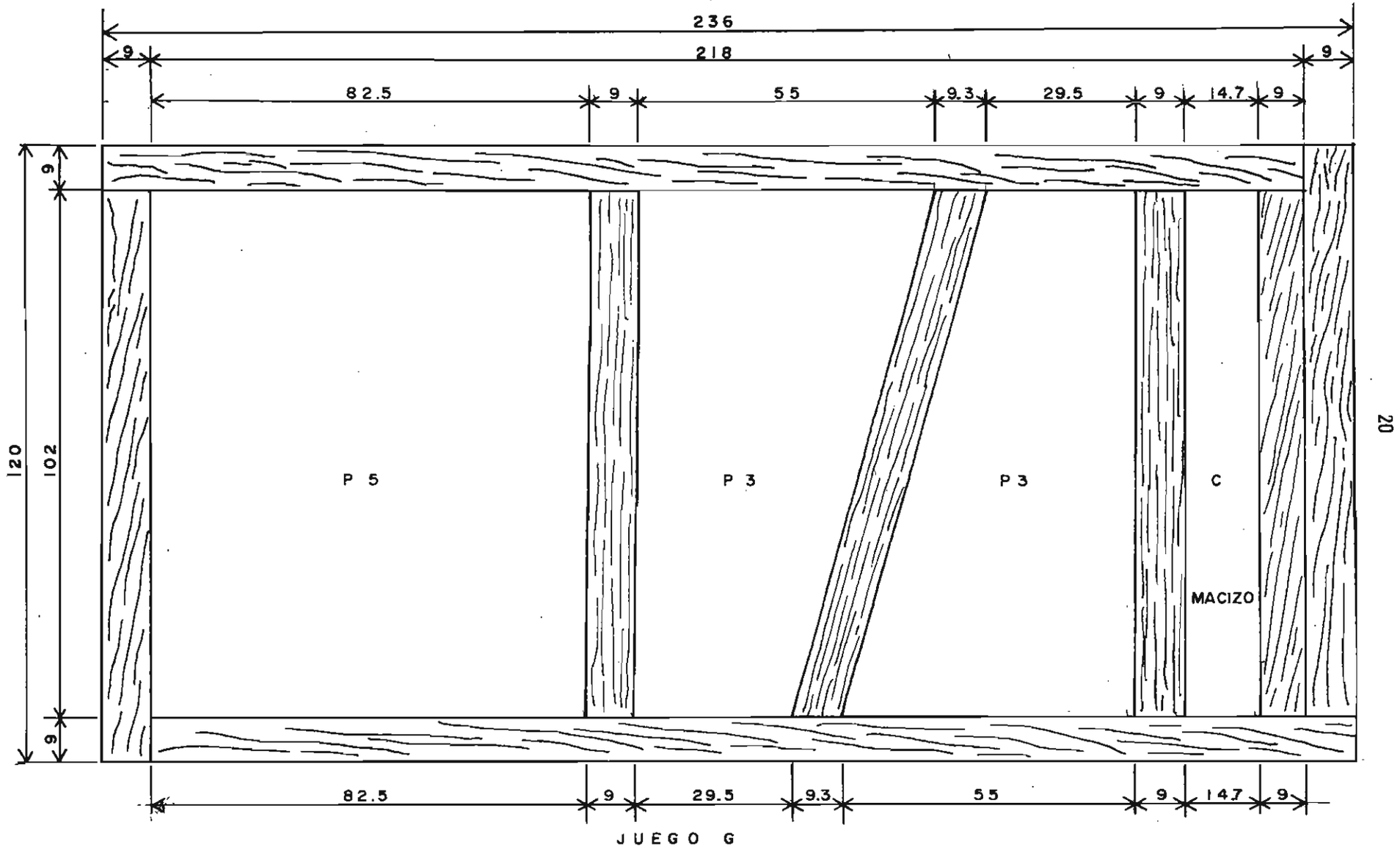
# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO F

2 PIEZAS P5 Y UNA PIEZA C

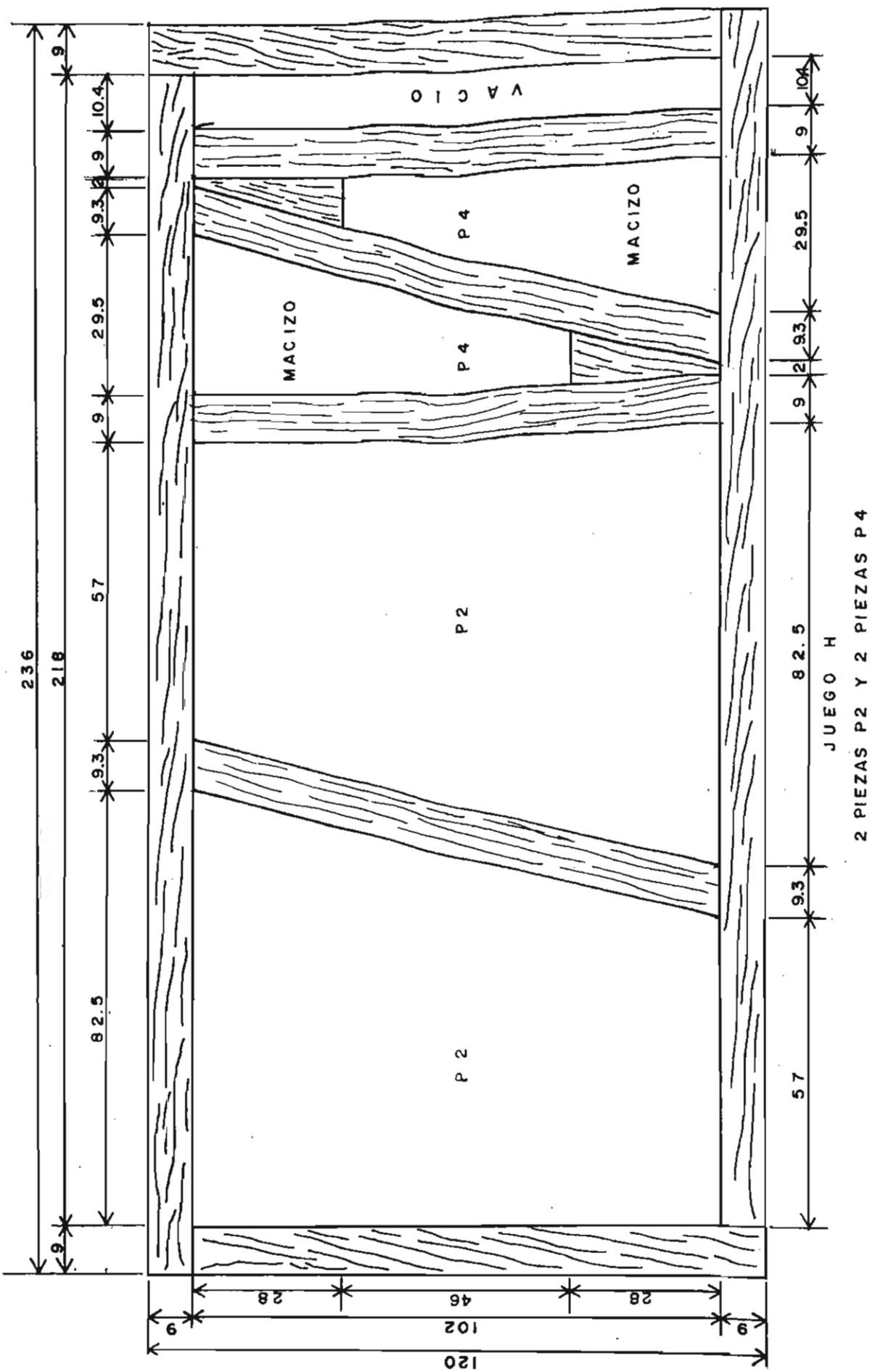
# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO G

1 PIEZA P5, 2 PIEZAS P3 Y 1 PIEZA C

# FABRICACION DE PIEZAS ESPECIALES




JUEGO H

2 PIEZAS P2 Y 2 PIEZAS P4

## RECUENTO DE PANELES Y JUEGOS POR ETAPAS

1a. Etapa que comprende Estancia, recámara y Lavadero

| Siglas | No.Piezas | No. juegos (Ju) |
|---|---|---|
| PN | 34 | 34 juegos (34) |
| MP | 14 | 7 JuA (14) |
| PI | 6 | 2 JuE (6) |
| P2 | 6 | 3 JuD (6) |
| P3 | 5 | 1 JuC (3) + 1JB (2) |
| P4 | 5 | 1 JuC (3) + 1JB (2) |
| B | 2 | 1 Ju B (2) |
| C | 8 | 3 Ju D (9) + 2JE (2) |

Resumiendo hay que prefabricar: 34 paneles normales 7 juegos A, 1 juego B, 1 juego C, 3 juegos D, y 2 juegos E, sobran tres piezas C (cerramientos que se emplearon en la siguiente etapa)

2a. Etapa que comprende las Recámaras 2 y 3

| Siglas | No. Piezas | No. Juegos |
|---|---|---|
| PN | 19 | 19 juegos |
| MP | 8 | 4 JuA (8) |
| P2 | 2 | 1 JuH (2) |
| P3 | 2 | 1 JuG (2) |
| P4 | 2 | 1 JuH (2) |
| P5 | 3 | 1 JuG (1) + 1 Ju F (2) |
| C | 2 | sobrantes de la etapa 1a. |

Resumiendo Hay que prefabricar 19 paneles normales, 4 juegos A, 1 juego F, 1 juego G y 1 juego H.

## MATERIALES PARA LA PREFABRICACIÓN POR PANEL O JUEGO
## PESO 80 KG MORTERO 45 LITROS TEÓRICOS

- Hoja de poliestireno de 5 x 122 x 244 cm 0.75 + 0.05 = 0.8 hojas
- Tela de Gallinero galvanizado de 16 mm calibre 22, 9.6 + 0.9 = 10.5 m (El rollo de 91 cm de ancho tiene 45 m de largo)
- Alambre bajo carbón 5 mm de diámetro 6.8 + 0.6 = 7.2 m (1.2 Kg)
- Alambre bajo carbón 3 mm de diámetro 5.8 + 0.6 = 6.4 m (0.39 kg)
- Alambre galvanizado calibre 22 30 + 3 = 33 gr.
- Cemento Portland 25 + 3 = 28 kg
- Arena de Construcción 44 + 18 = 62 litros

Las cantidades añadidas son por mermas y traslapes. Para la fabricación de toda la casa se requieren 53 paneles y 21 juegos.

