



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

SURSOS INSTITUCIONALES

"CONSERVACION Y REPARACION DE PUENTE"

12,13 y 14 DE NOVIEMBRE

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES

- TIPOLOGIA DE PUENTES**
- DAÑOS EN PUENTES**
- REPARACION**

**ING. FRANCISCO AGUILAR R.
REYNOSA, TAMPS.**

1 9 9 7

- TIPOLOGIA DE PUENTES
- DAÑOS EN PUENTES
- REPARACION

Tampico, Tamps.
Noviembre, 1997

PUNTES.

Clasificación.-

Por la naturaleza de la carga que soportan.

{ Carreteros
Ferrovianos
Ductos (cerrados o abiertos)
Peatonales.

De acuerdo al trazo horizontal.

{ Normales
Esviajados
En curva (circular o espiral)

De acuerdo al trazo vertical.

{ Tangente (horizontal)
Tangente (con pendiente)
En curva vertical { Cresta
o
Columpio

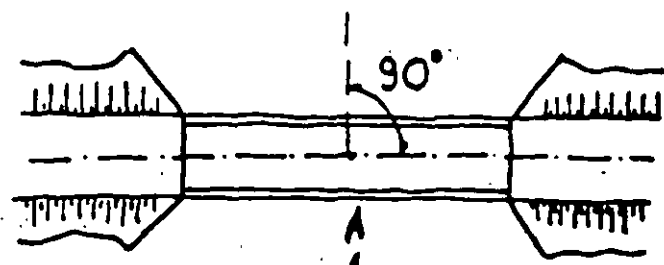
Por el material empleado.

{ De madera
De mamposteria
De concreto { Reforzado { Pretensadas
Presforzado { Postensadas
De metal { Fierro
Acero

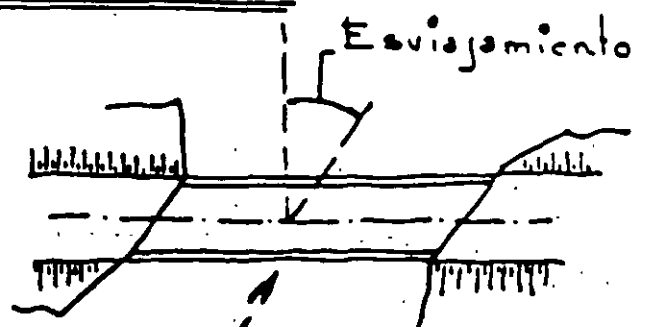
Por la movilidad e inmovilidad de la superestructura.

{ Fijo
Móvil { Levadizo
Giratorio
Basculante
Deslizante.

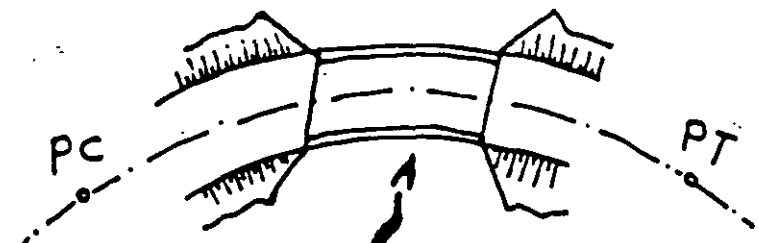
TRAZO HORIZONTAL



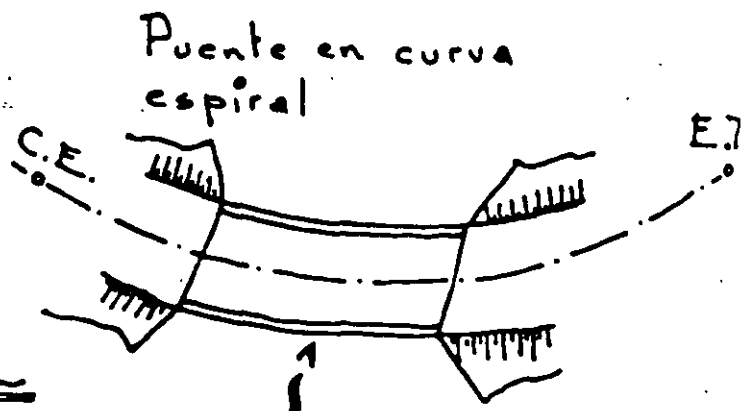
Puente normal



Puente esviado



Puente en curva circular



Puente en curva espiral

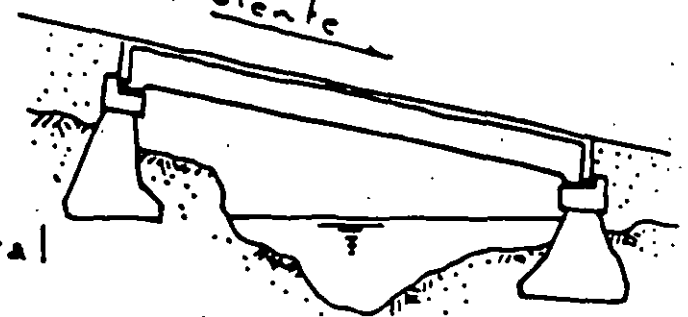
TRAZO VERTICAL

Pendiente 0%

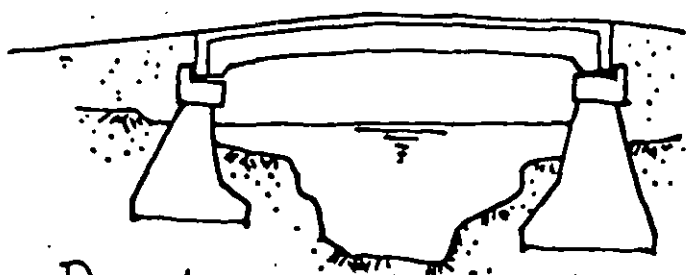


Puente en tangente horizontal

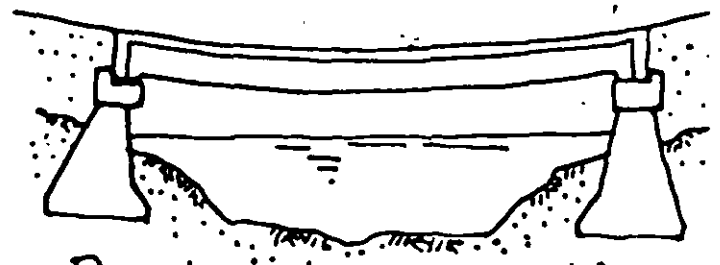
Pendiente



Puente en tangente inclinada

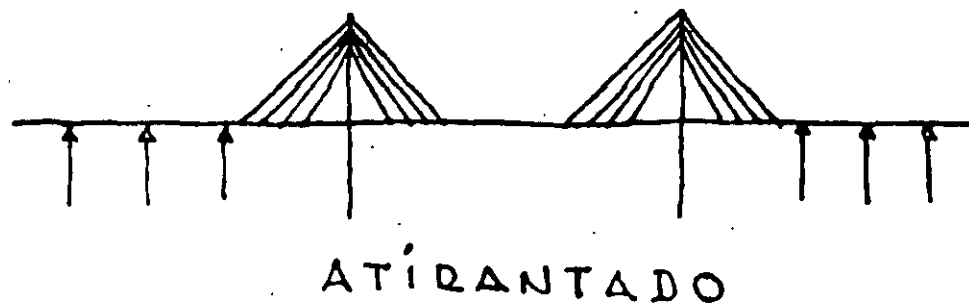
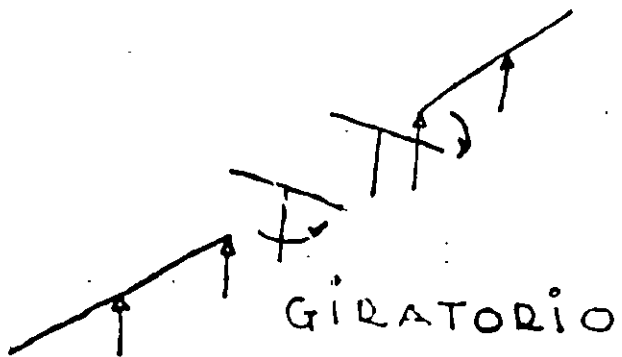
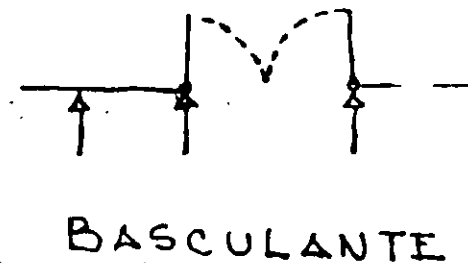
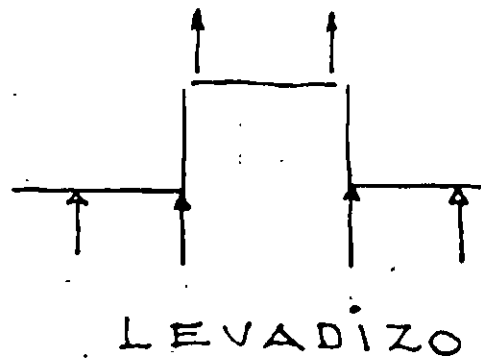
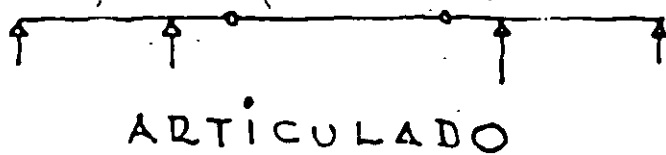
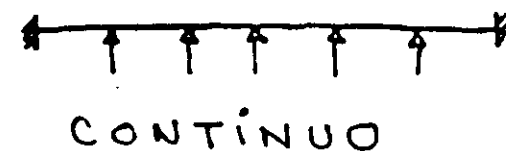
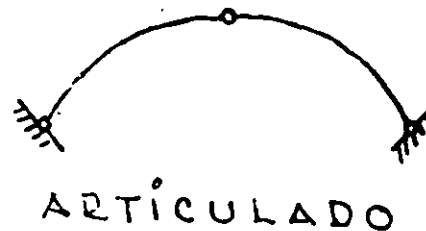
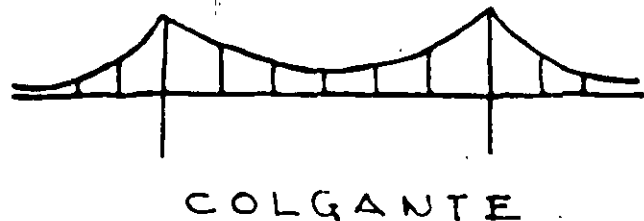
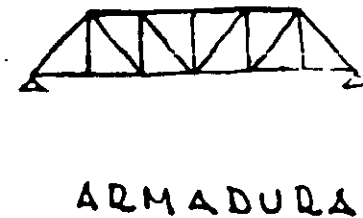
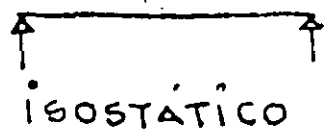


Puente en curva vertical (Cresta)

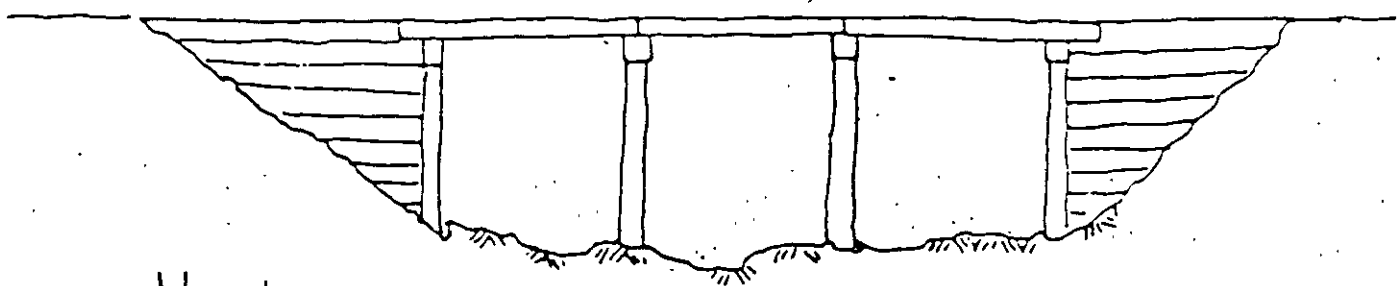


Puente en curva vertical (Columpio)

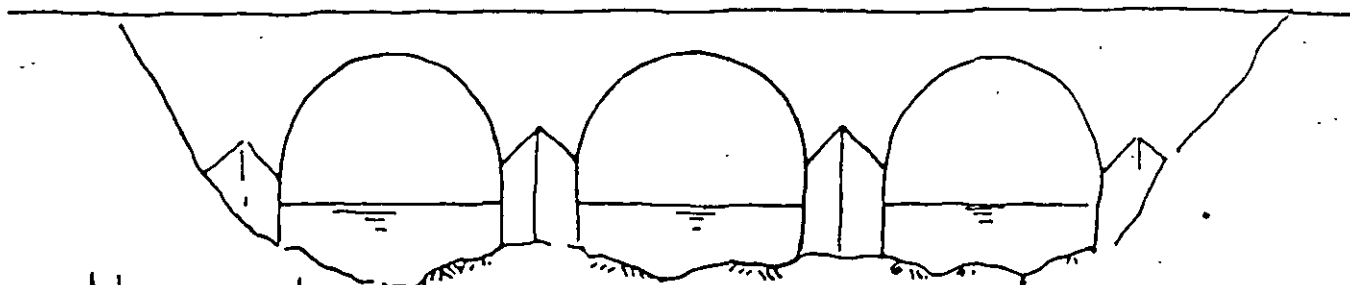
ESTRUCTURACION.-



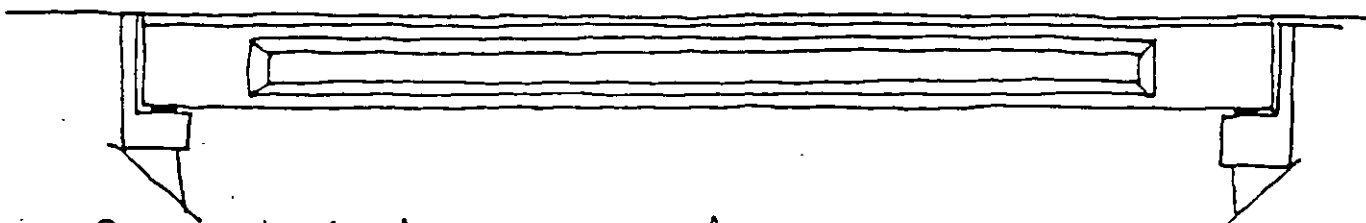
MATERIAL EMPLEADO



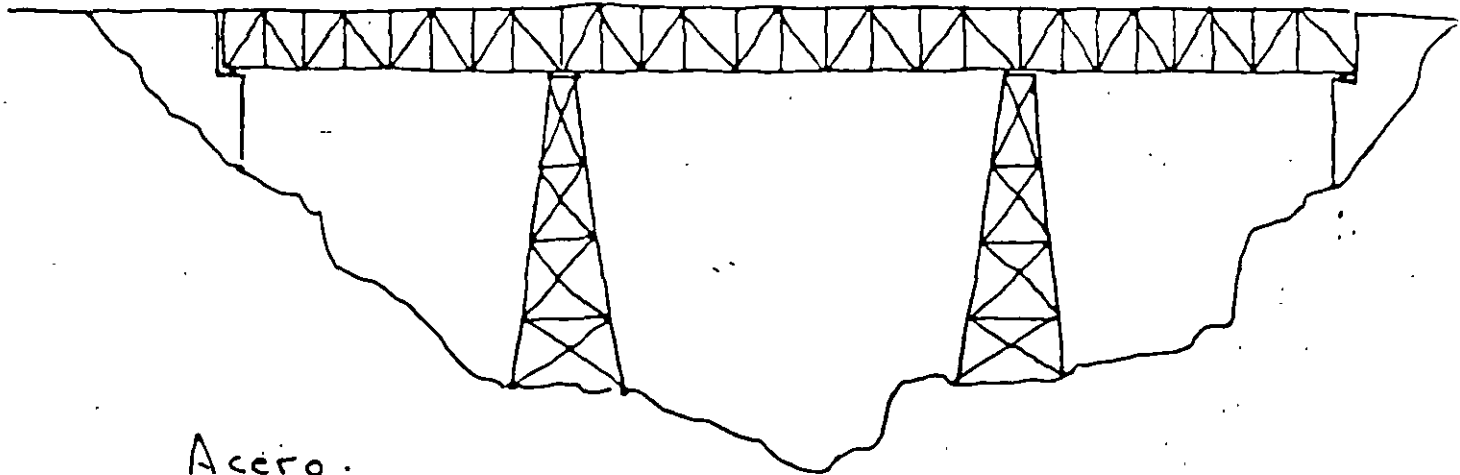
Madera.



Mamposteria

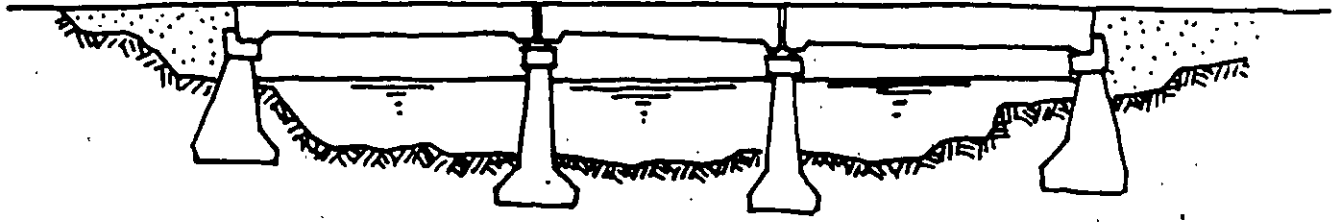


Concreto (Reforzado, presforzado o postensado).

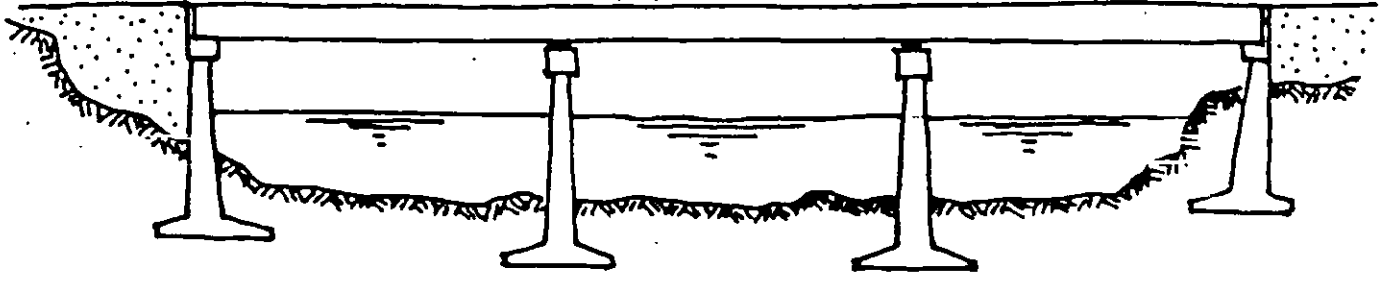


Acero.

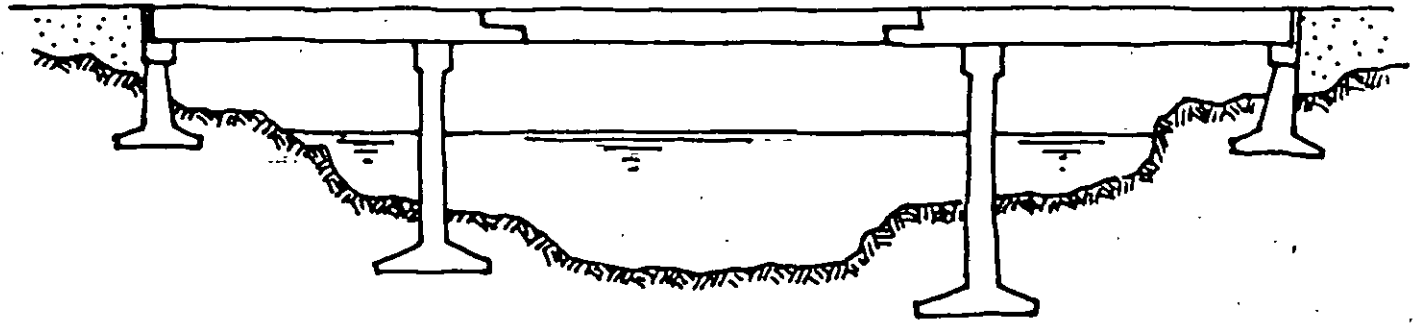
TIPOS DE PUENTES



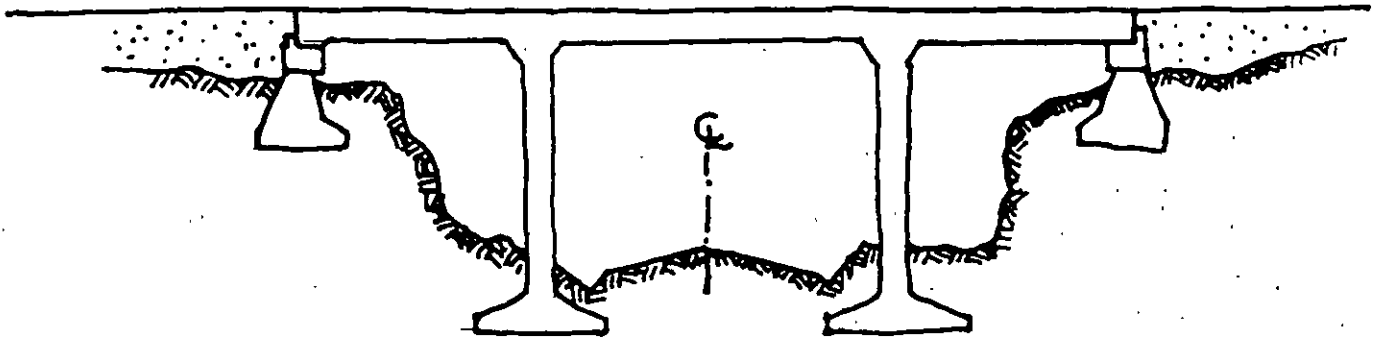
• Puente de tramos simplemente apoyados (Isostáticos)



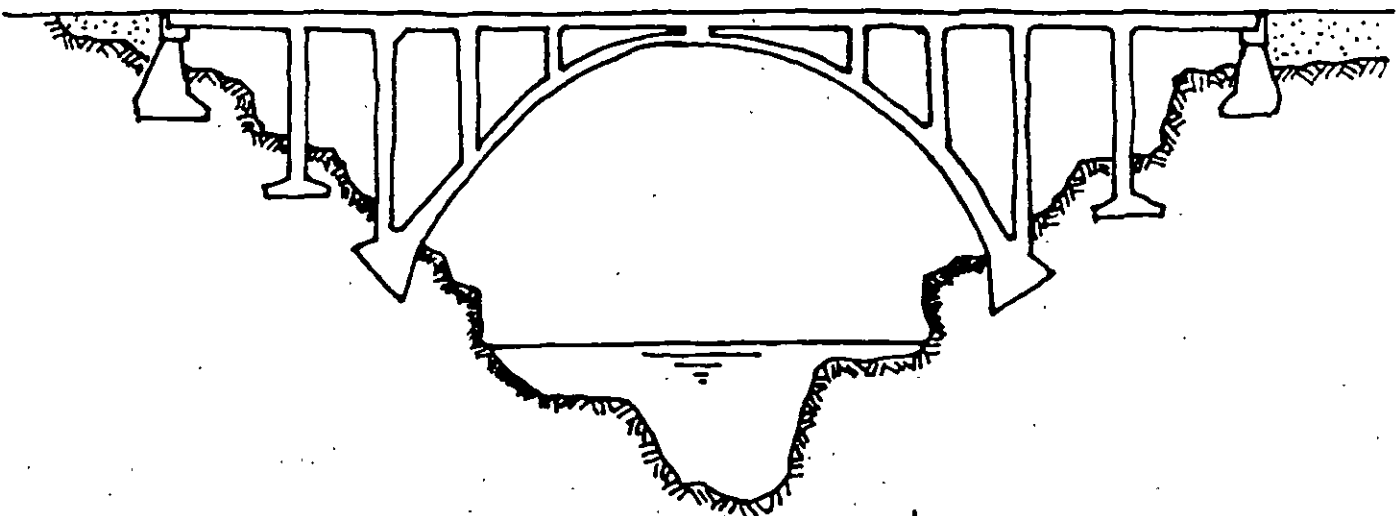
• Puente continuo (Hiperestático)



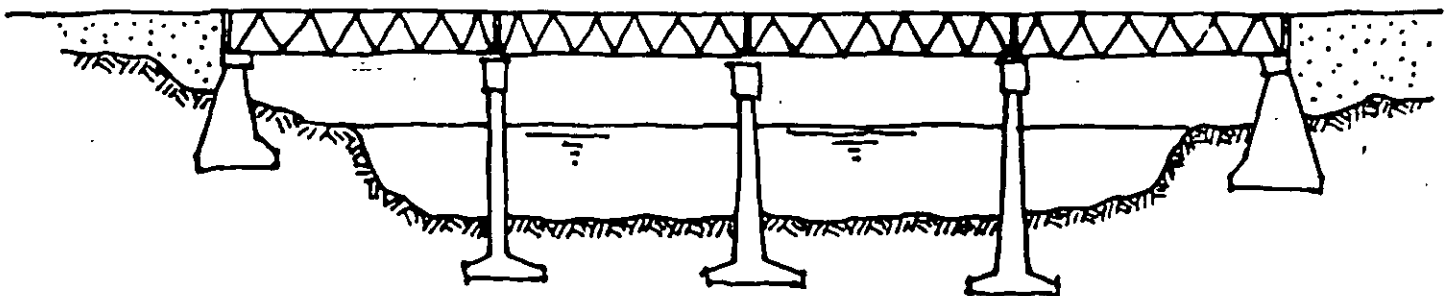
• Puente con tramo suspendido (Articulado)