## MATERIALES PARA LA PREFABRICACIÓN DE LOS PANELES

Entre paneles normales y juegos de piezas especiales son 74:

- Hojas de Poliestireno de 5 x 122 x 244 cm, 60 piezas
- Tela de Gallinero Galvanizada de 16 mm cal. 22 777 m (18 rollos)
- Alambre bajo carbón 5 mm de diámetro 533 m (89 kg)
- Alambre bajo carbón 3 mm de diámetro 474 m (29 kg)
- Alambre galvanizado calibre 22 3 kg
- Cemento Portland Normal 2100 kg
- Arena de Construcción 4 600 litros ($5m^3$)

## MATERIALES PARA LA ERECCIÓN DE LA CASA

53 Paneles Normales

21 Juegos de Paneles especiales

Tela de Gallinero de 16 mm cal.22, 25+3=28 m
Alambre bajo carbón 3 mm de diámetro 47 + 7 = 54 ( 36 kg)
Alambre bajo carbón 5 mm de diámetro 292 + 18 = 310 m (52 kg)
Varilla corrugada No. 3 (3/8") 52 + 8 = 60 m (35 kg)
Varilla corrugada No. 4 (1/2") 31 + 5 = 36 m (36 kg)
Alambre recocido calibre 18 (3 kg)
Cemento Portland Normal 4000 + 600 = 4600 kg
Arena cribada a 3 mm 160 + 65 = 225 litros
Arena de construcción 4720 + 1300 = 6000 l. $6m^3$
Grava de 1 cm (3/8") 430 + 130 = 560 l. 1 $m^3$
Grava de 2 cm (3/4") 6000 + 2000 = 8000 l, $8m^3$

## RECUENTO TOTAL DE MATERIALES PARA EVALUACIÓN

Hojas de poliestireno de 5 x 122 x 244 cm 60 Pzas.

1 Tela de Gallinero Galvanizada de 16 mm cal. 22 - 805 m (18 rollos)

2 Alambre bajo carbón 5 mm de diámetro 843 m (141 kg)

3 Alambre bajo carbón 3 mm de diámetro 528 m (33 kg)

Varilla corrugada No. 4 (1/2") 36 m (36 kg)

Varilla corrugada No. 3 (3/8") 60 m (35 kg)

Alambre recocido cal. 18 3 kg

Alambre galvanizado cal. 22 3 kg

4 Cemento Portland Normal 6 700 kg

Arena de Construcción 11 $m^3$

Grava 1 cm (3/8") 1 $m^3$

Grava 2 cm (3/4") 8 $m^3$

Clavos

## OPCIÓN PARA EL USO DE OTROS MATERIALES

Debido a que algunos de estos materiales no son fáciles de encontrar en algunas regiones, proponemos los siguientes cambios, substituir por:

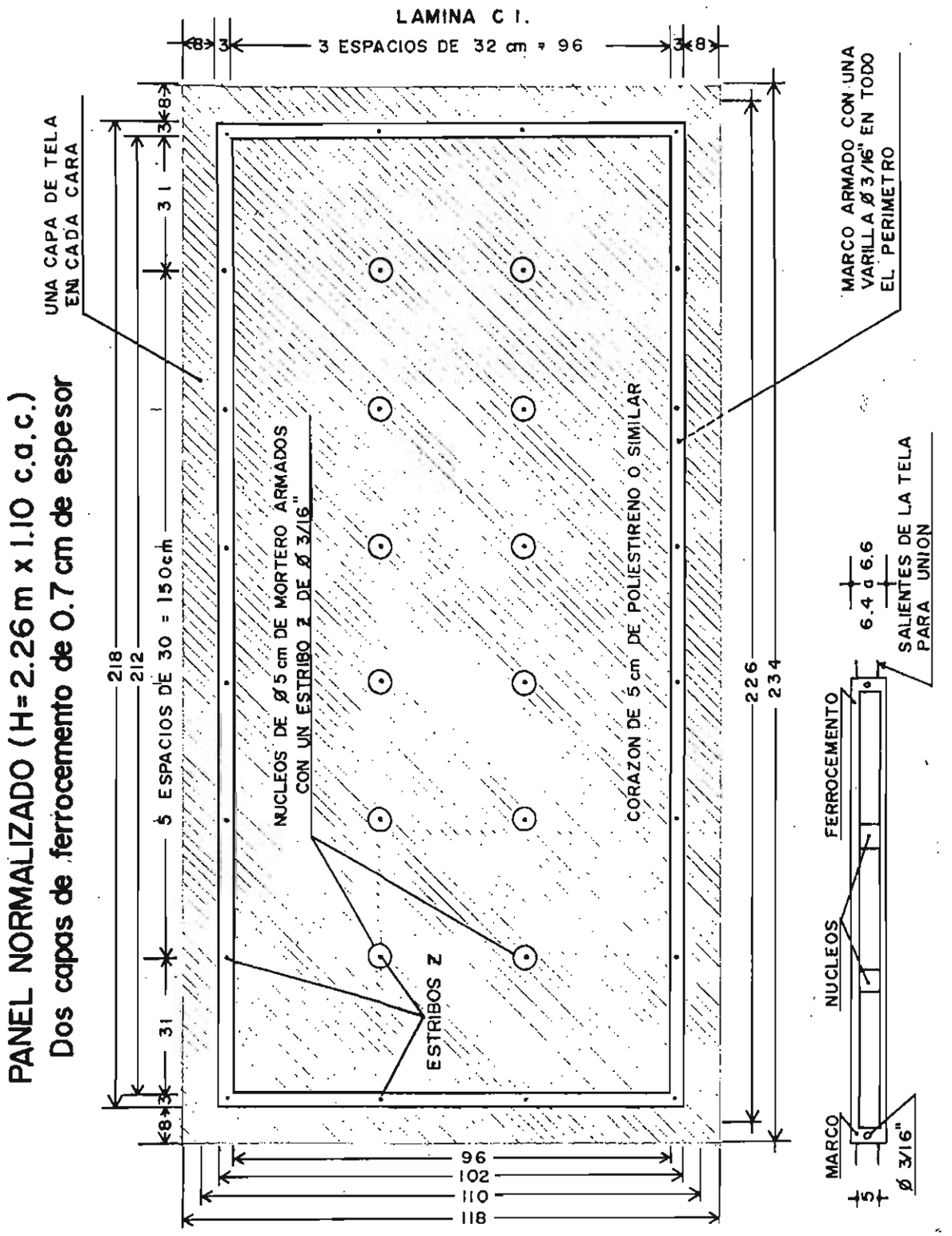
1 Tela de gallinero galvanizada de 25 mm calibre 21 1075 m (24 rollos)
(el rollo es de 150 cm de ancho y 45 m de largo)

Hay que poner dos capas en cada cara, procurando poner los alambres entreverados para que no queden separaciones mayores de 16 mm entre ellos y las telas bien trabadas.

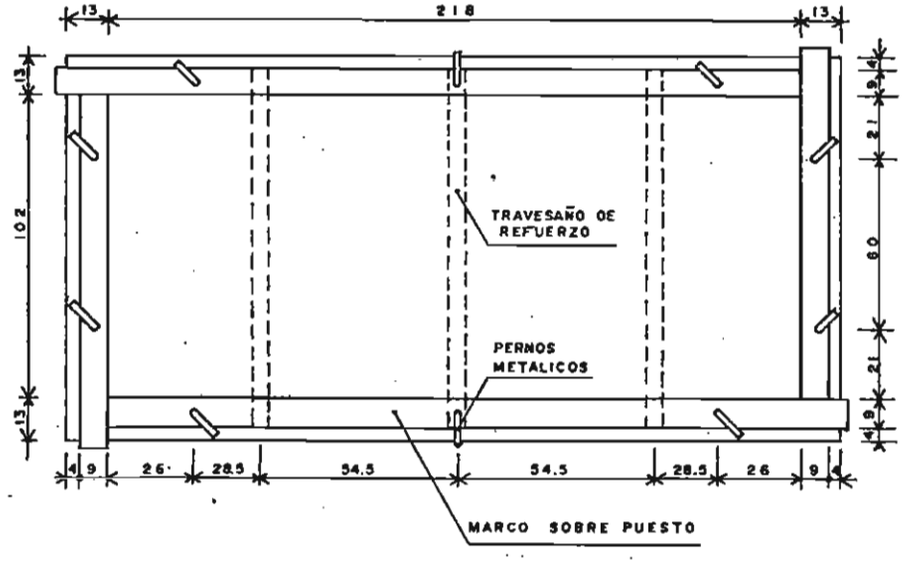
2 Alambrón de 6.4 mm (1/4") 843 m (210 kg)

3 Alambre No. 8 (4.1 mm) Aceros Nacionales 528 m (55 kg)

4 Puede suplirse por Cemento Tipo II o Puzolánico 6 700 kg


PANEL NORMALIZADO (H=2.26 m x 1.10 c.a.c.)
Dos capas de ferrocemento de 0.7 cm de espesor
LAMINA C I.
3 ESPACIOS DE 32 cm = 96
UNA CAPA DE TELA EN CADA CARA
5 ESPACIOS DE 30 = 150cm
31
31
218
212
226
234
96
102
110
118
NUCLEOS DE Ø 5 cm DE MORTERO ARMADOS CON UN ESTRIBO Z DE Ø 3/16"
CORAZON DE 5 cm DE POLIESTIRENO O SIMILAR
ESTRIBOS Z
MARCO ARMADO CON UNA VARILLA Ø 3/16" EN TODO EL PERIMETRO
6.4 a 6.6
SALIENTES DE LA TELA PARA UNION
FERROCEMENTO
NUCLEOS
MARCO
Ø 3/16"
5

# MESA DE TRABAJO.



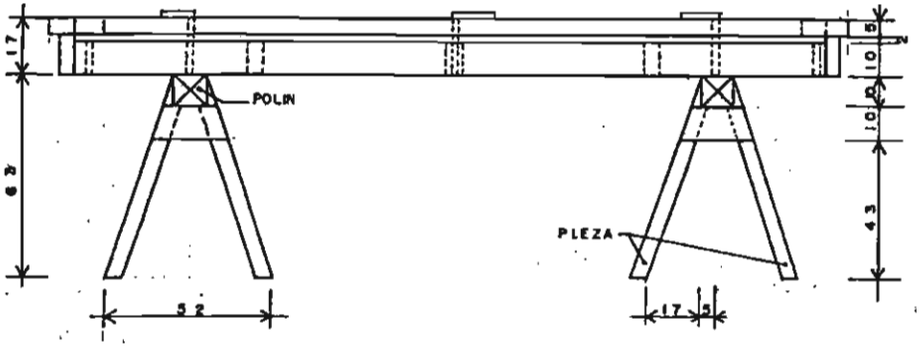

PERNOS METALICOS ⌀ 1.27 cm

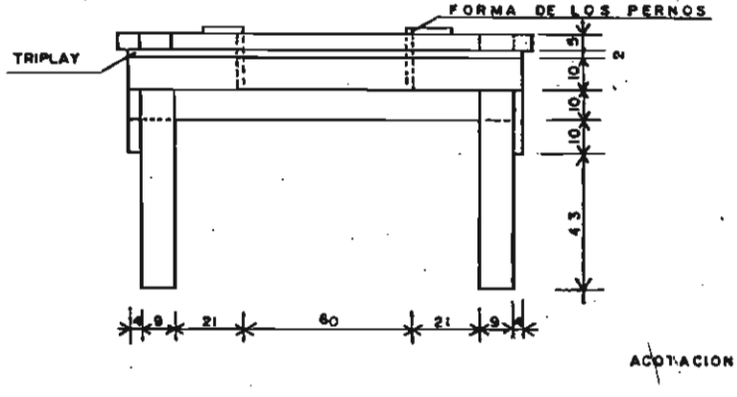
TRAVESAÑOS DE REFUERZO DE 5x10 cm

POLIN DE 10x10 cm

PIEZAS DE 5 x 10 cm

TRIPLAY DE 2 cm

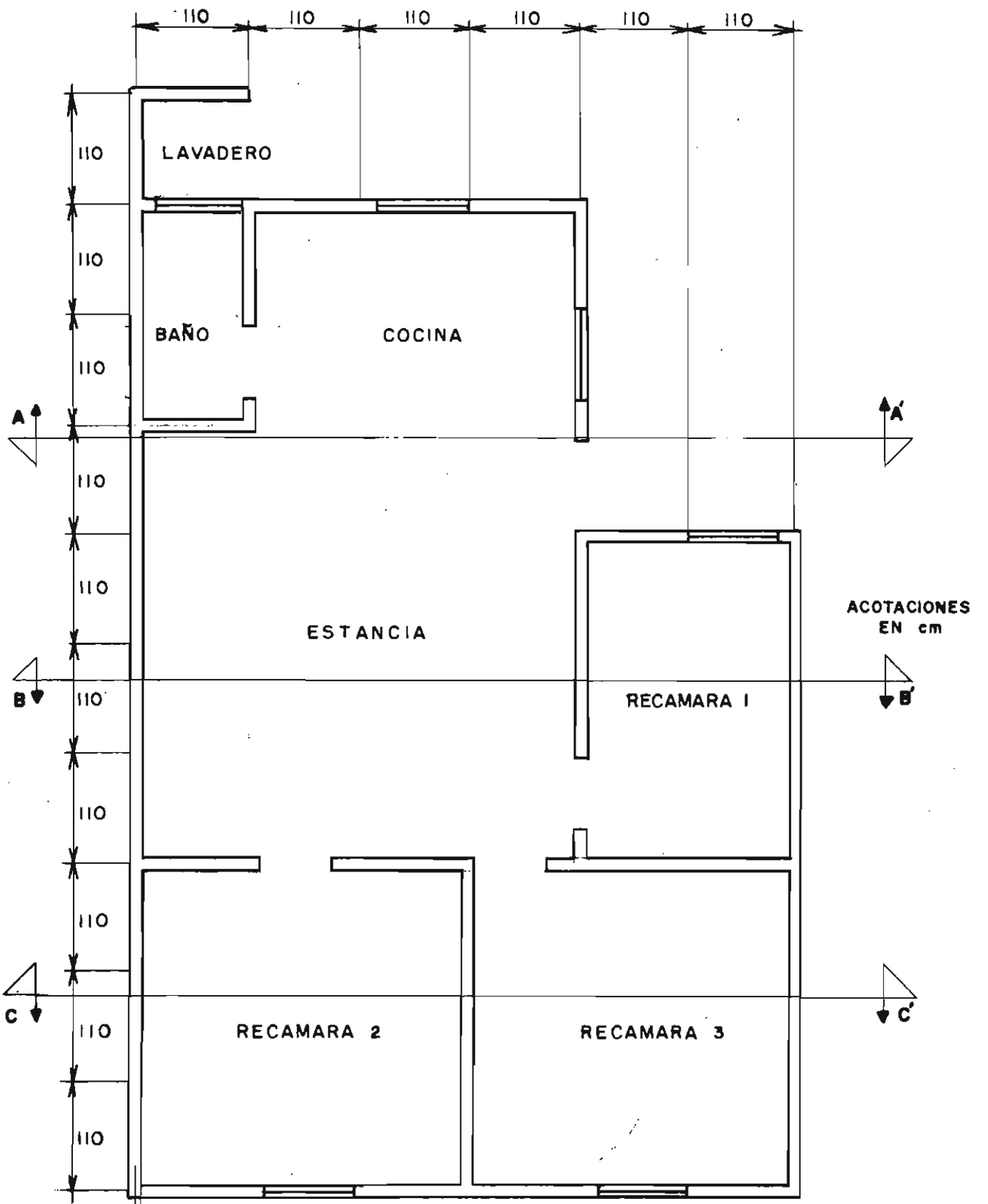



ACOTACION cm

PLANTA

LAMINA D1



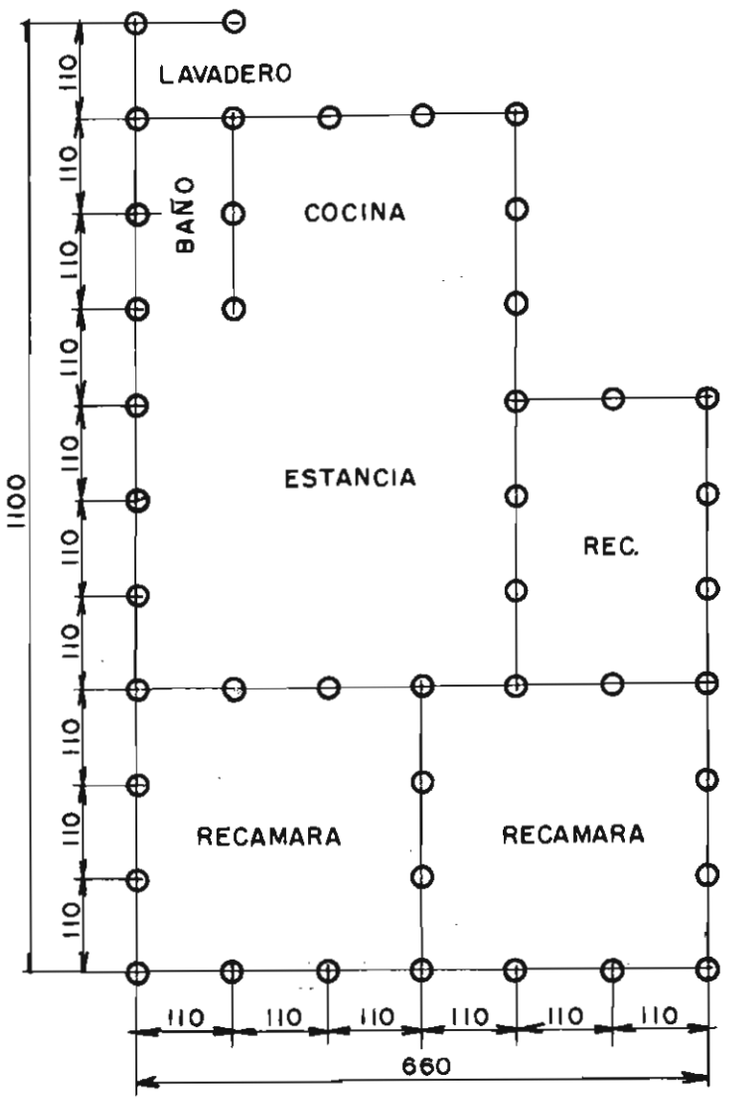

PUERTAS INTERIORES 70 cm

PUERTAS Y VENTANAS EXTERIORES 90 cm

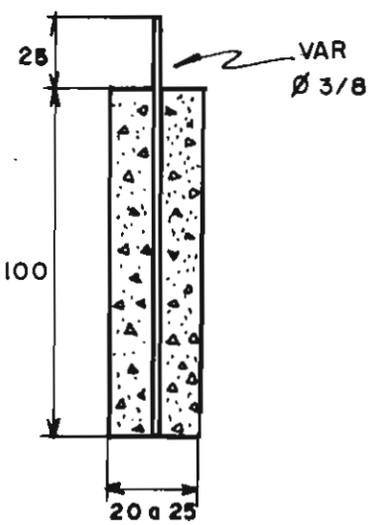