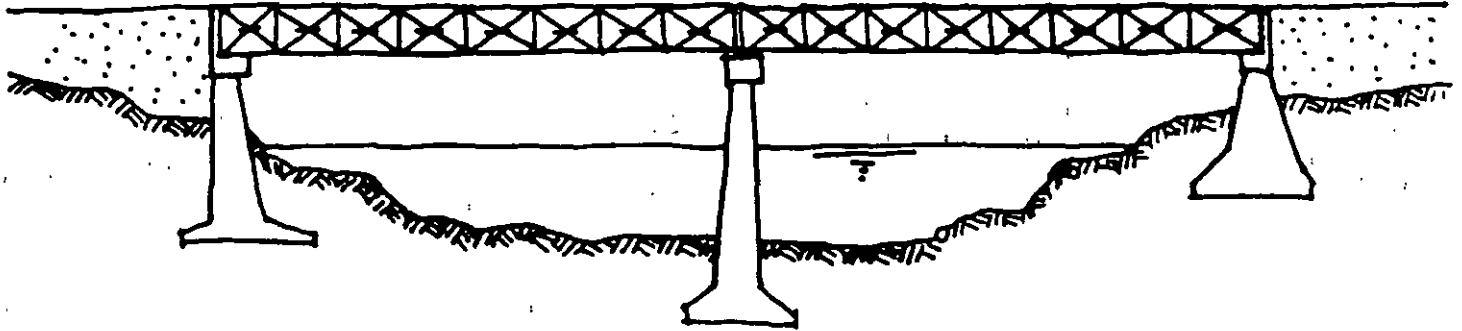
• Puente de marco



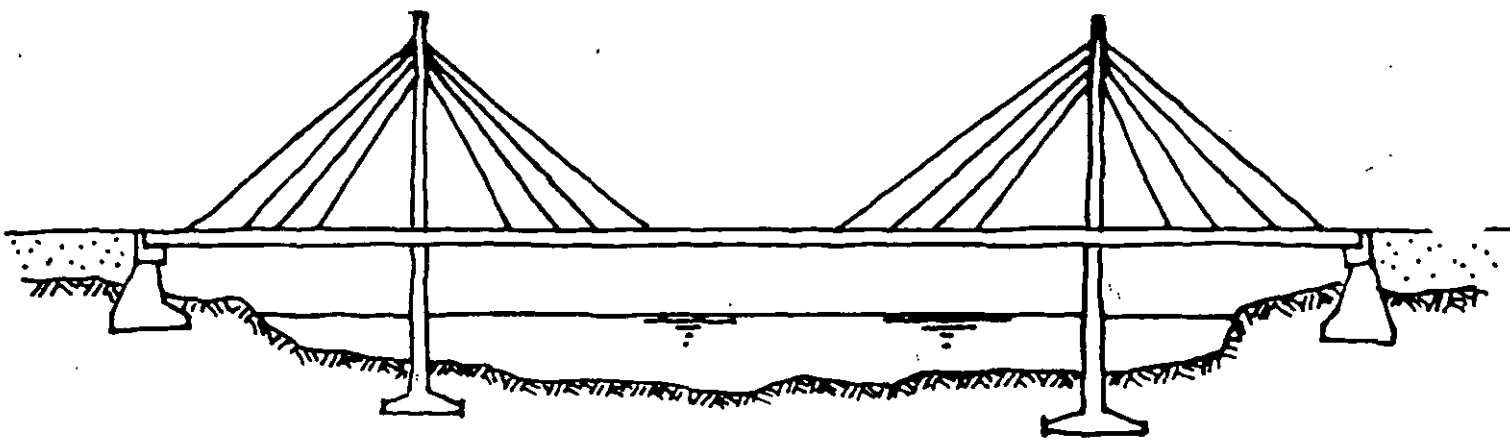
• Puente de arco con timpanos



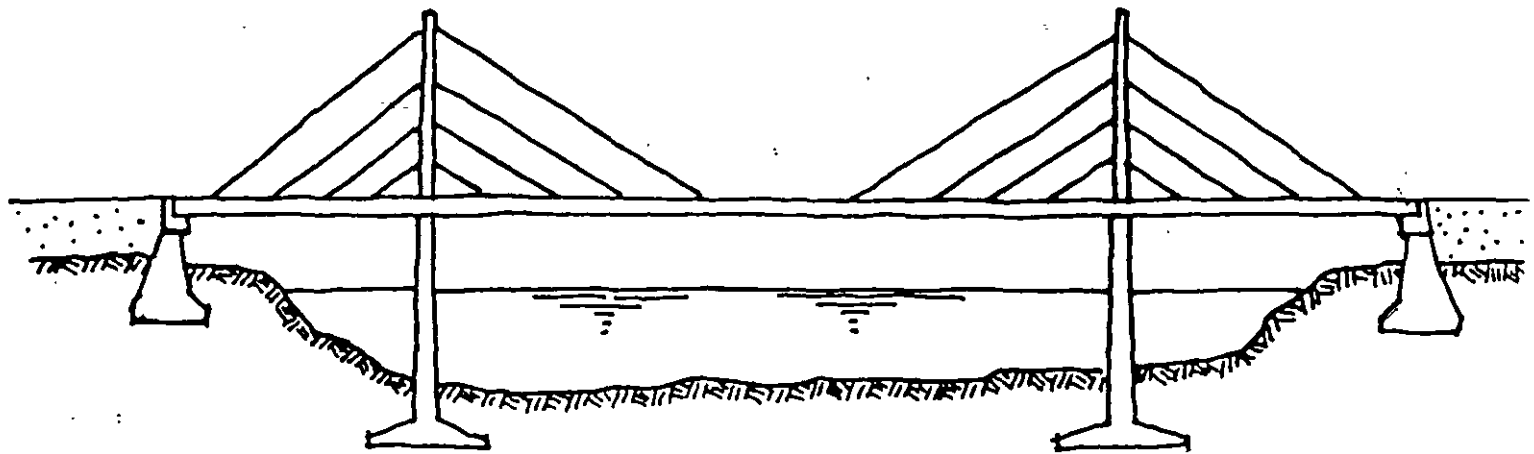
• Puente con tramos de armadura de acero simplemente apoyados



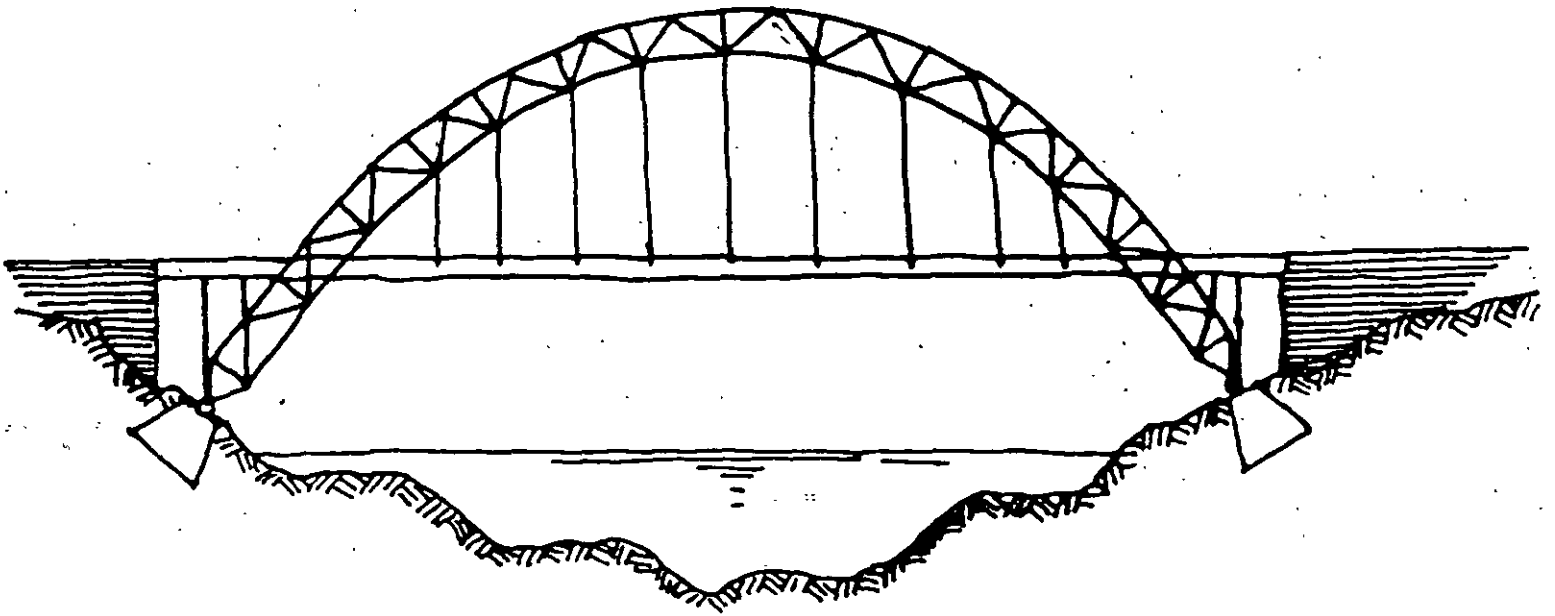
Puente de estructura espacial (tridilosa)



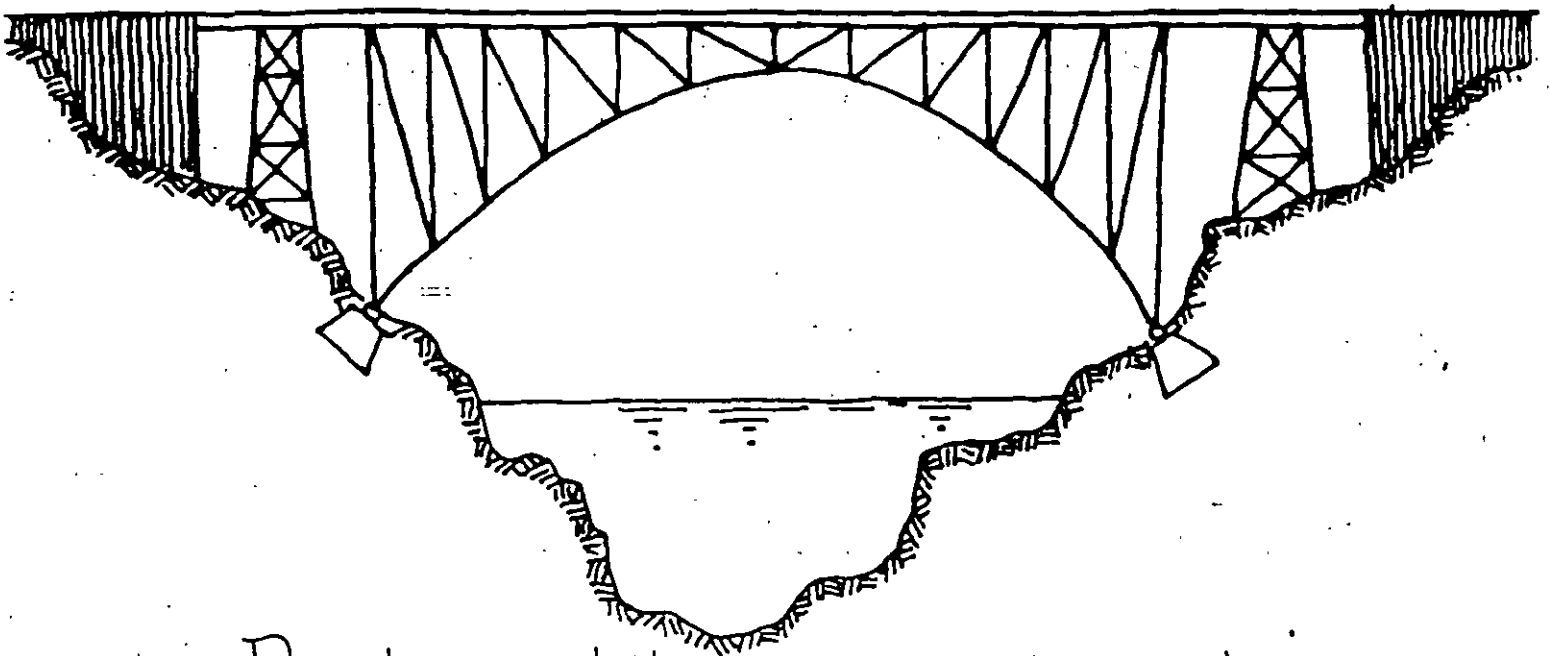
Puente atirantado con cables convergentes



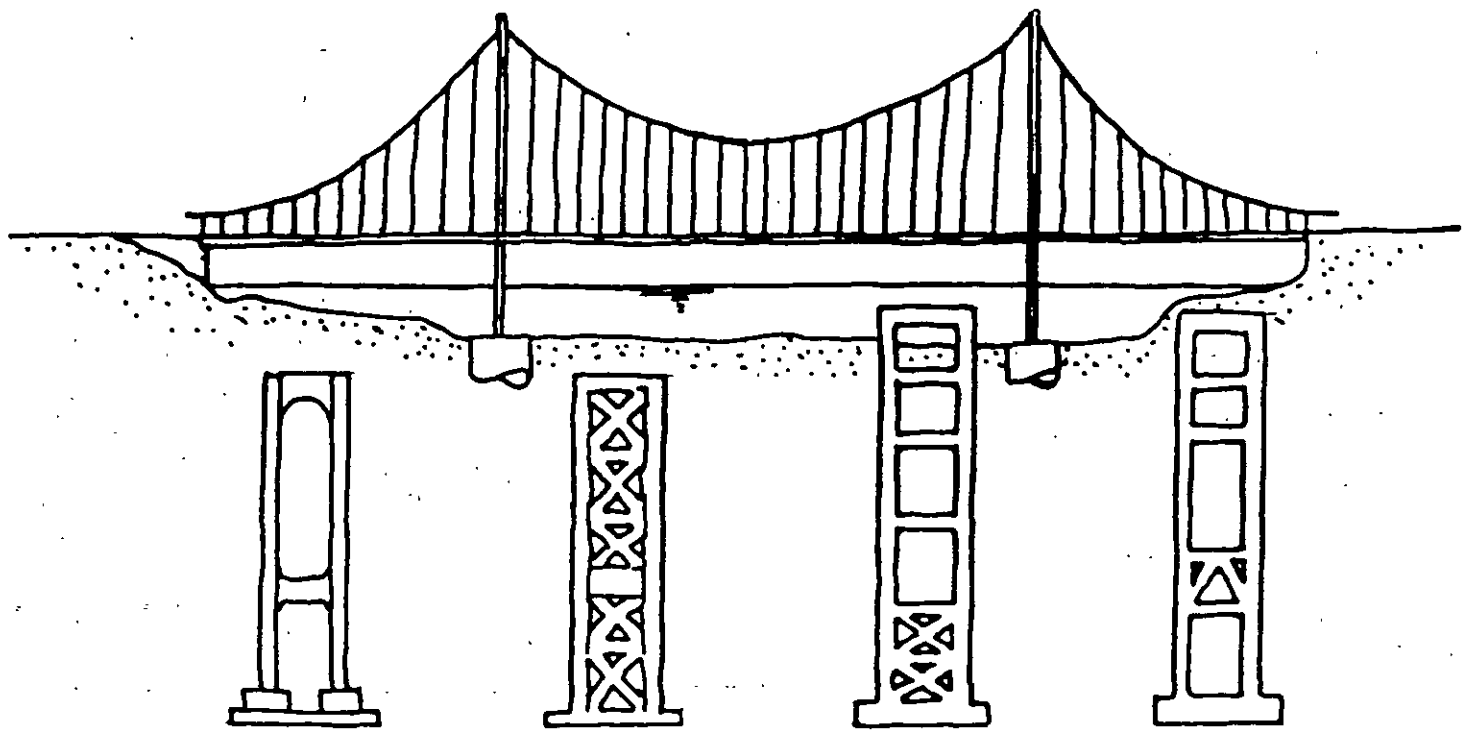
Puente atirantado con cables en arpa



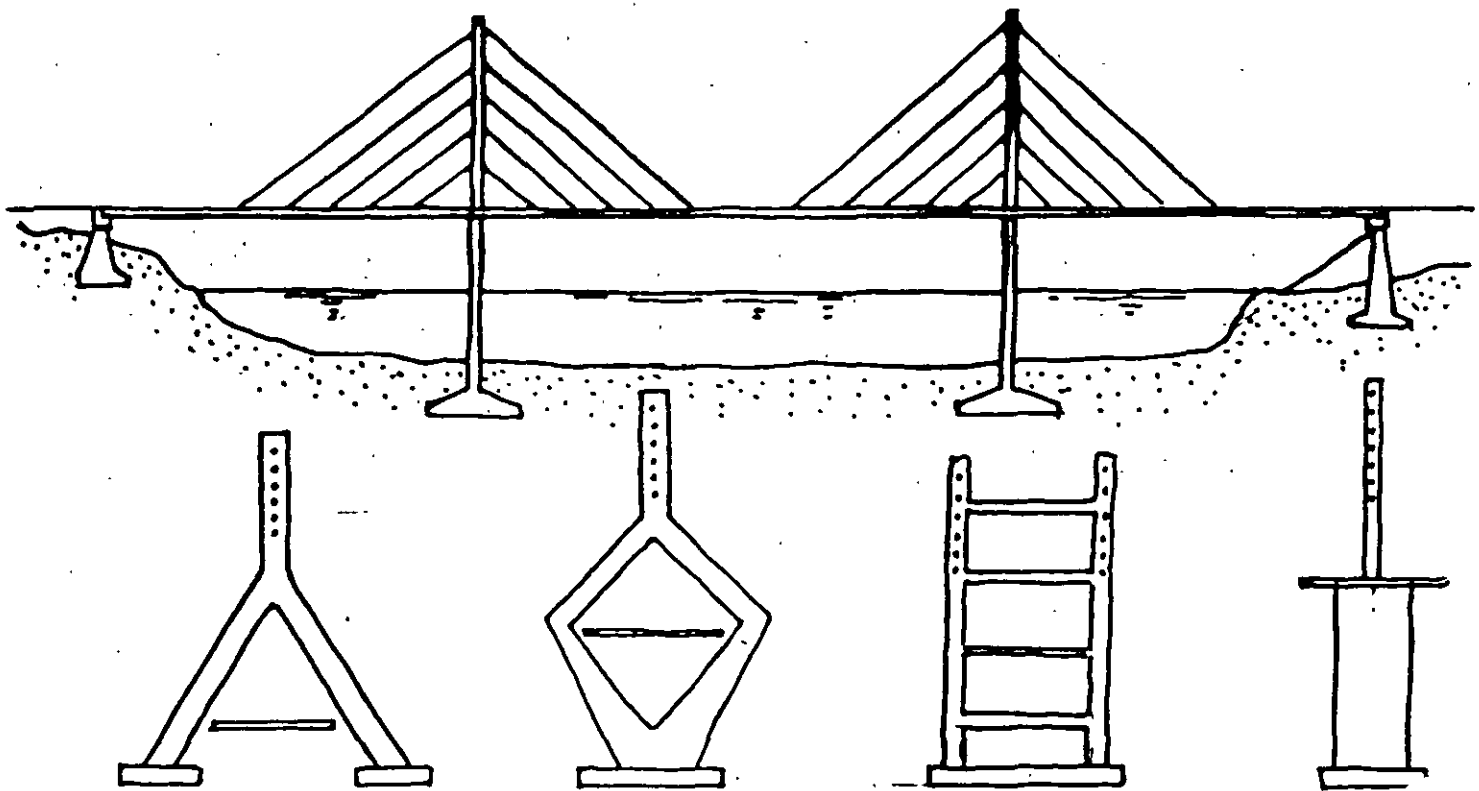
• Puente metálico de arco con 2 articulaciones. De paso a través