PROYECTO DE CASA

# PLANO DE CIMENTACION

**LAMINA D2**

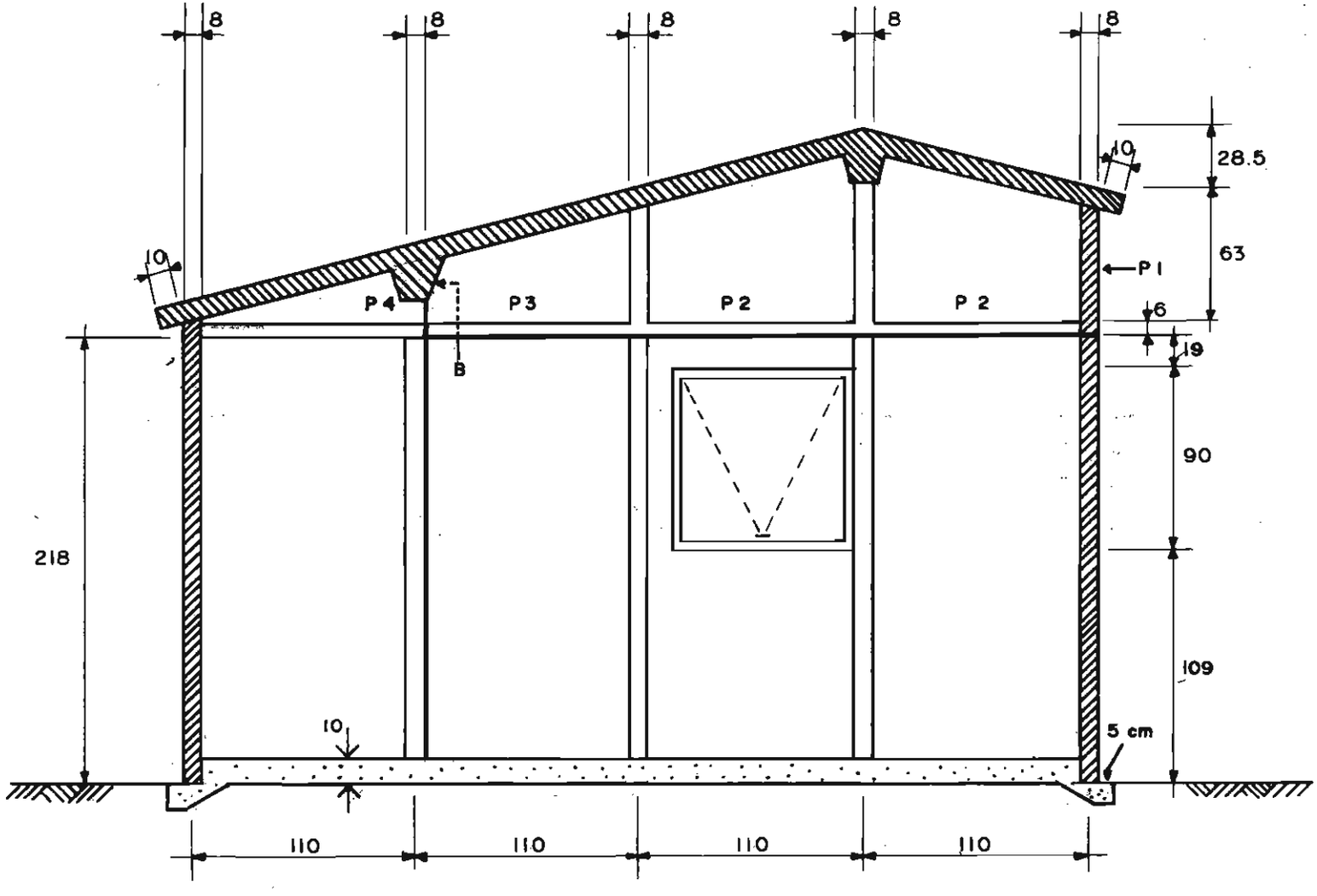



ACOTACIONES EN cm



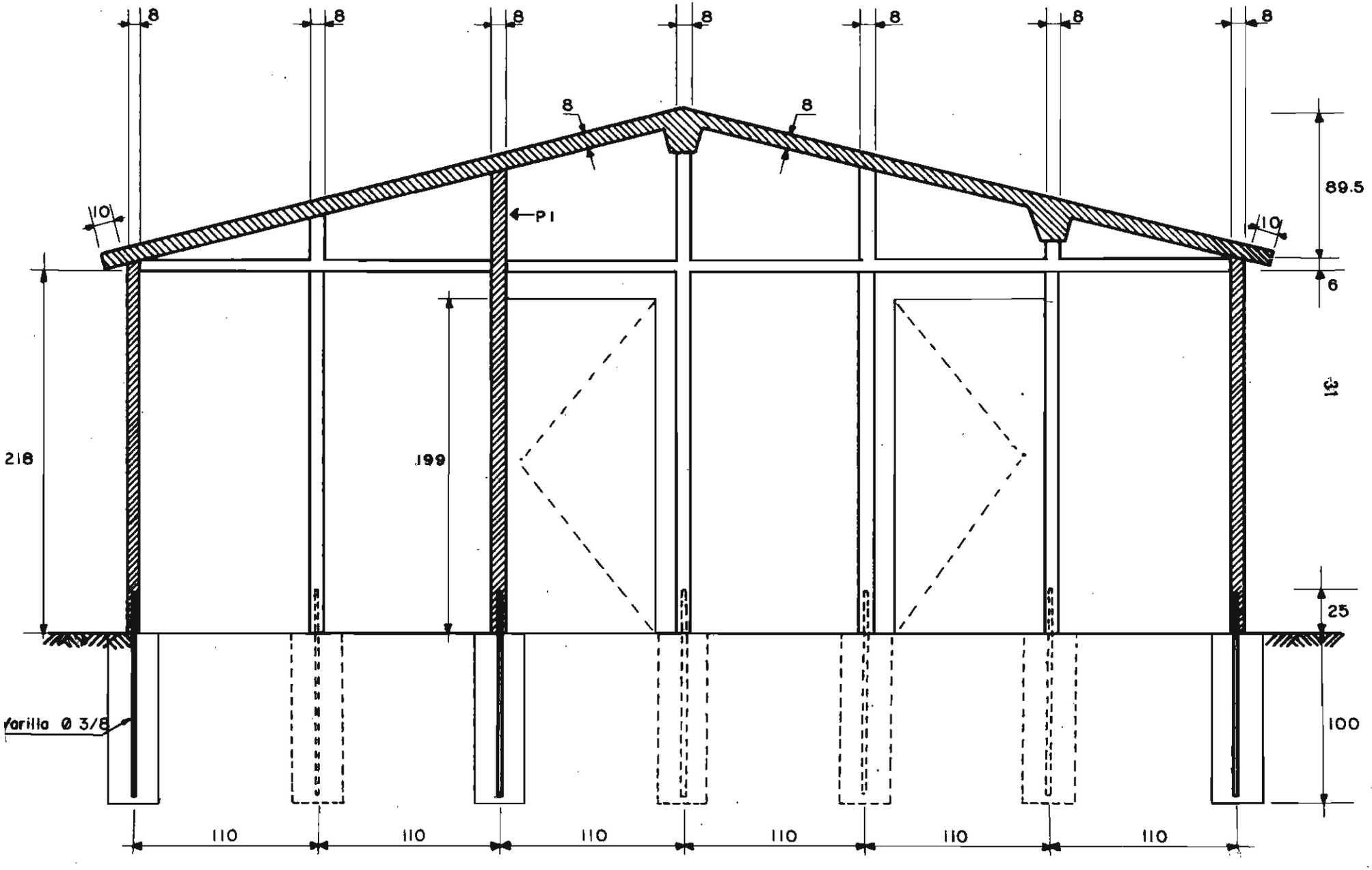

AGUJEROS DE 20cm DE DIAMETRO HECHOS CON CAVAHOYOS Y RELLENOS DE CONCRETO CON UNA VARILLA No.3 (3/8").
LA PARTE SUPERIOR DE TODOS LOS APOYOS DE CONCRETO DEBE IR NIVELADA.

LAMINA D3



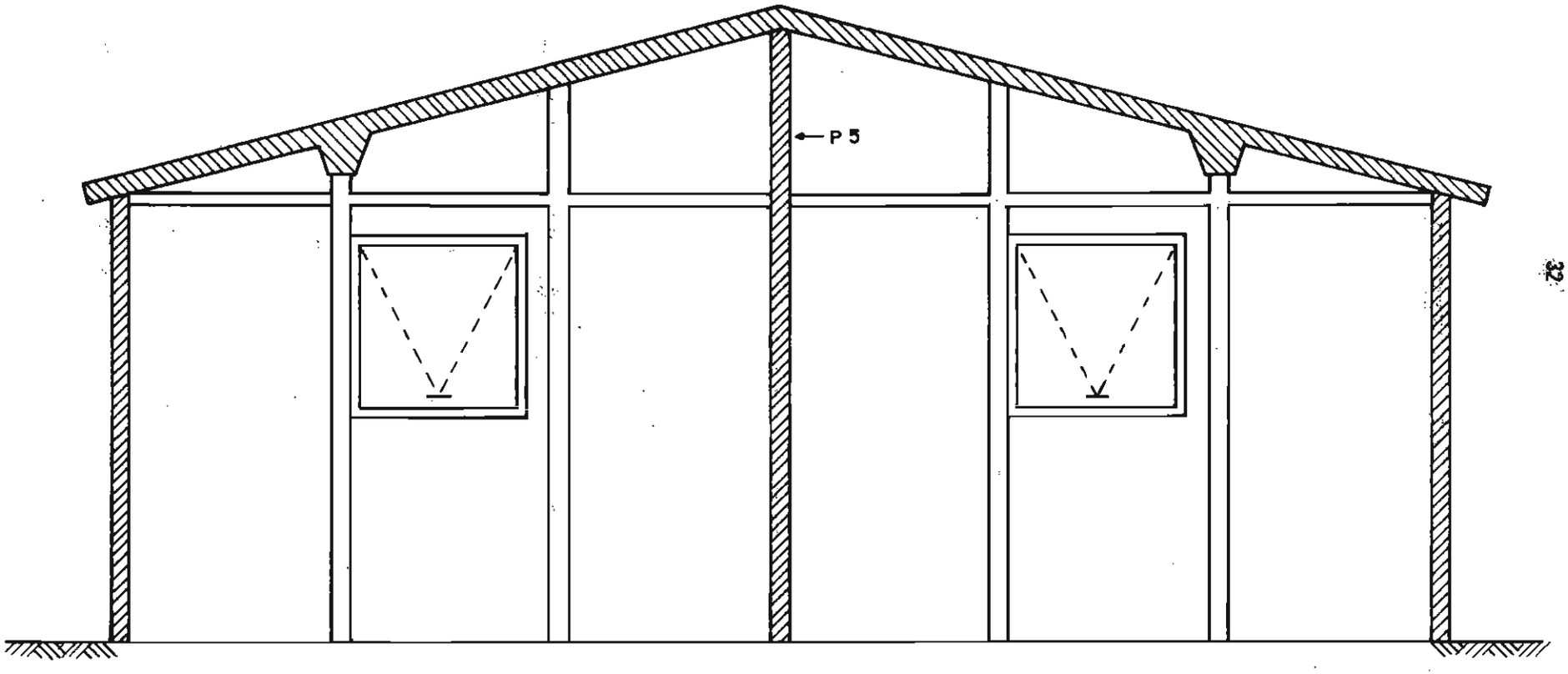

ESCALA 1: 30 ACOTACIONES EN cm CORTE A A'

LAMINA D4



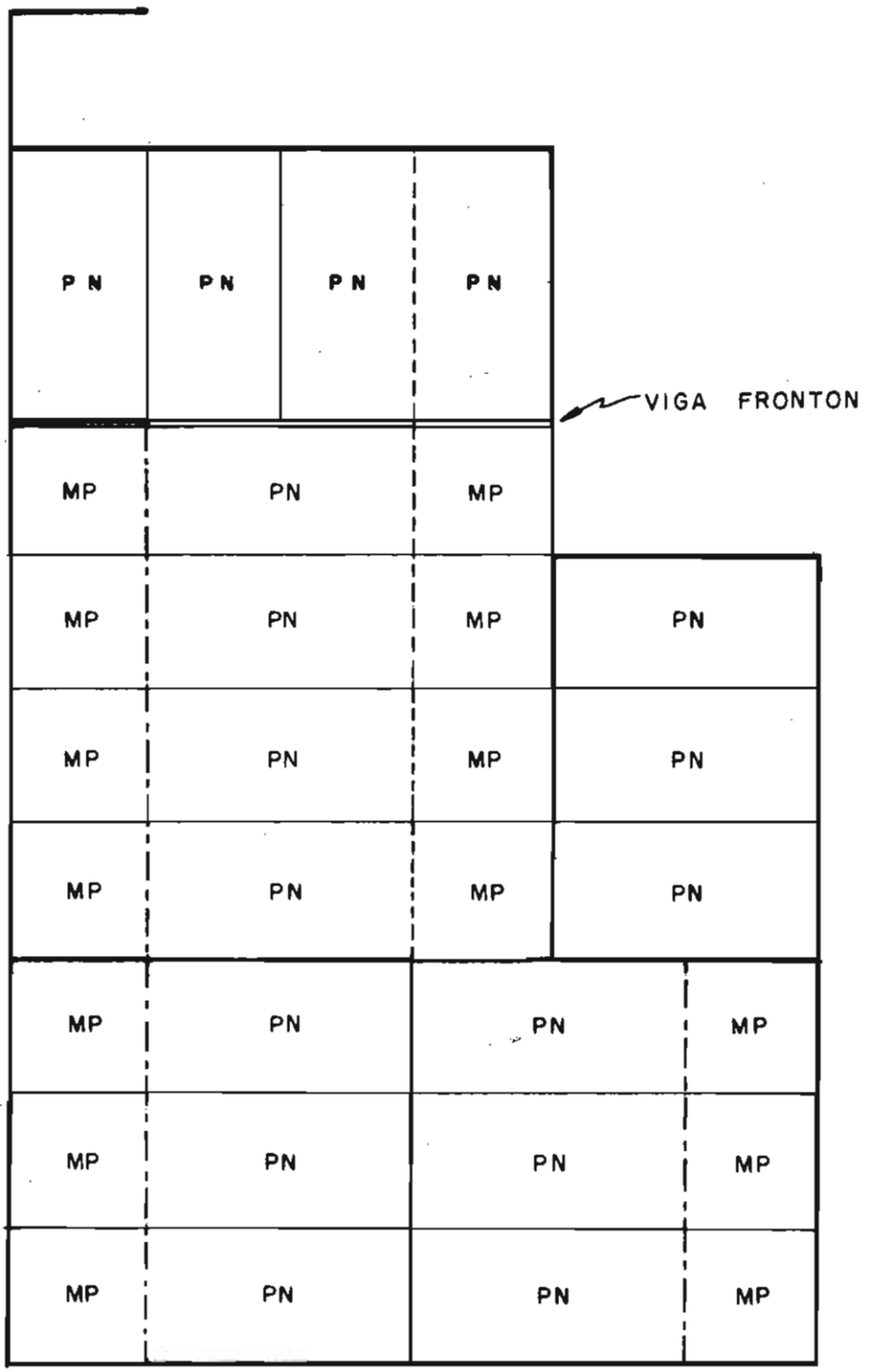

ESCALA 1:30 ACOTACIONES EN cm CORTE BB'

LAMINA D5

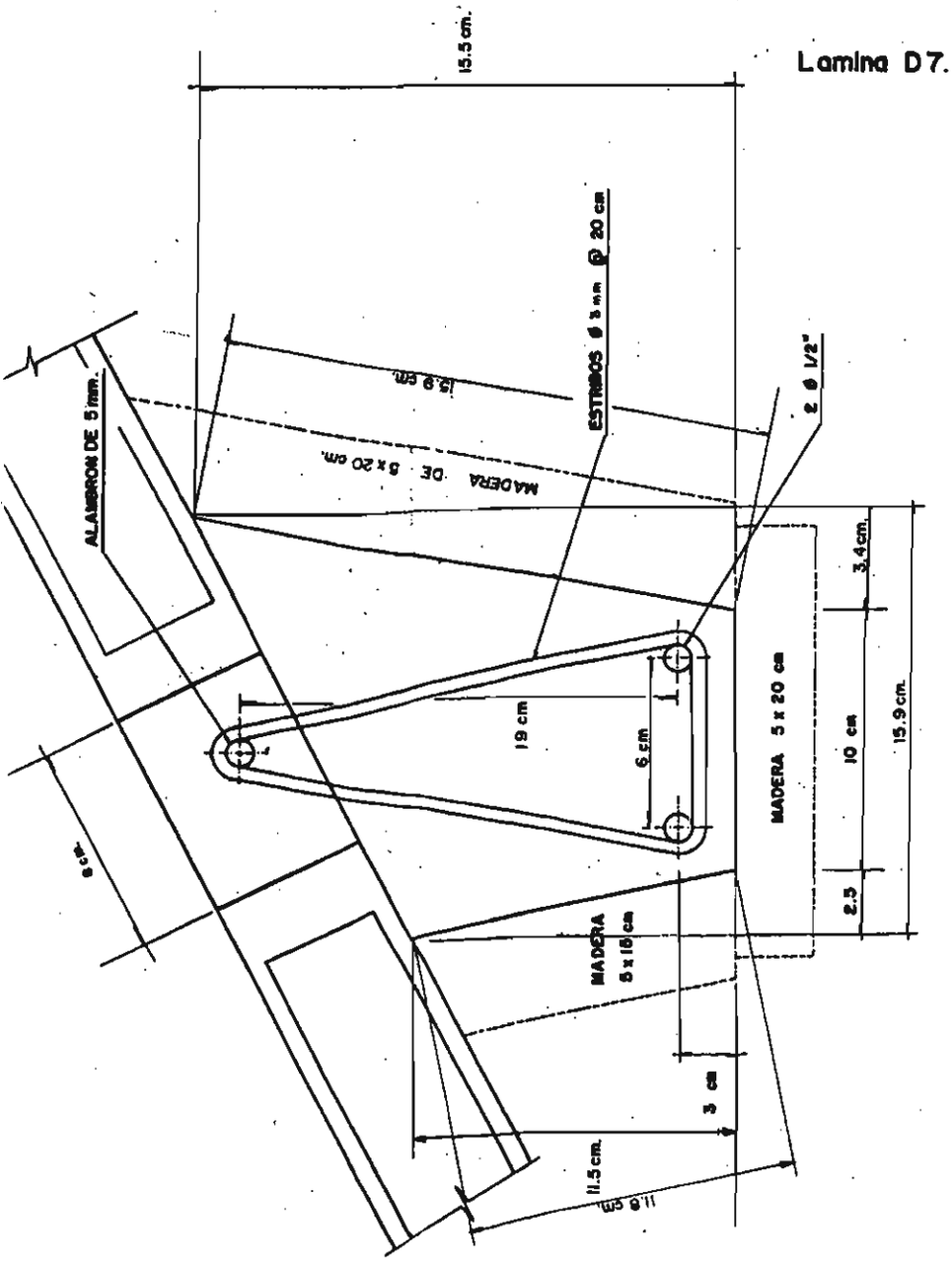



CORTE CC'

DISTRIBUCION DE PANELES EN EL TECHO LAMINA D6

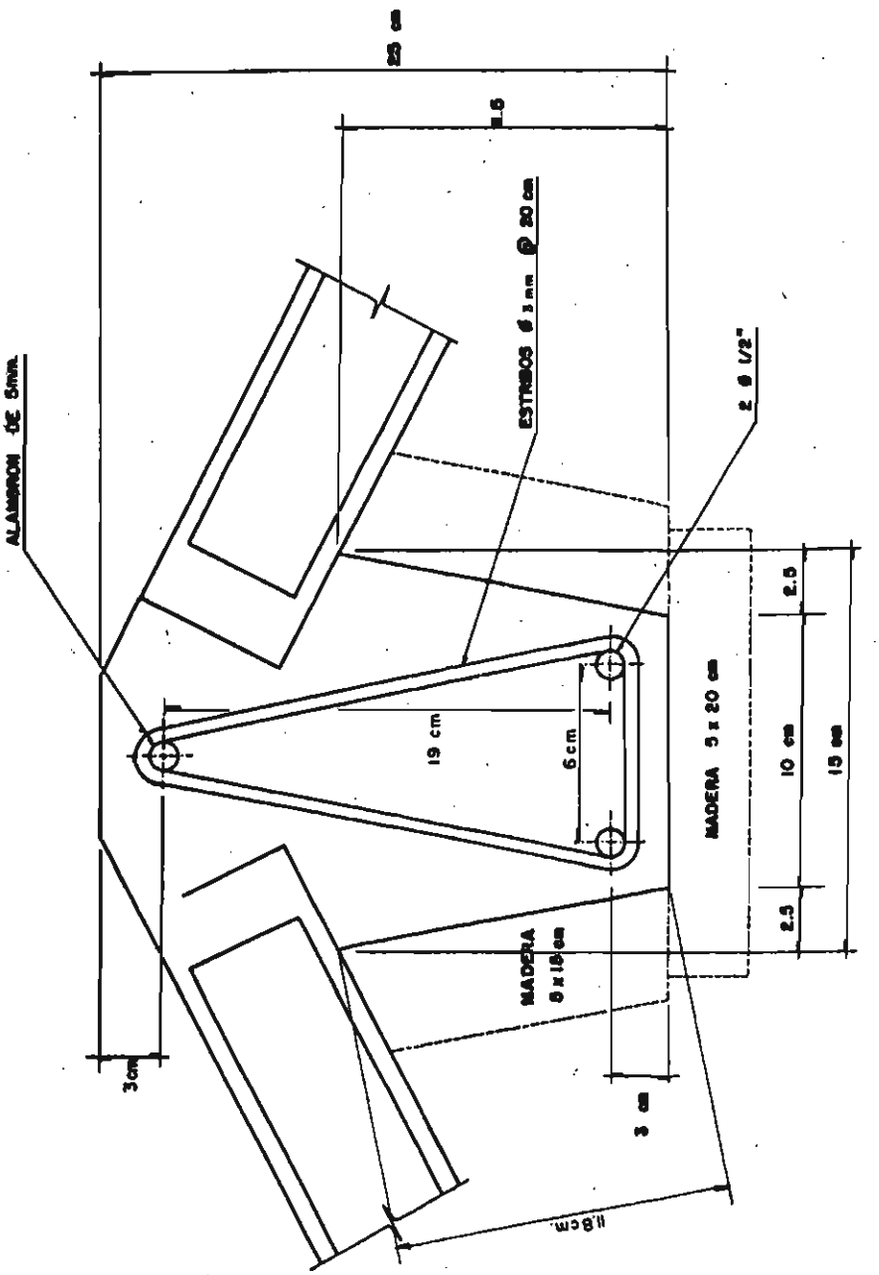

P N
P N
P N
P N
VIGA FRONTON
MP
PN
MP
MP
PN
MP
PN
MP
PN

Lamina D7.




LAMINA VIGA INTERMEDIA CON CLARO DE 4.40 m.

Lamina D8.