Puente metálico de arco con tres articulaciones. Paso superior



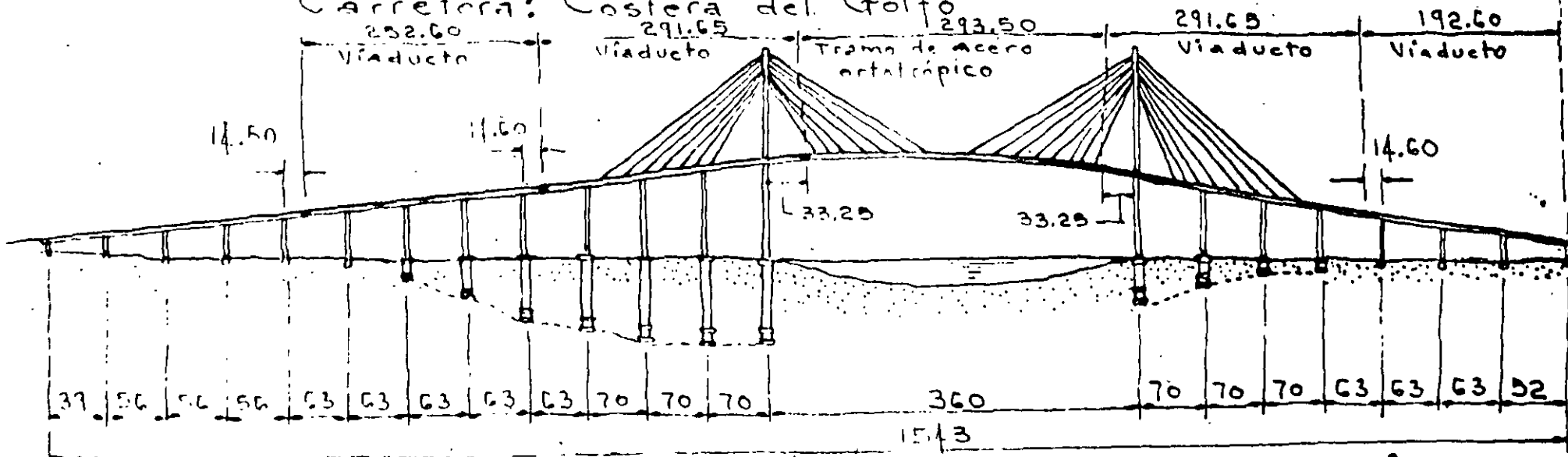
TÍPO DE TORRES DE PUENTES COLGANTES



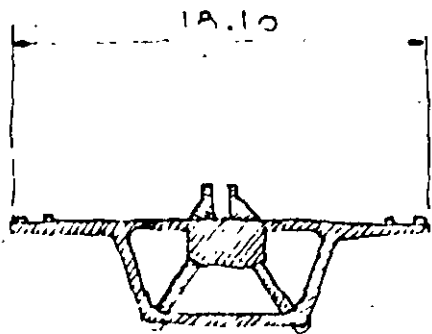
TÍPO DE TORRES DE PUENTES ATIRANTADOS

PUENTE "TAMPICO"

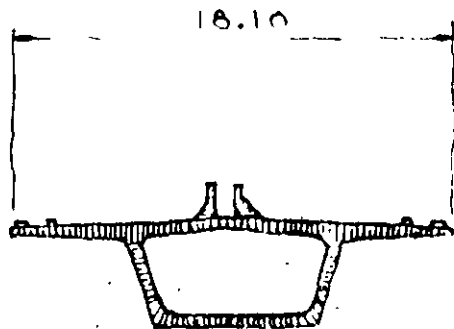
Carretera: Costera del Golfo



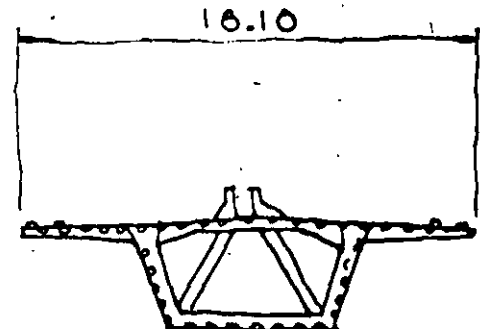
CORTE ELEVACION POR EL EJE DEL CAMINO



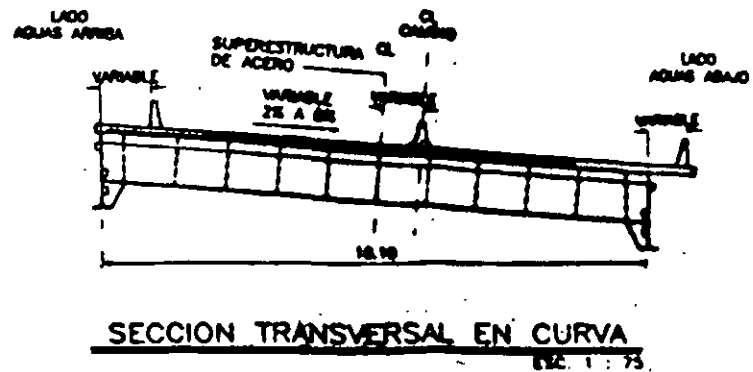
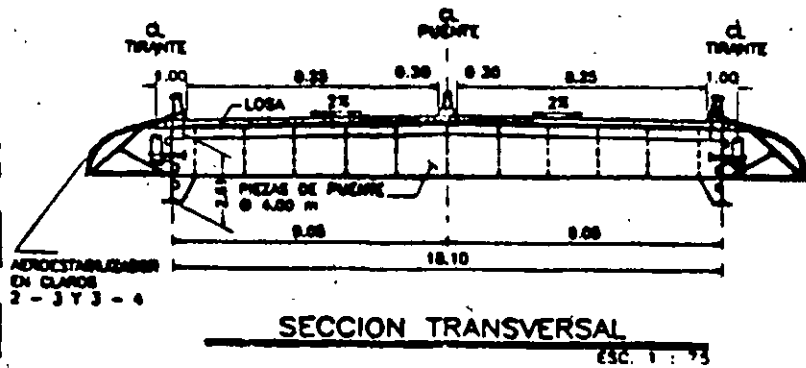
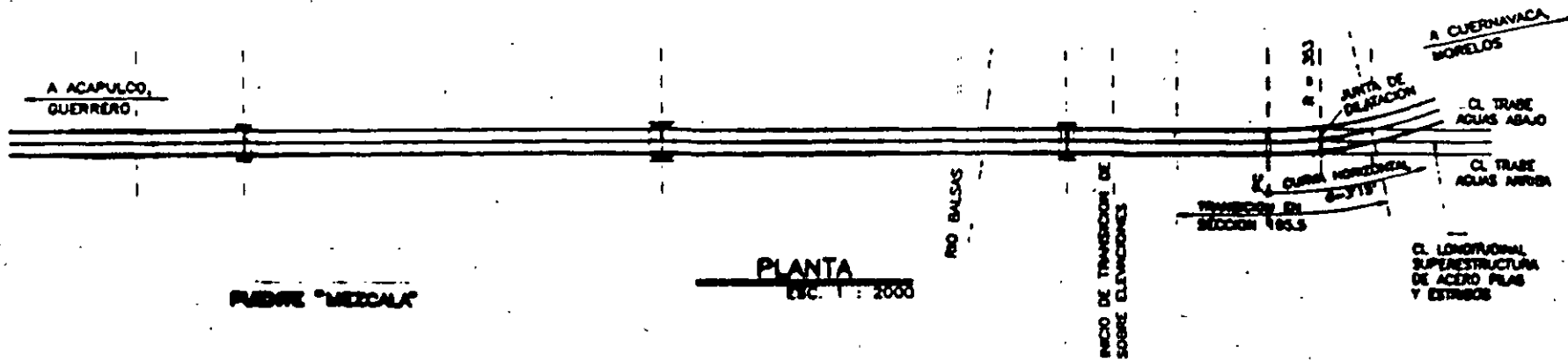
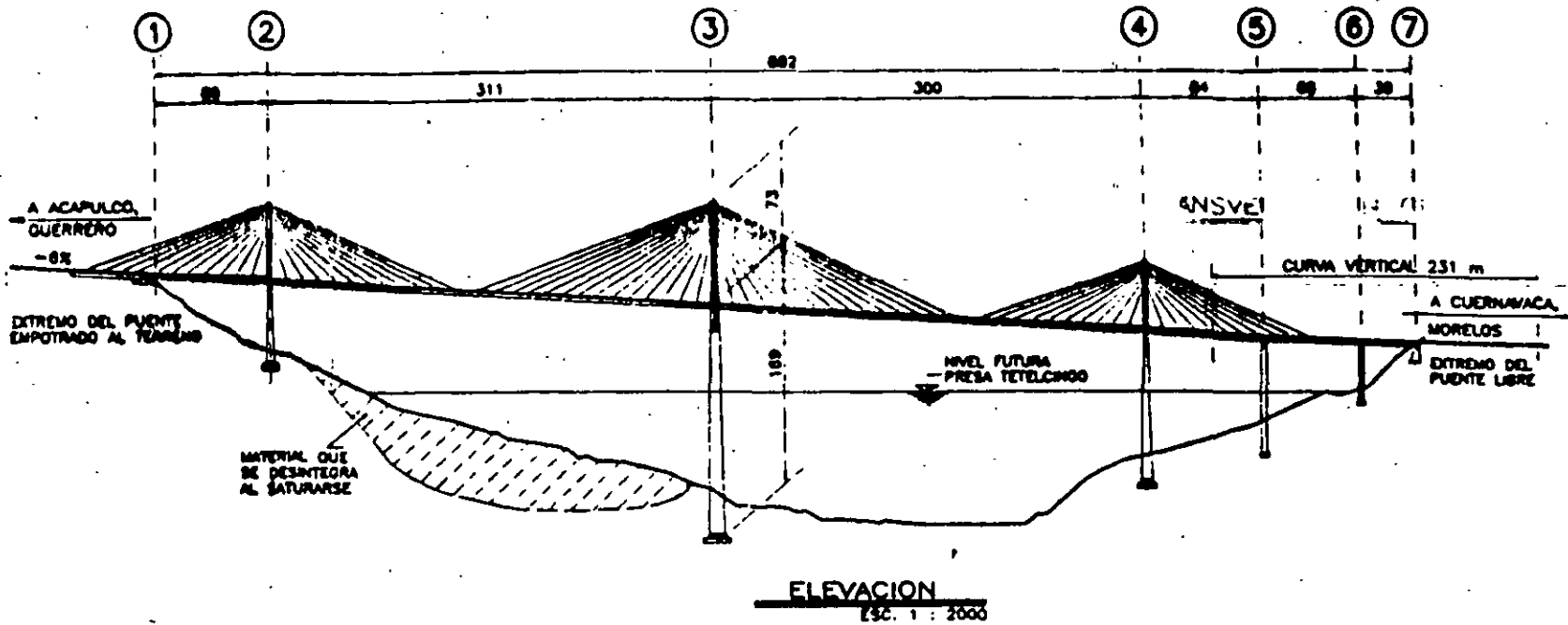
SECCION EN ANCLAJE DE TIRANTE



SECCION TRANSVERSAL



SECCION METALICA ORTOTROPICA



Claros máximos en puentes

Puentes colgantes. -

"Humbert River" Claro = 1396.00m
Inglaterra

"Verrazano-Narrow" Claro = 1298.50m
E.U.A.

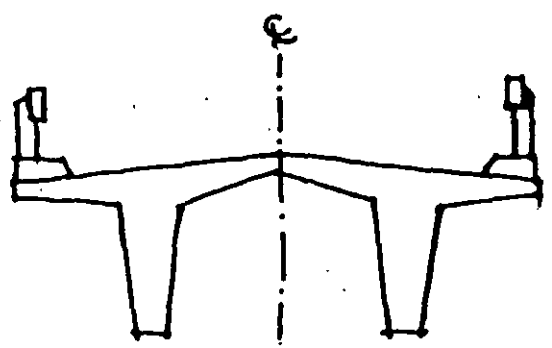
"Golden Gate" Claro = 1280.16m
E.U.A.