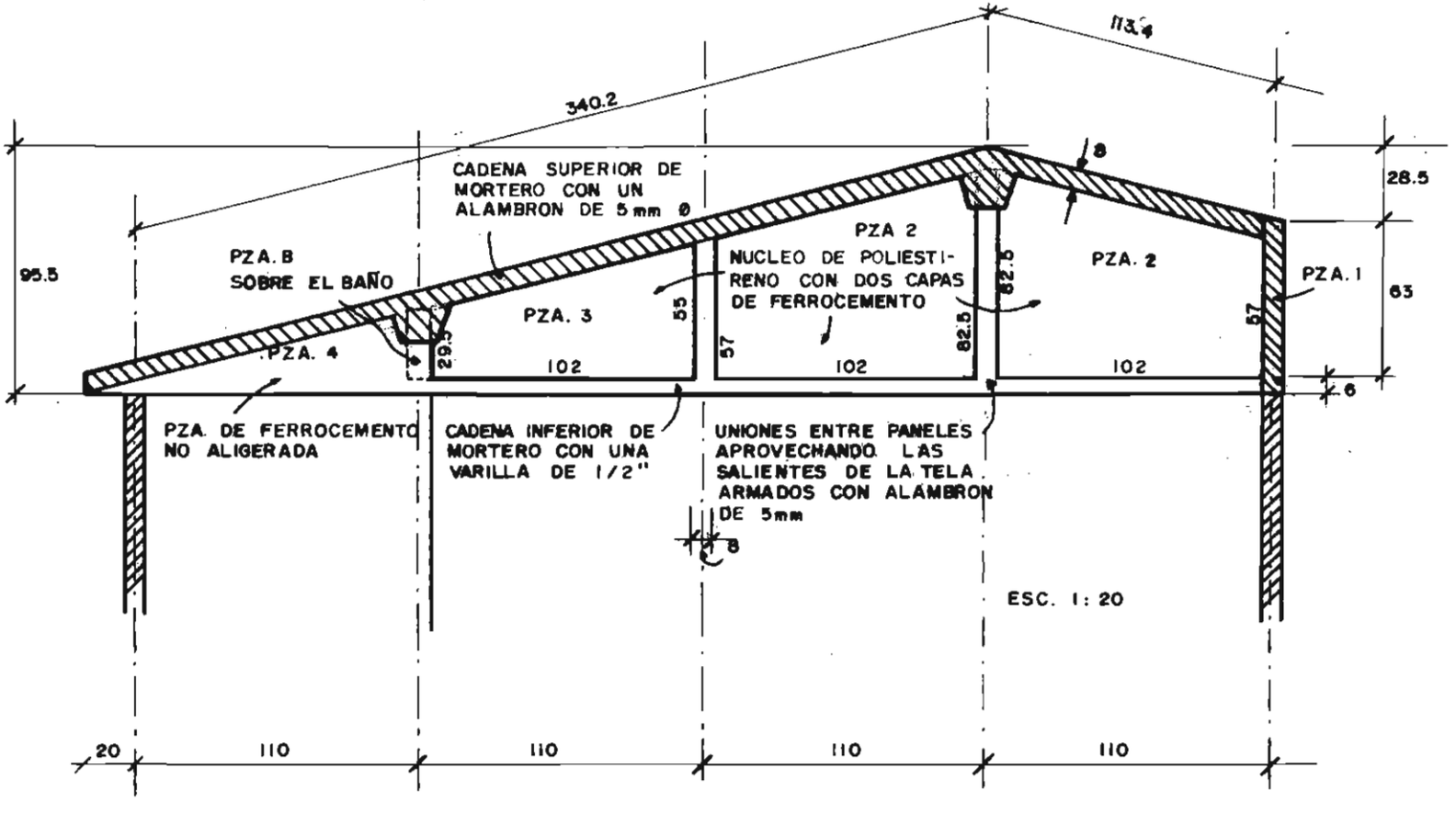



LAMINA VIGA CUMBRERA CON CLARO DE 4.40 m.

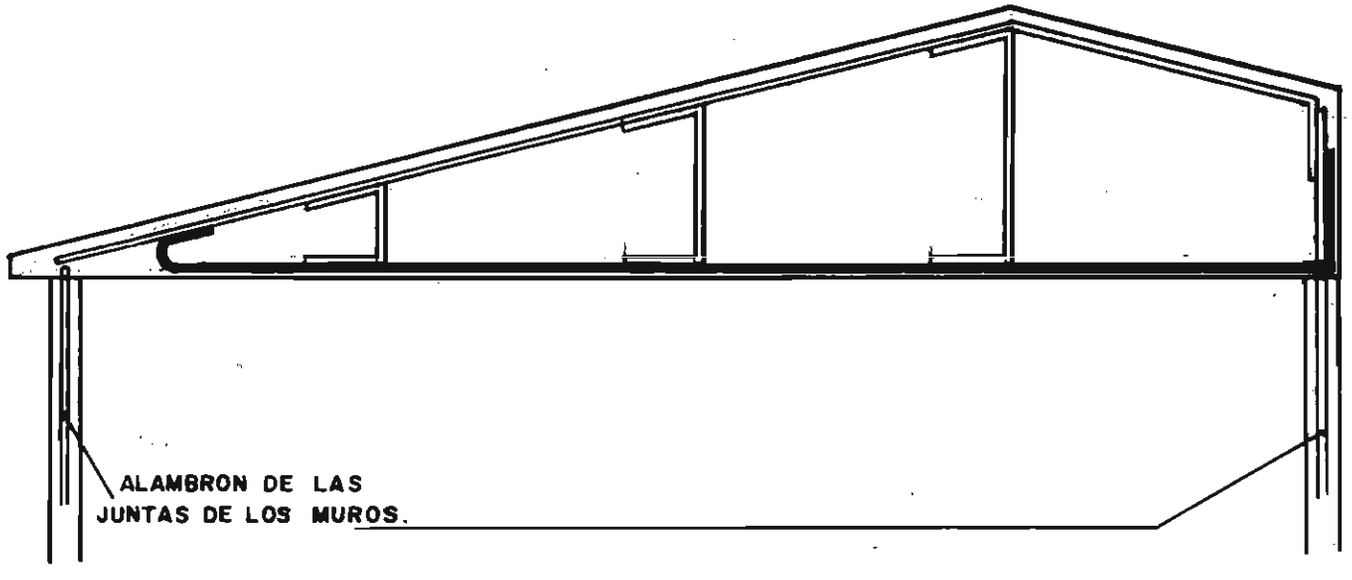
# VIGA FRONTON

**VISTA FRONTAL**

**LAMINA D9**



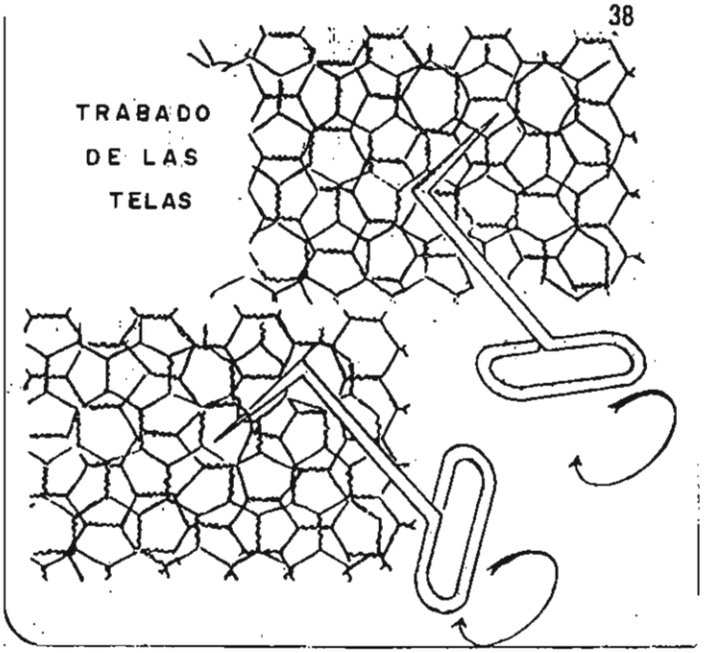
# ARMADO DE LA VIGA FRONTON

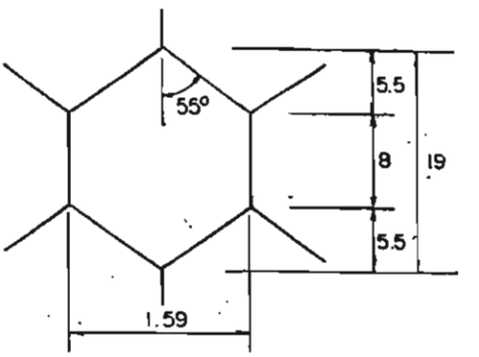



VARILLA No. 4
ALAMBRON DE 5 mm DE ø
EL ANCLAJE DE LA VARILLA DEL No. 4 ES DE 40 cm
TRASLAPE DE ALAMBRON DE 25 cm



Lamina D 10

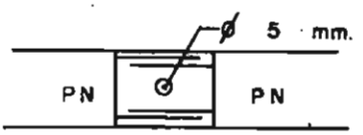


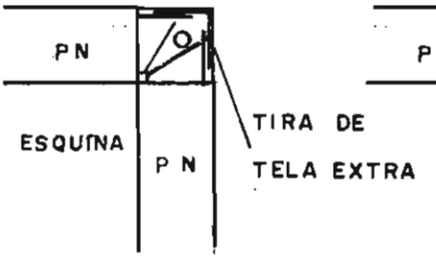

MEDIDAS EN mm

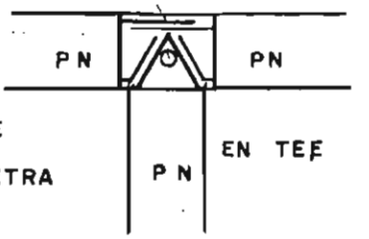
TELA DE GALLINERO
DE 16 mm. CAL 22 = 0.726 mm
PESO ROLLO 91 cm x 45 m, 23 kg,
0.52 kg/m, 0.59 kg/m$^2$