Puentes atirantados. -

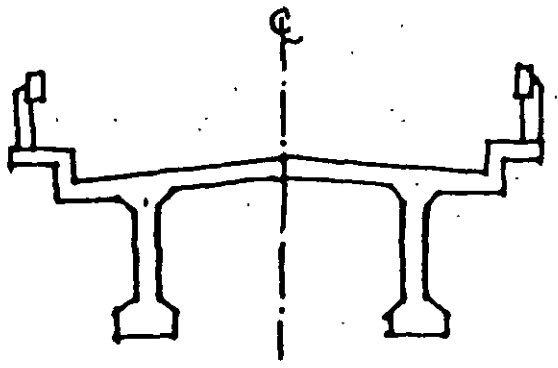
"Normandía" Claro = 856.00m
Francia

"Tatara" Claro = 890.00m
Japón

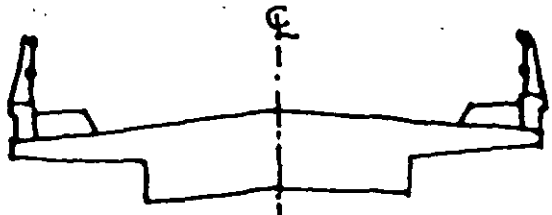
TIPOS DE SUPERESTRUCTURAS.-



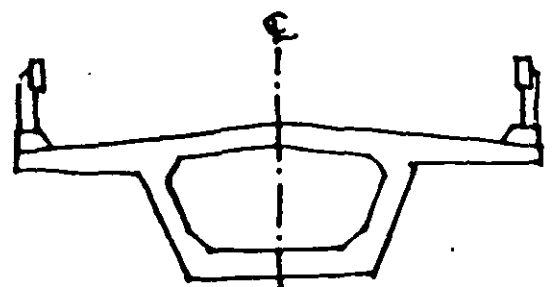
Losas nervuradas < 32m



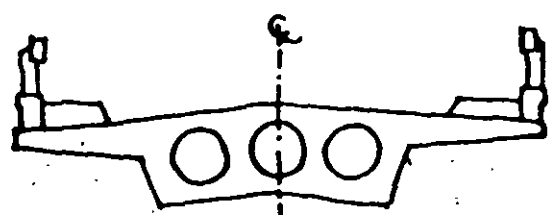
Losas nervuradas < 32m



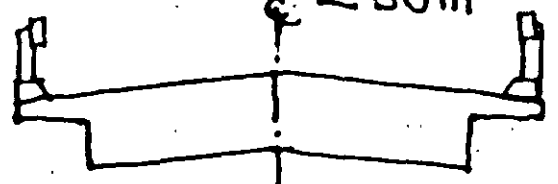
Losas dipteras macizas < 15m



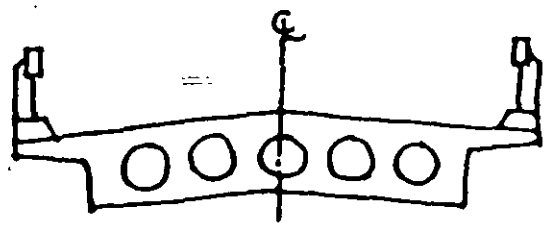
Losas sección cajón < 50m



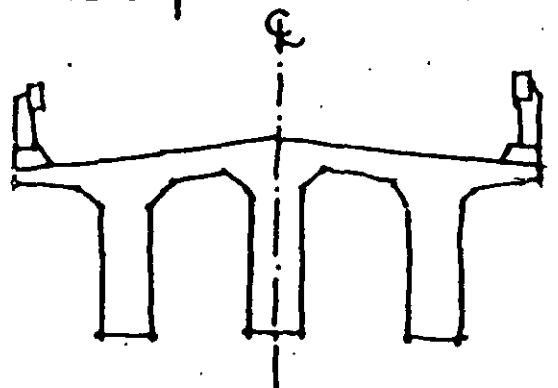
Losas dipteras aligeradas < 19m



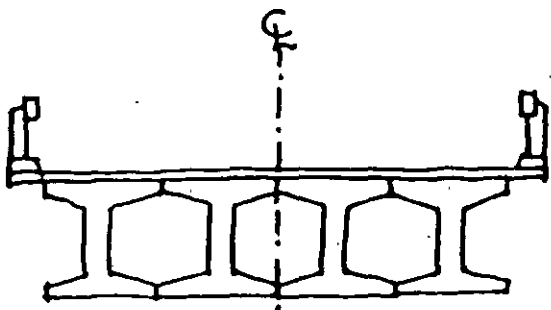
Losas planas macizas < 11m



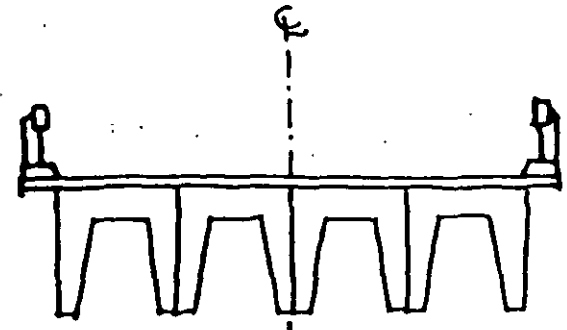
Losas planas aligeradas < 18m



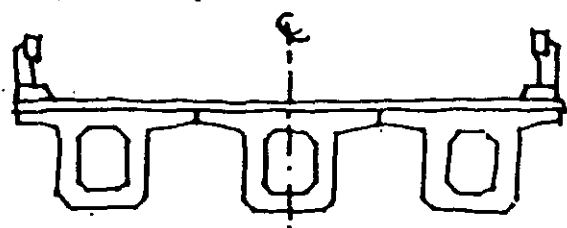
Losas con varias nervaduras < 15m



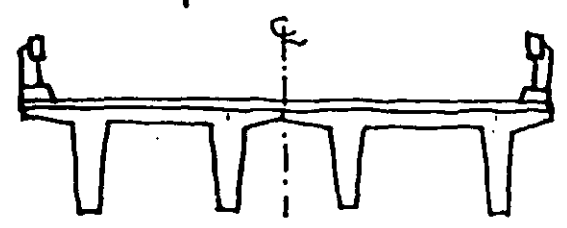
Vigas I < 20m
Presforzadas



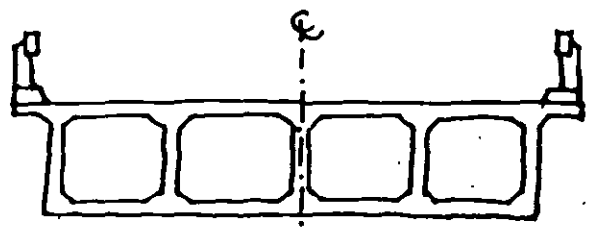
Canales < 10m
Presforzadas



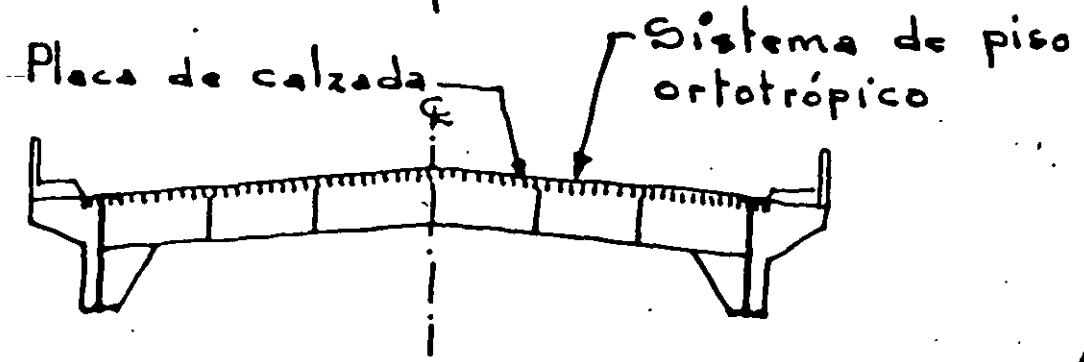
Vigas de cajón < 25m
Presforzadas



Vigas doble "T" < 12m

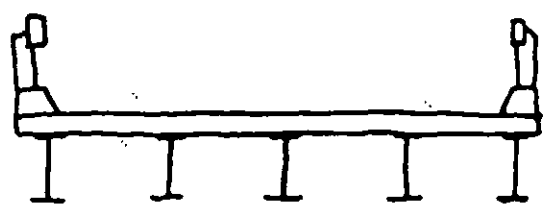


Cajón múltiple < 50m

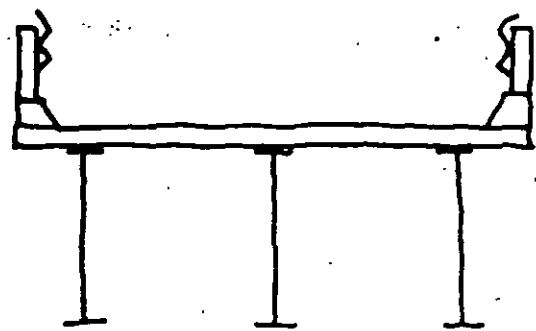


Placas de acero soldadas
< 140m

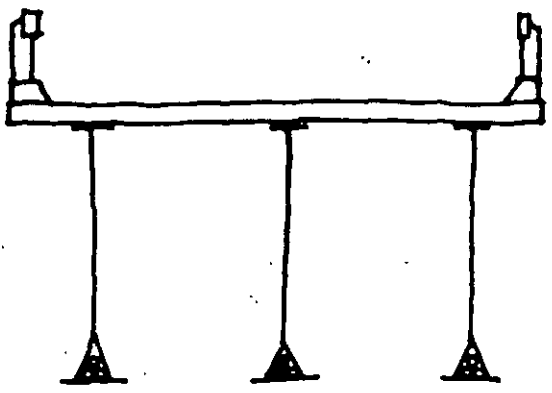
SISTEMAS PORTANTES DE LOSAS DE PISO



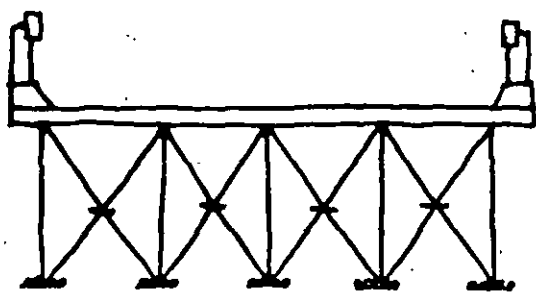
Losa sobre viguetas < 15m



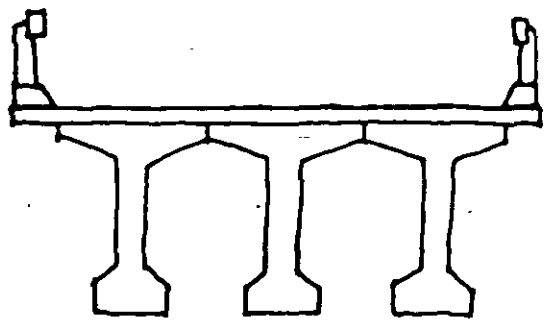
Vigas de placas de acero soldadas < 50m



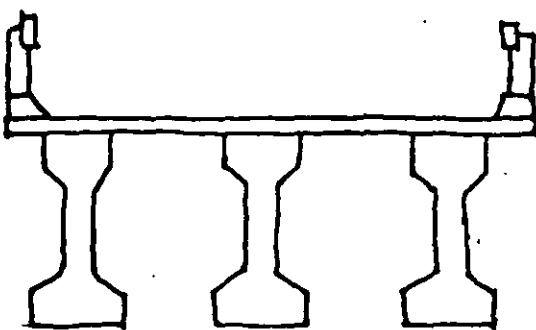
Trabes de acero preforzadas < 70m



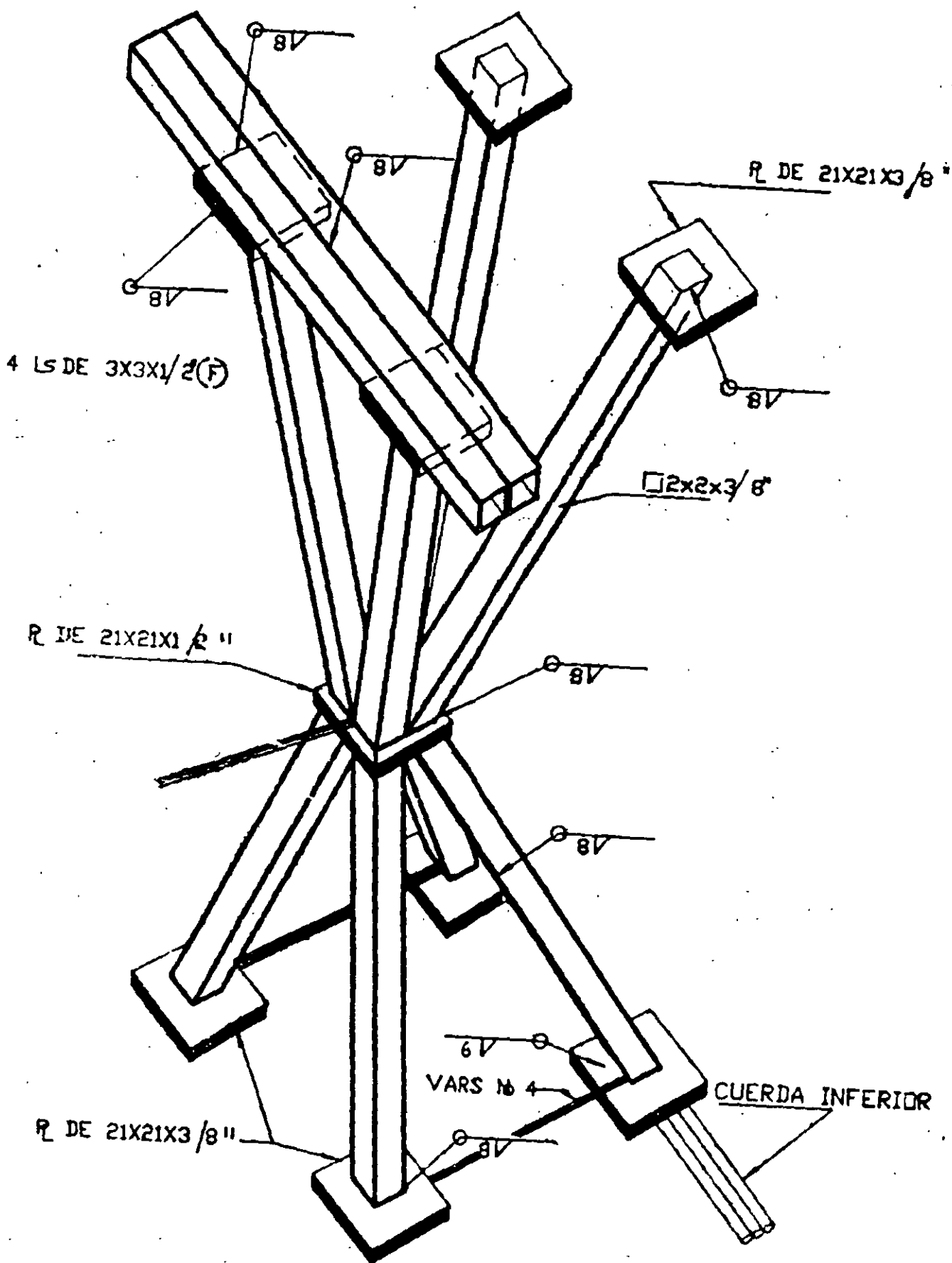
Estructura espacial (tridilosa) < 70m



Vigas "T" preforzadas < 45m

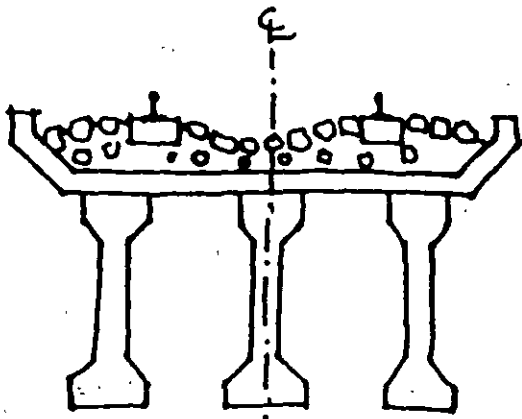


Vigas "I" preforzadas < 30m

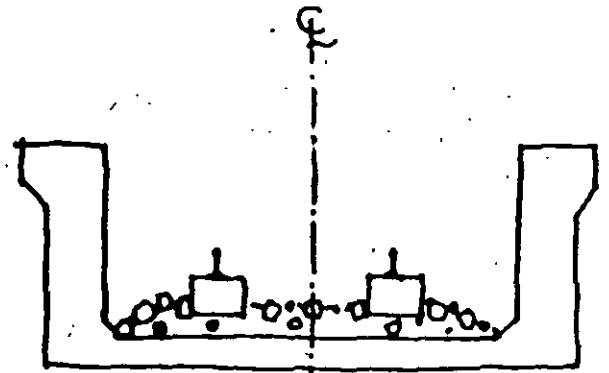


DETALLE DE ESTRUCTURA
(ISOMETRICO)

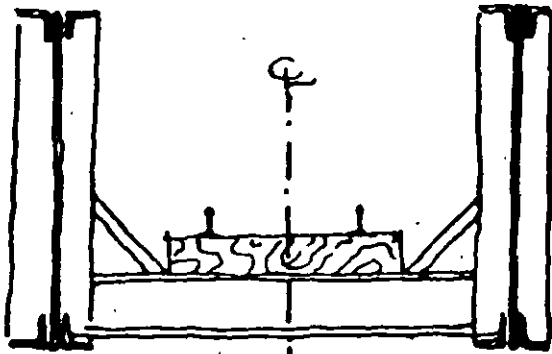
SUPERESTRUCTURAS DE FERROCARRIL.-



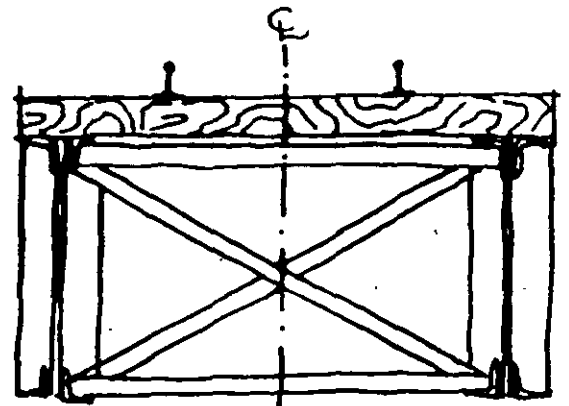
Vigas "I" Posteneadas



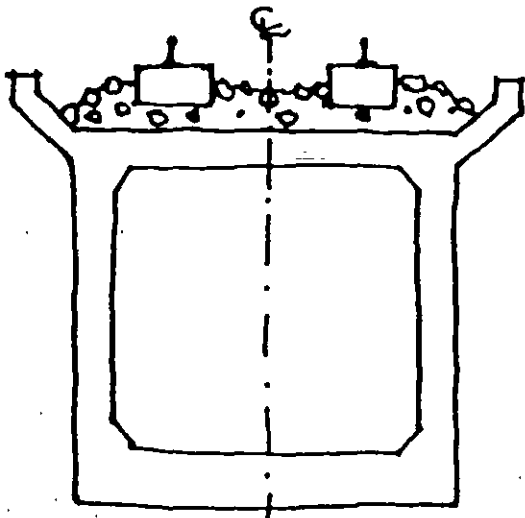
Paso a través



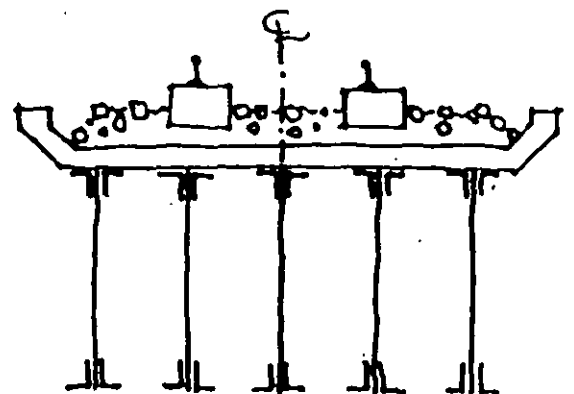
Paso a través



Paso Superior

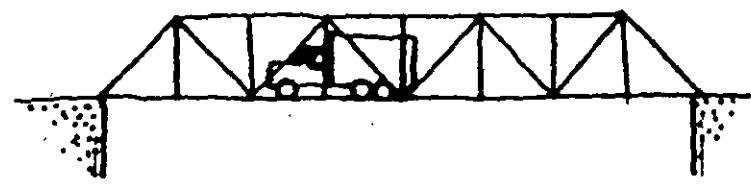


Cajón presforzado

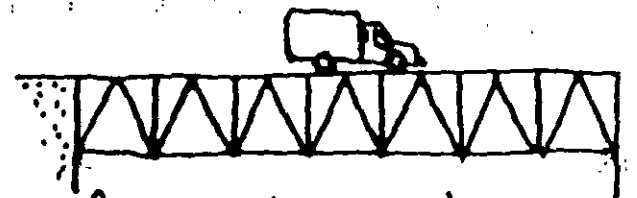


Estructura mixta

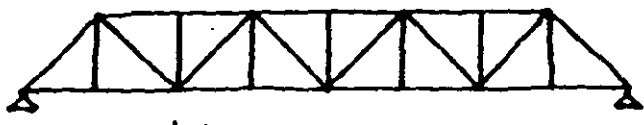
ARMADURAS.-



Armadura de paso a través



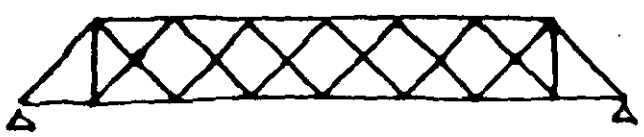
Armadura de paso Superior



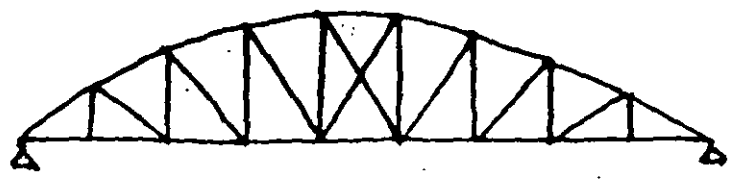
tipo Warren



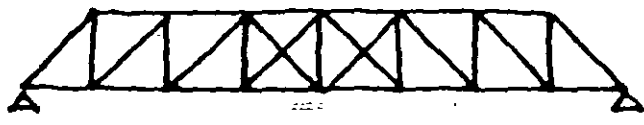
tipo Pratt



tipo Warren



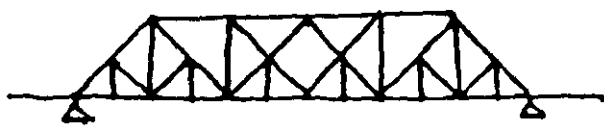
tipo Pratt



tipo Howe



tipo Warren

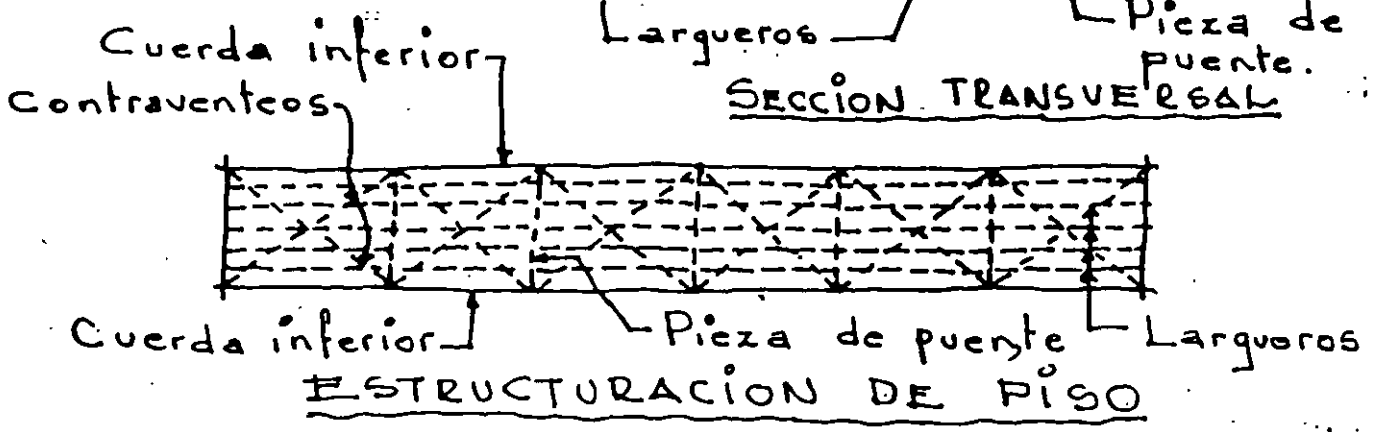
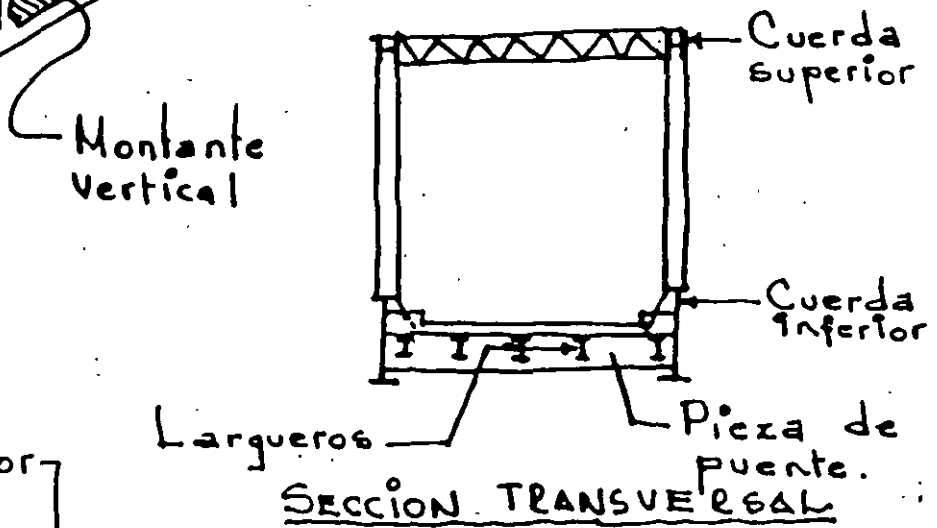
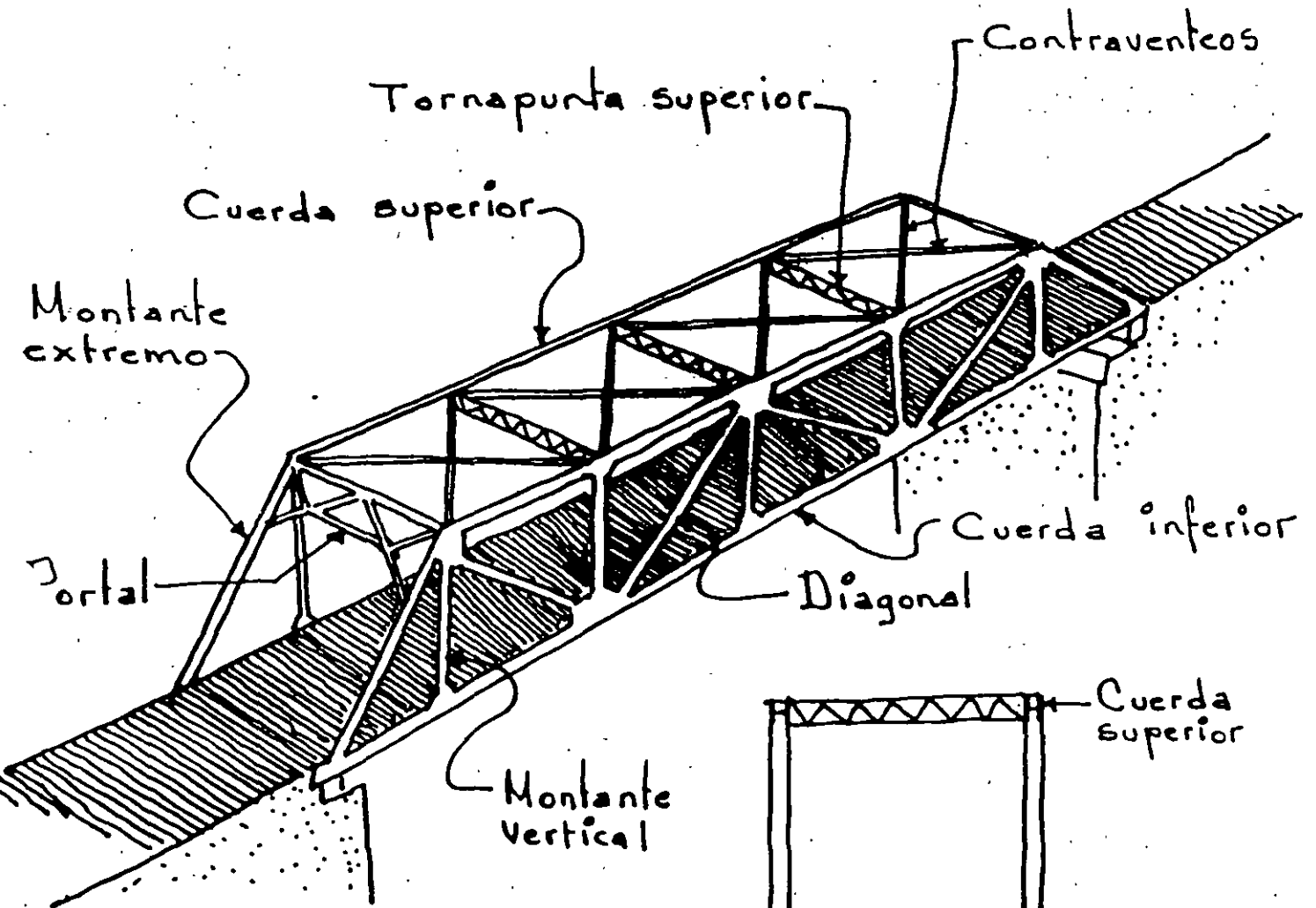