## UNIONES DE PANELES

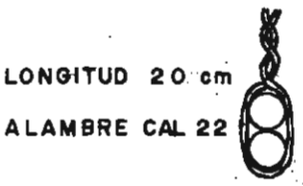



UNION SIMPLE
EN MUROS Y TECHOS

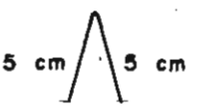



AMARRES

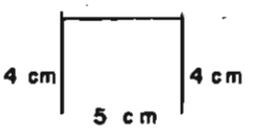



HORQUILLA



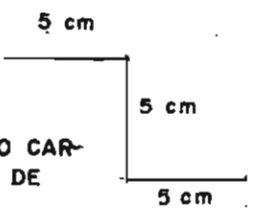

ALAMBRE CAL 18

GRAPAS



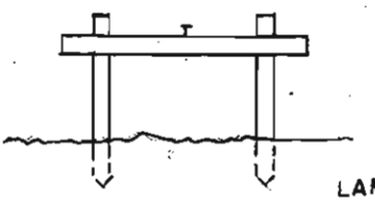

ALAMBRE CAL 18

ESTRIBOS Z

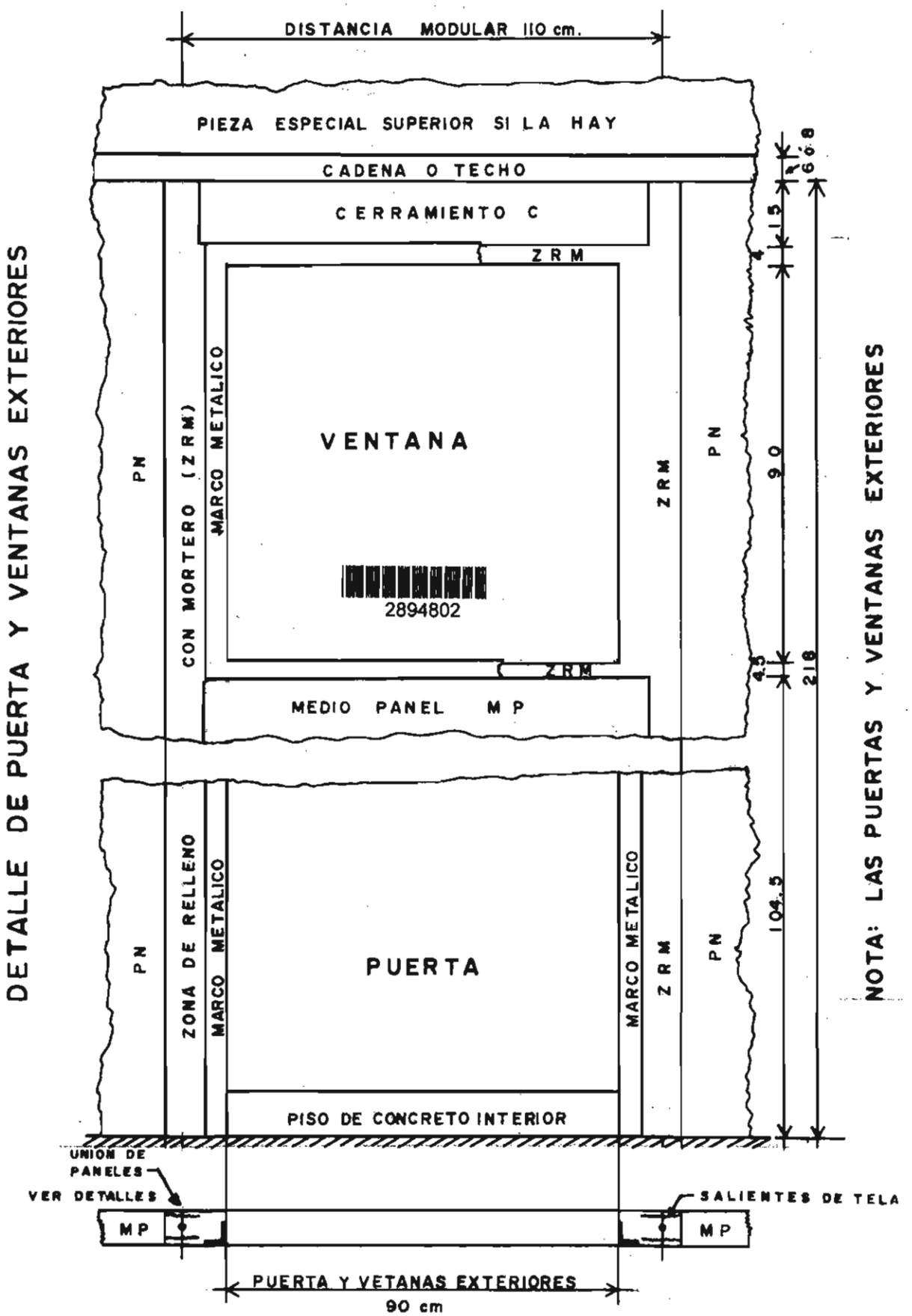



ALABRE BAJO CARBON DE 3 mm DE DIAMEMETRO

PUNTALES PARA
EL TRAZO.



LAMINA D.II

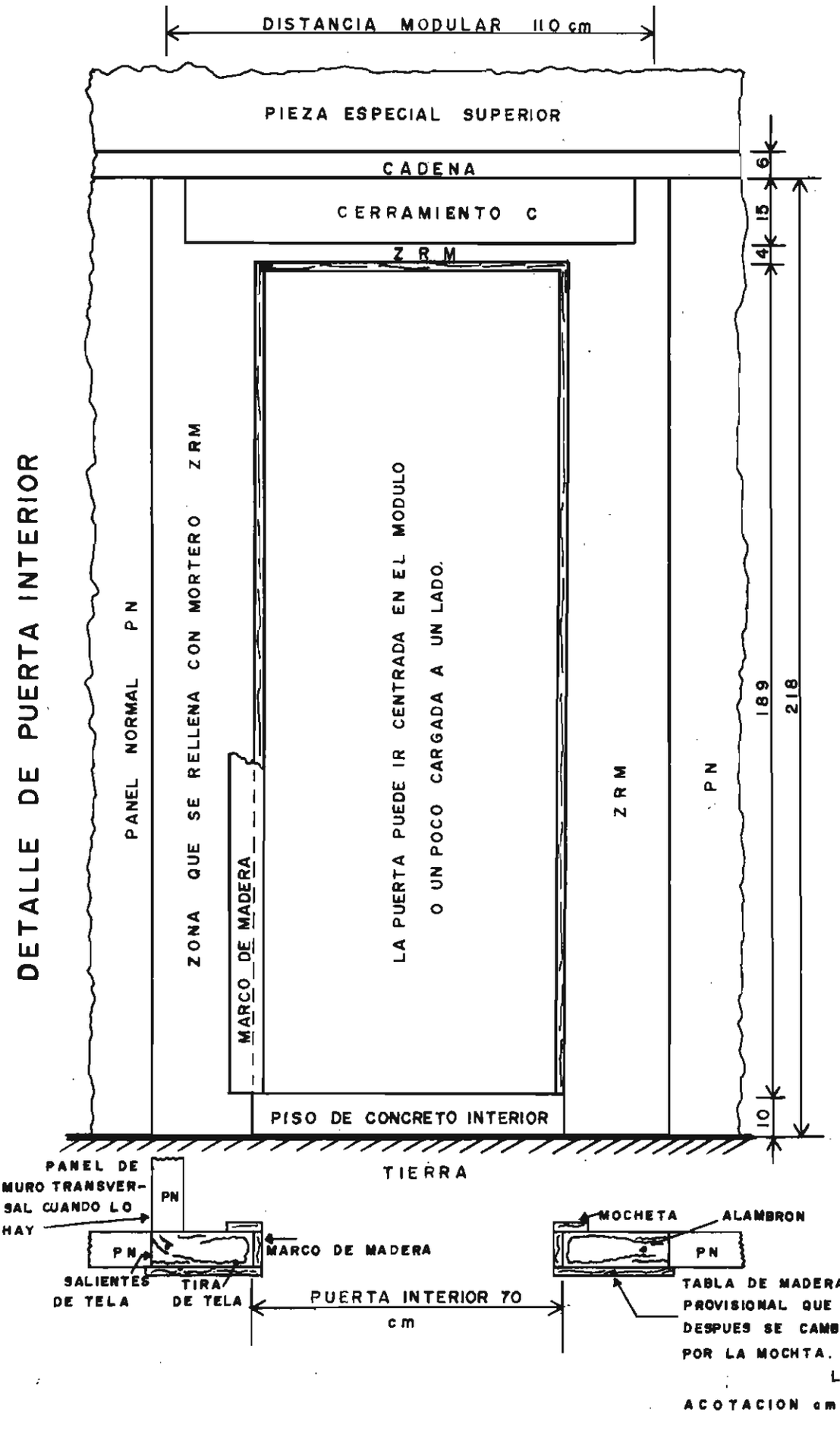



DETALLE DE PUERTA Y VENTANAS EXTERIORES

NOTA: LAS PUERTAS Y VENTANAS EXTERIORES ABREN HACIA AFUERA.

LAMINA DI2

# DETALLE DE PUERTA INTERIOR

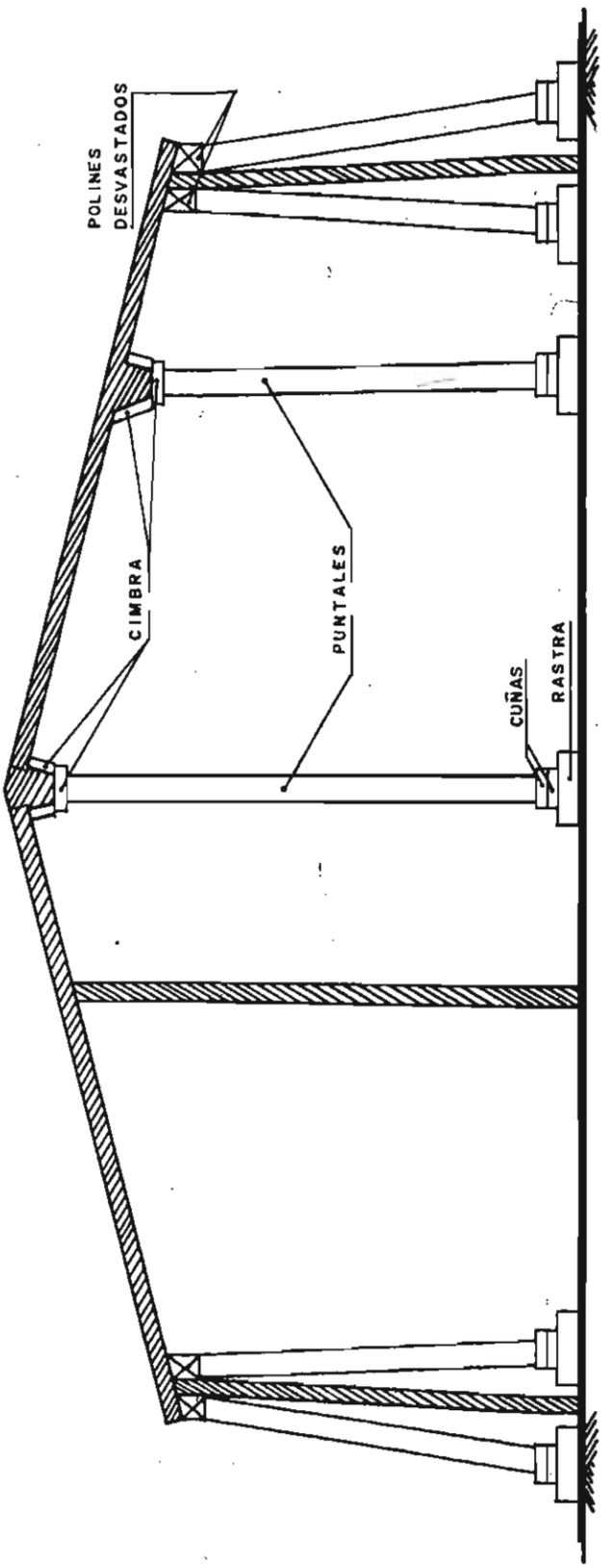



NOTA: LAS PUERTAS INTERIORES AL ABRIR OCUPAN ESPACIO EN UNA PIEZA POR LO QUE NO ES CONVENIENTE QUE TENGAN MAS DE 70 cm DE ANCHO.

LAMINA C

ACOTACION cm

# APUNTALAMIENTO DEL TECHO.




LAMINA D14

# DISEÑO DE ELEMENTOS DE FERROCEMENTO

El ferrocemento por sus características es un concreto con algunas características propias, por el pequeño espesor de las piezas que con el se fabrican y el armado que es mediante varillas de poco diámetro y telas metálicas hechas con alambres de pequeño diámetro pero muy juntos. Por lo que las técnicas establecidas para el cálculo y diseño de elementos de concreto pueden ser utilizadas en él, desde luego tiene modalidades propias, que se describen en los reportes del Comité 549 de la American Concrete International (ACI) publicados con los siguientes títulos "STATE OF ART REPORT ON FERROCEMENT" y "GUIDE FOR THE DESIGN, CONSTRUCTION AND REPAIR OF FERROCEMENT".

En la Universidad Autónoma Metropolitana, hemos trabajado y hecho algunos ensayes con el ferrocemento armado con tela de gallinero de 13 mm calibre No. 22 (0.726 mm) de estas pruebas hemos determinado algunos valores de esfuerzos máximos de trabajo que podemos recomendar.

## Generales

| | |
|---|---|
| . Compresión en el mortero cuando se hace con una resistencia nominal de 200 kg/cm2 | 90 kg/cm2 |
| . Tensión en el acero de refuerzo (varillas y alambrones) | 1200 kg/cm2 |
| . Tensión en la tela de gallinero cuando trabaja en el sentido longitudinal (de los alambres torcidos) por capa: si no se le permiten grietas (tanques) | 27.5 kg/cm |
| si se le permiten grietas | 40 kg/cm |
| . Esfuerzo cortante por capa de tela cuando trabaja en sentido longitudinal | 10 kg/cm |
| . Adherencia con el acero | |
| Si varillas corrugadas | 5 kg/cm2 |
| si varillas lisas | 4 kg/cm2 |

NOTA: En estos casos de adherencia, hay que preveer que alrededor del material hay suficiente sección de mortero para que resista los esfuerzos que le pasan las varillas.

## CUANDO SE TRABAJA CON EL TIPO DE PANEL QUE SE PRESENTO EN ESTE ESTUDIO

. Flexión

| | |
|---|---|
| Momento flexionante en el sentido longitudinal del tablero | 25 kg/m |
| Cuando trabaja en claro de 2 m la carga uniformemente repartida es de | 50 kg/m |
| La carga sobre el techo inclinado con una pendiente de 1 vertical por 4 horizontal según el proyecto de la casa 20 kg/m2 y 100 kg concentrados cada una por separado | |

. Esfuerzo cortante transversal al panel c/u 1600 kg

. Carga axial sobre la unión de los paneles, en muros, que trabaja como castillo. 3000 kg

## OTROS DATOS INTERESANTES

### I m p a c t o

En prueba de impacto que se efectuó dejando caer un cilindro de concreto de 22.3 kg y 15 cm de diámetro con el extremo de impacto redondeado, desde una altura de 2.9 sobre un domo de ferrocemento de 12 mm de espesor armado con dos telas cruzadas, el cilindro revotó sin traspasar, habiendo dañado una superficie circular de 16 cm de diámetro, la cual fue fácilmente reparada, reponiendo la tela dañada y el mortero.

La energía del impacto equivale a la de un ladrillo de 2.3 kg que callera de 28 m de altura.

Comportamiento al Incendio

Para esta prueba se aprovecharon los paneles usados en la prueba de esfuerzo cortante que eran cuatro armados en forma de muro en esquina. En el rincón se puso una carga de 40 kg de leña seca.

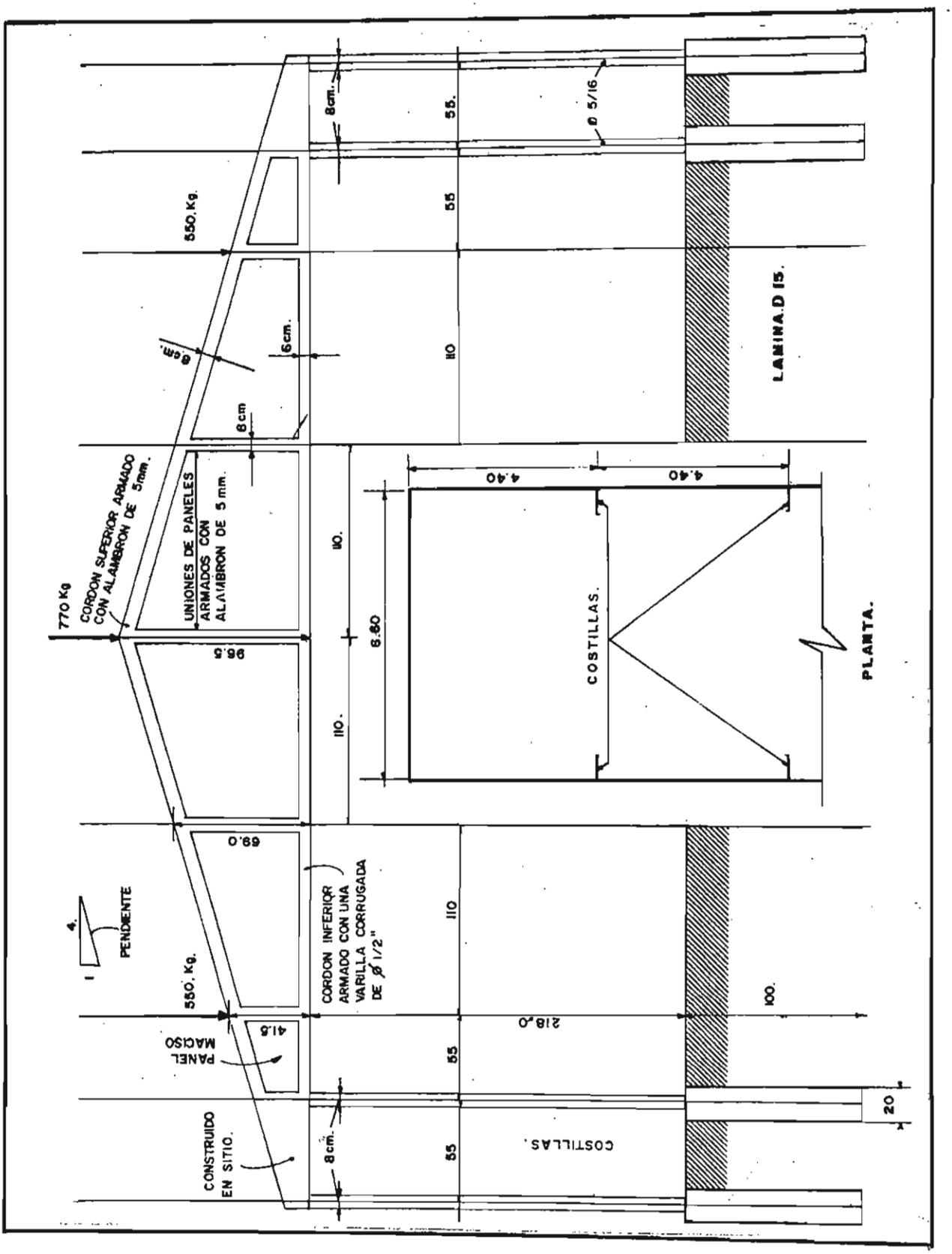
El ímpetu mayor del incendio se observó 3 min después de iniciado, después de 12 minutos empezó a decrecer, a la media hora, el fuego correspondía al de un hogar casero bien encendido con llamas de 40 cm y abundancia de brasas

Las paredes en contacto con el fuego empezaron a tronar a los 5 minutos de incenciado y se abolsaron, sus paredes exteriores se mostraron tibias durante 8 minutos después no se pudieron tocar, se agrietaron y empezaron a emitir vapores de poliestireno.

Al día siguiente ya frías las paredes interiores de ferrocemento recuperaron su posición original mostrándose agrietadas, las destruímos para observar su interior y el poliestire no había desaparecido.

Por lo anterior, podemos concluir que se necesita una carga de incendio muy fuerte para que exista el colapso, pero los vapores producidos pueden ser tóxicos.

Como ejemplo de lo que se puede hacer con estos paneles, tenemos la casa proyectada en este estudio y en la lámina "D" 15 presentamos un galeron de 6.60 m de ancho con el largo que se necesite modulado a 4.40 m que lleva costillas interiores de 0.55 m para resistir el empuje del viento, solo que en este caso, las varillas verticales que van en la unión de los paneles en los muros y en las costillas tendrán que ser de 5/16" para que resistan las tensiones que el viento puede darles.


770 Kg
CORDON SUPERIOR ARMADO CON ALAMBRON DE 5mm.
UNIONES DE PANELES ARMADOS CON ALAMBRON DE 5 mm.
550. Kg.
8cm.
55.
Ø 5/16
LAMINA D 15.
6cm.
8cm
110
110.
8.80
4.40
4.40
COSTILLAS.
PLANTA.
96.5
69.0
4.
1
PENDIENTE
550. Kg.
CORDON INFERIOR ARMADO CON UNA VARILLA CORRUGADA DE Ø 1/2"
218.0
100.
41.5
PANEL MACISO
55
8cm.
CONSTRUIDO EN SITIO.
COSTILLAS.
20

# A G R A D E C I M I E N T O S

Al Ing. José Castro Orvañanos, por la promoción de la casa en el medio, por las negociaciones con las autoridades del Ejido de Jurica, Querétaro, por la dirección de la construcción de la casa y por haber hecho muchos gastos de materiales y de personal durante la erección de la casa que no le fueron retribuídos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la aportación económica, sin la cual no hubiera sido posible hacer este estudio.

Al Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, por la difusión de estos trabajos ya que por su medio, conseguimos materiales para la erección de la casa.

A Aceros Nacionales por la donación del acero necesario para la terminación y erección de la casa.

ING. LEON FERNANDEZ OROZCO
Responsables del Proyecto

Enero 1989

Casa construida
con paneles de ferrocemento
y poliestireno por autoconstrucción

Se terminó de imprimir
en el mes de junio de 1999
en los talleres de la Sección
de Impresión y Reproducción.
de la Universidad Autónoma Metropolitana,
*Unidad Azcapotzalco*
La edición estuvo a cargo de la Sección
de Producción y Distribución Editoriales

Se imprimieron 100 ejemplares
más sobrantes para reposición.

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

COSEI
COORDINACIÓN DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN

## *Formato de Papeleta de Vencimiento*

*El usuario se obliga a devolver este libro en la fecha señalada en el sello mas reciente*

Código de barras. 2894802

FECHA DE DEVOLUCION

| | |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

- Ordenar las fechas de vencimiento de manera vertical.
- Cancelar con el sello de "DEVUELTO" la fecha de vencimiento a la entrega del libro

UAM
TA434
F4.6
1999

2894802
Fernández Orozco, León
Casa construida con panel

2894802

0092101 10402

13.00 - S 13.00

División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Materiales

Coordinación de Extensión Universitaria
Sección de Producción y Distribución Editoriales