tipo Baltimore

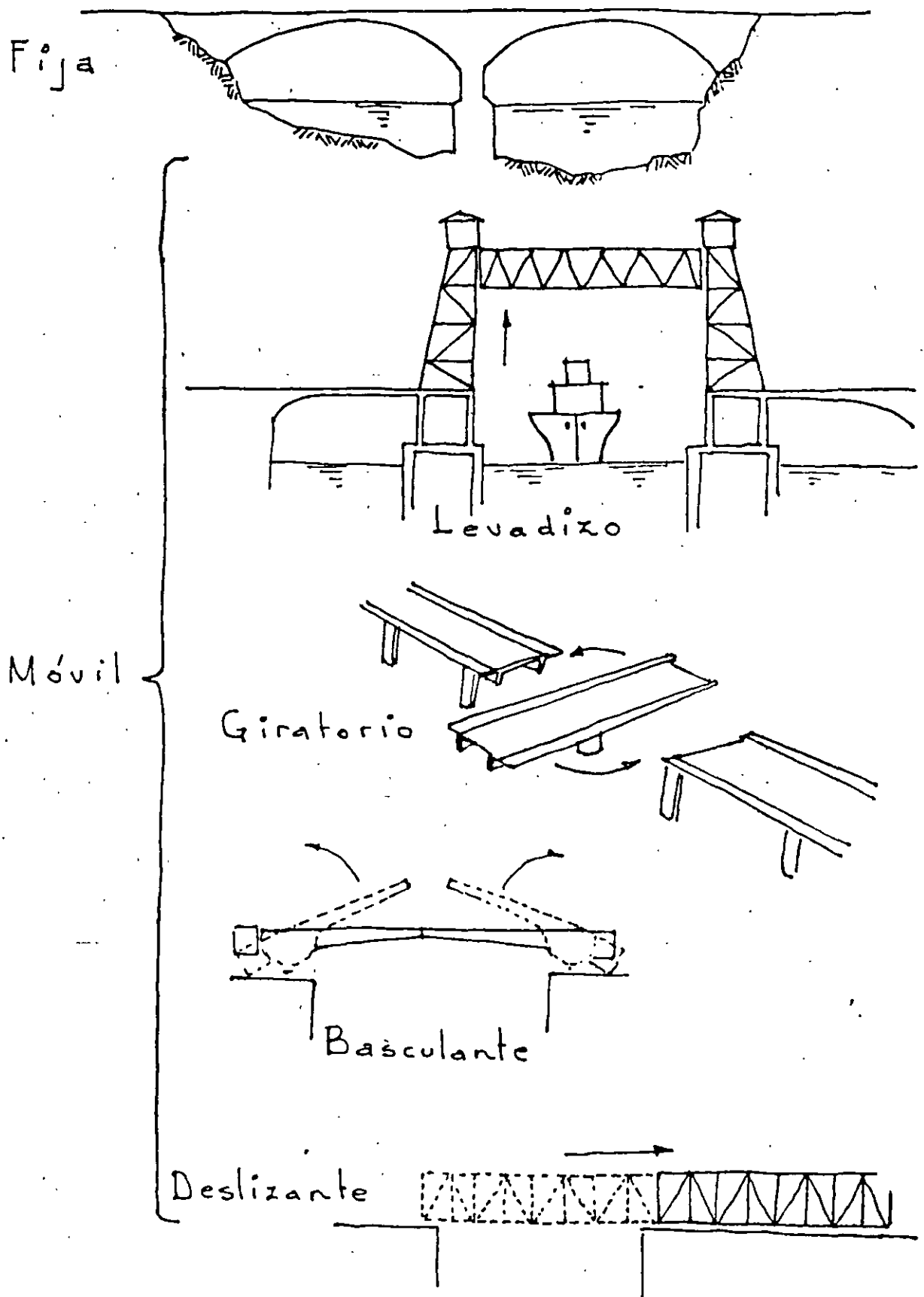


tipo "K"

PUENTE DE ARMADURA DE PASO A TRAVES



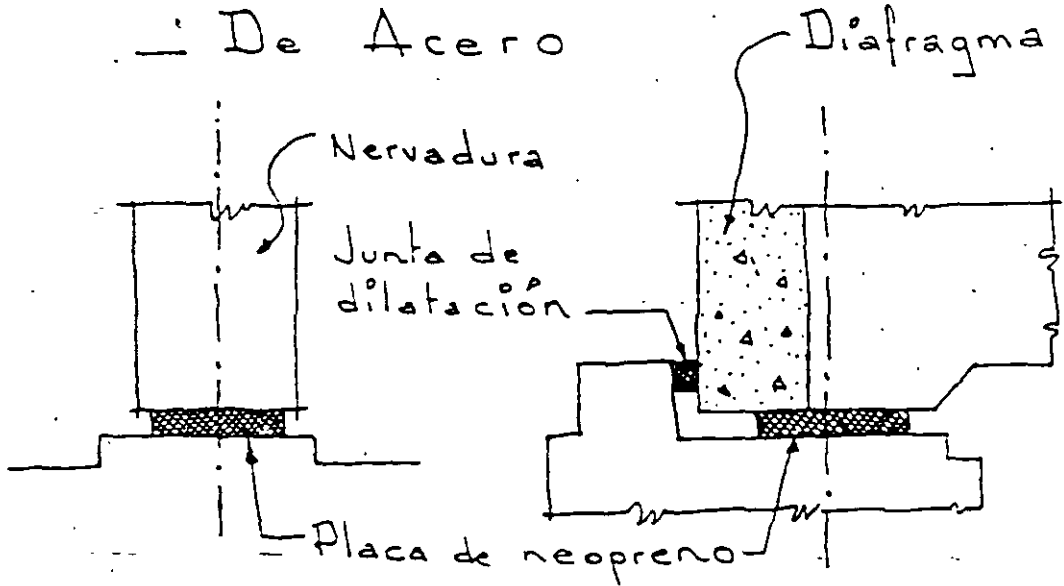
SUPERESTRUCTURA.



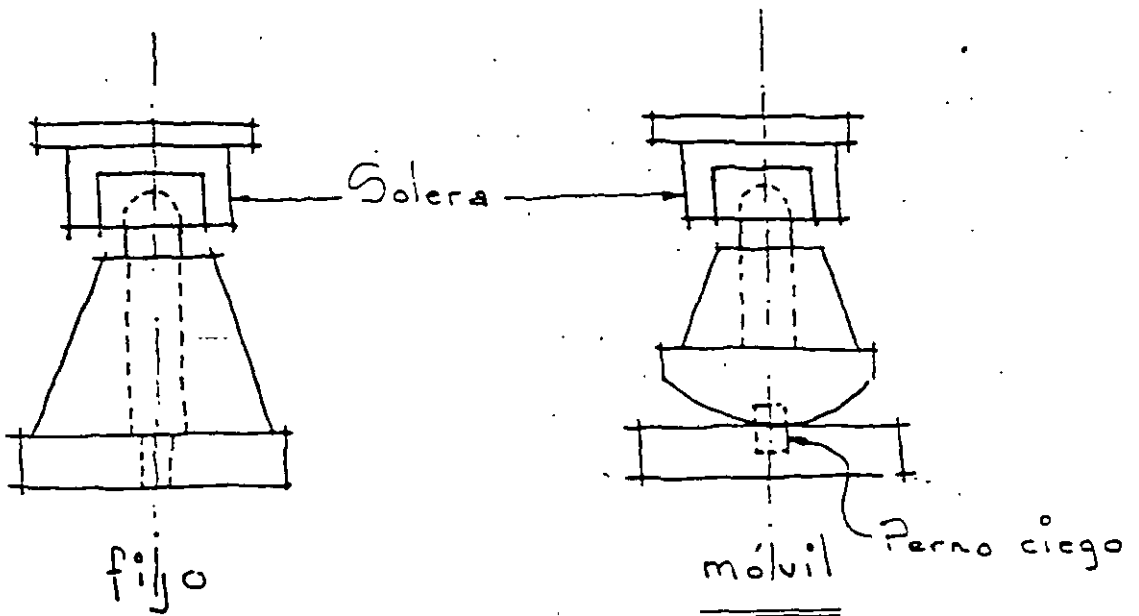
APOYOS

— De Neopreno

— De Acero



APOYOS DE NEOPRENO

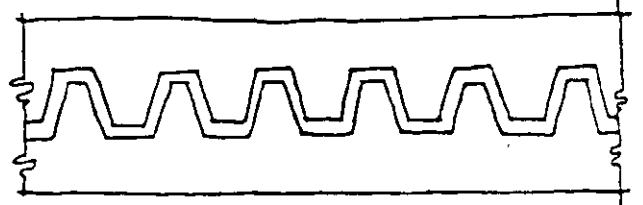
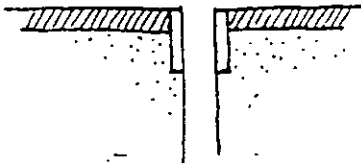


APOYOS DE ACERO

JUNTAS DE DILATACION

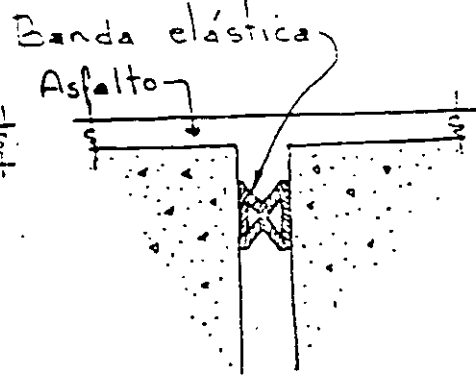
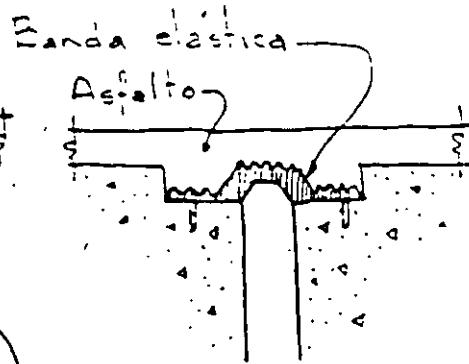
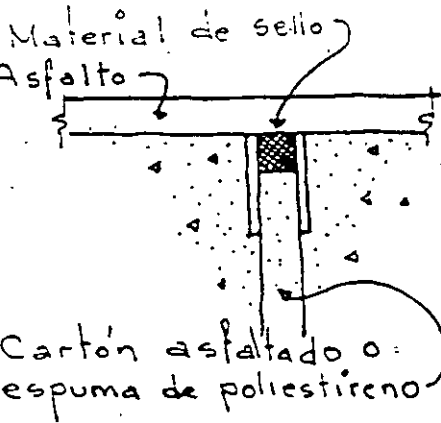
JUNTAS {
Abiertas
Selladas
Tapadas

Abierta

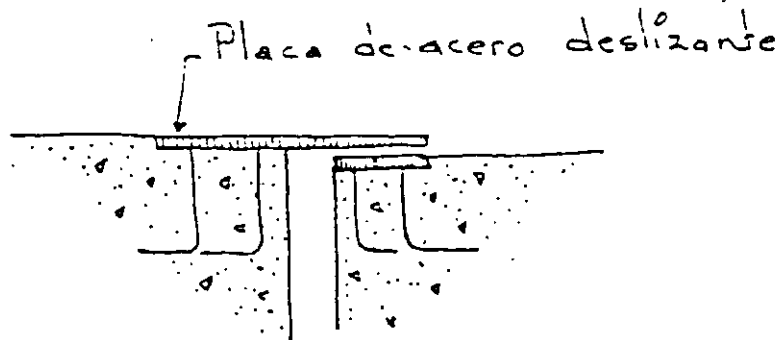


DENTADA

Sellada

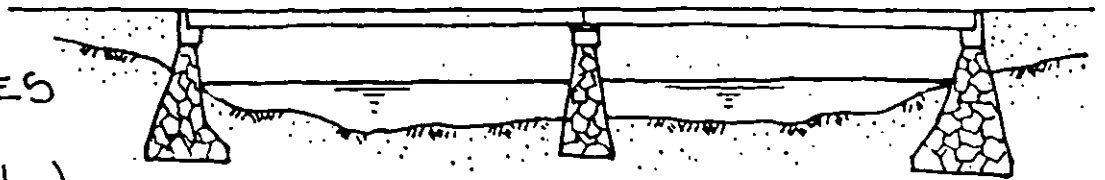


Tapada



SISTEMAS DE CIMENTACIÓN

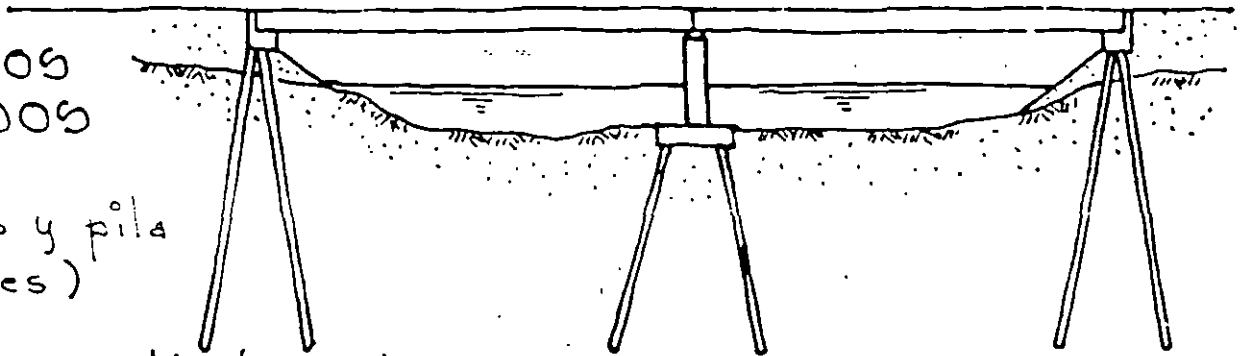
CIMENTOS
SOMEROS O
SUPERFICIALES



(Estribos y pila)

Material: concreto armado y mampostería

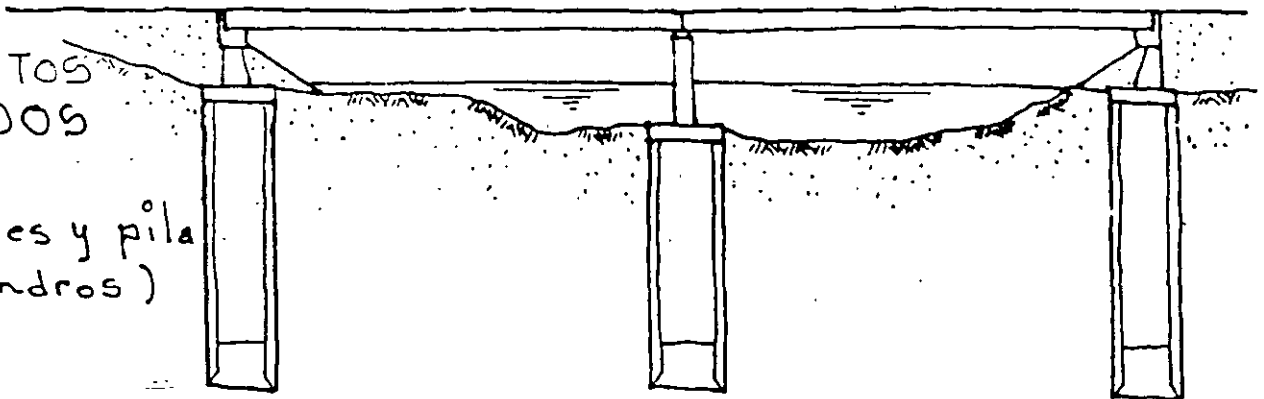
CIMENTOS
PROFUNDOS



(Caballetes y pila
obre pilotes)

Material: concreto armado

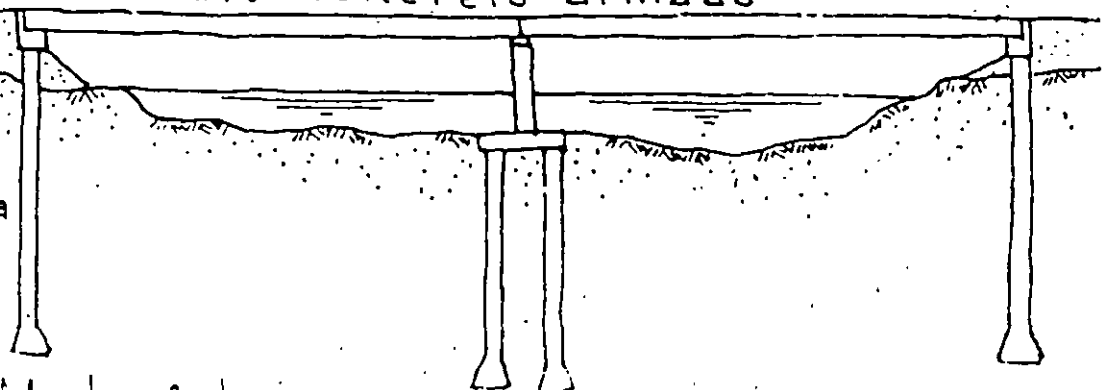
CIMENTOS
PROFUNDOS



(Caballetes y pila
sobre cilindros)

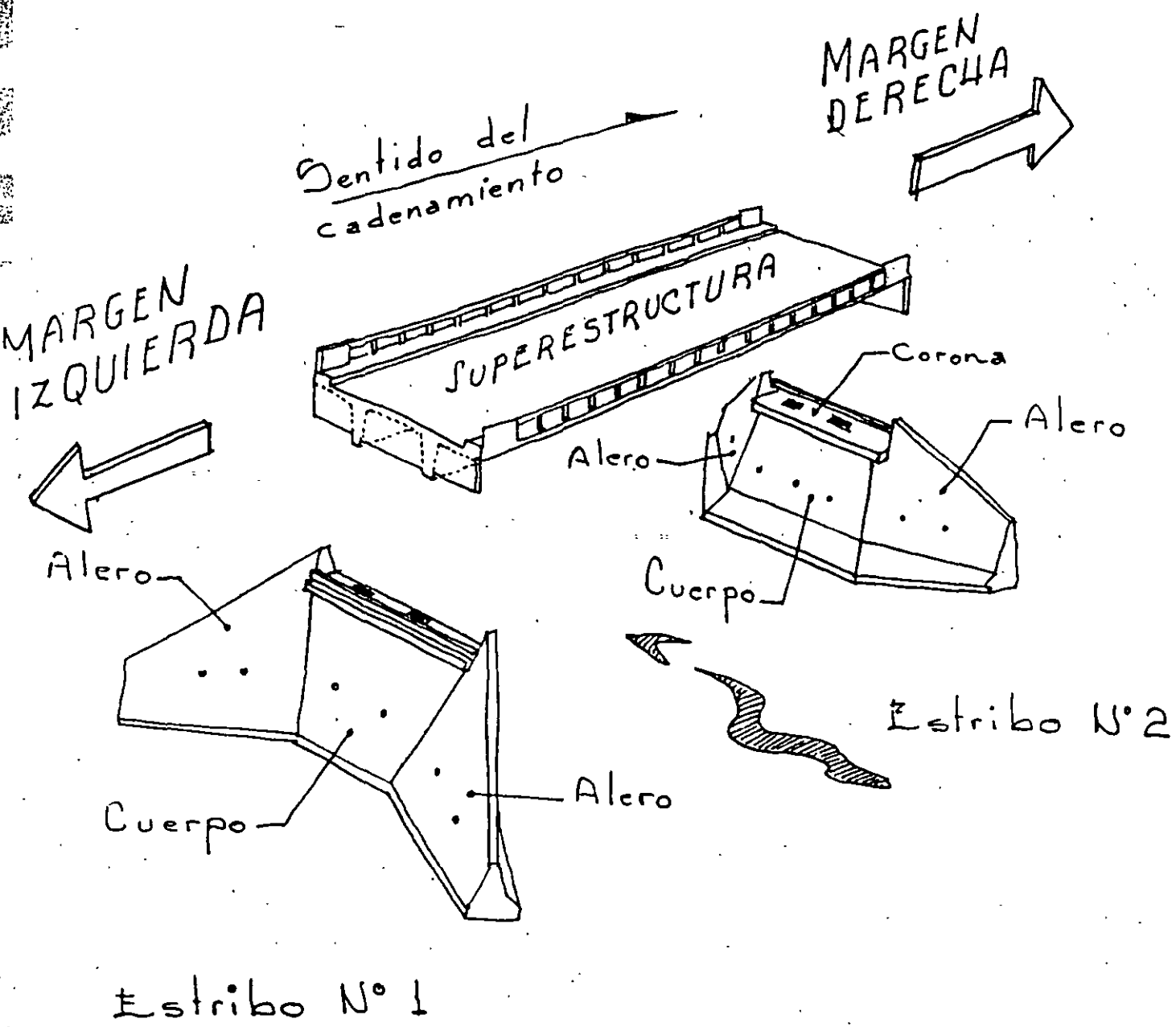
Material: concreto armado

CIMENTOS
PROFUNDOS



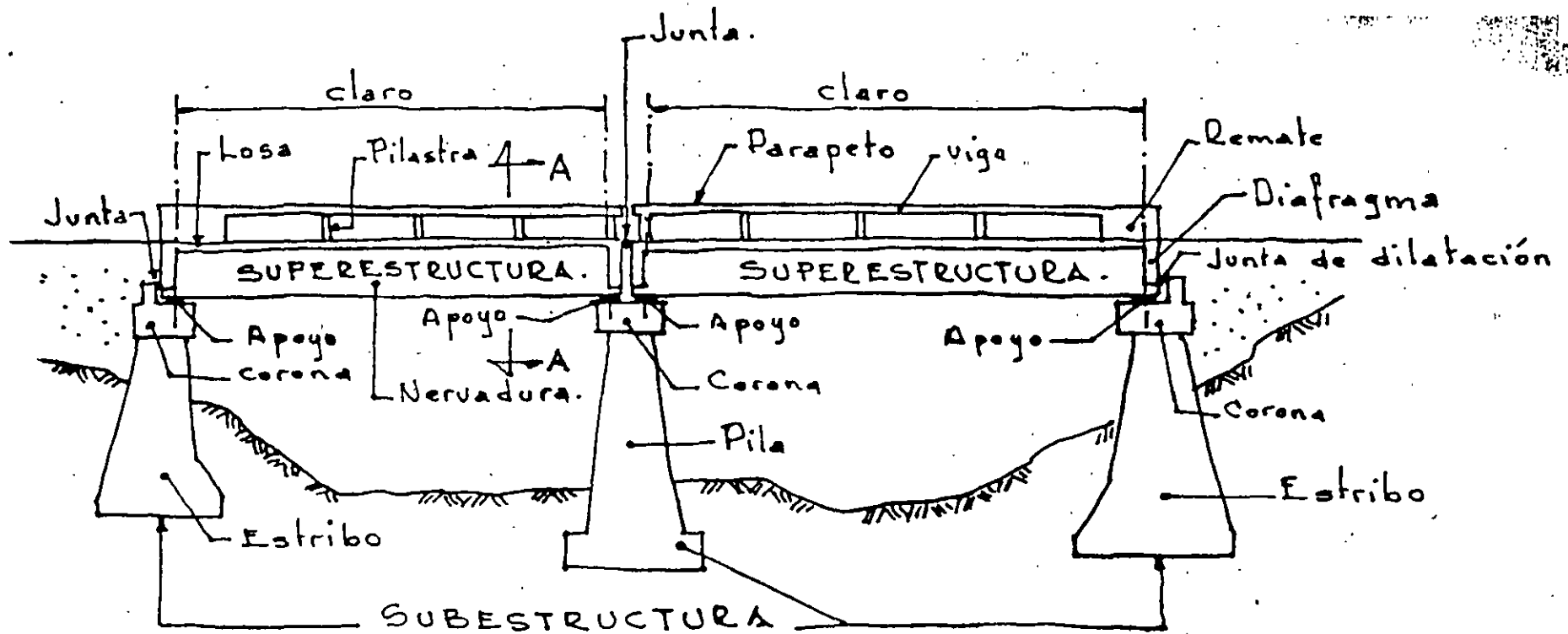
(Caballetes y pila
obre pilotes
colados in situ)

(pilas profundas) Material: concreto armado

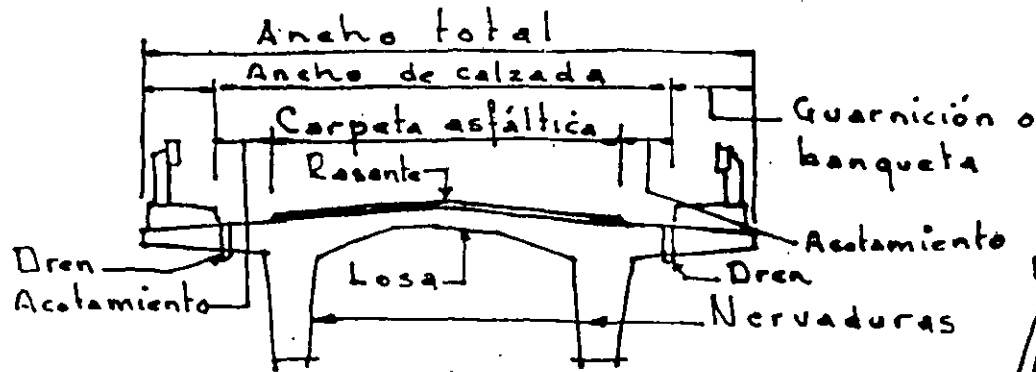


SUPERESTRUCTURA... 1 Tramo de losa nervurada

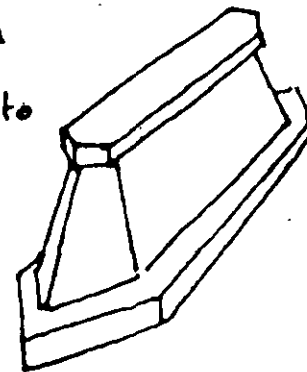
SUBESTRUCTURA... 2 Estribos de mampostería



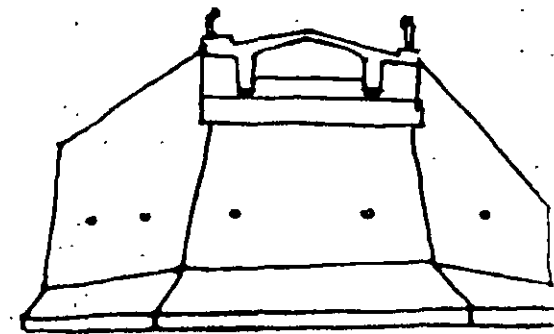
CORTE ELEVACION POR EL EJE DEL CAMINO.



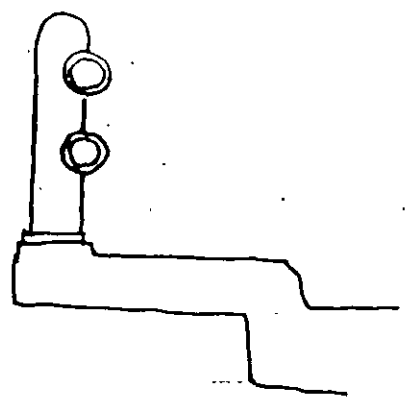
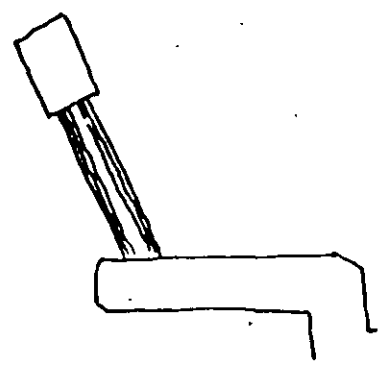
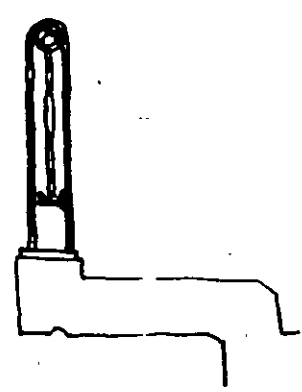
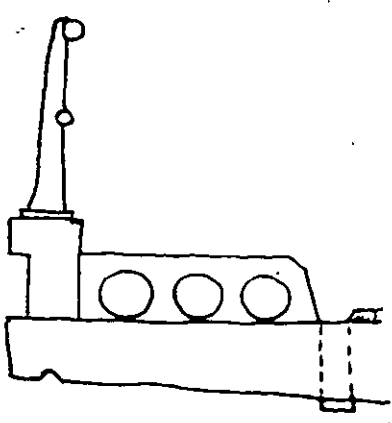
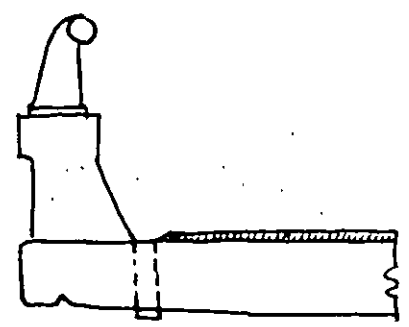
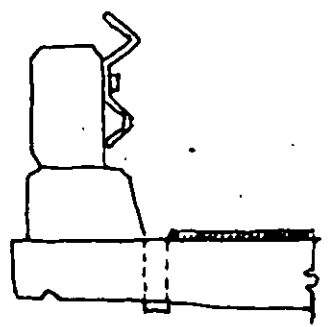
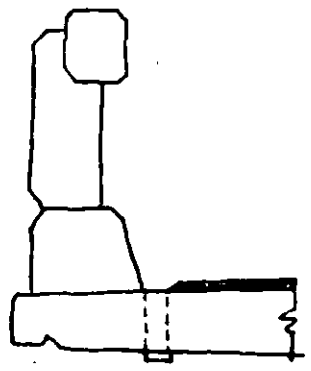
CORTE A-A TRANSVERSAL DE SUPERESTRUCTURA.



PILA.



ESTRIBO (Vista frontal)



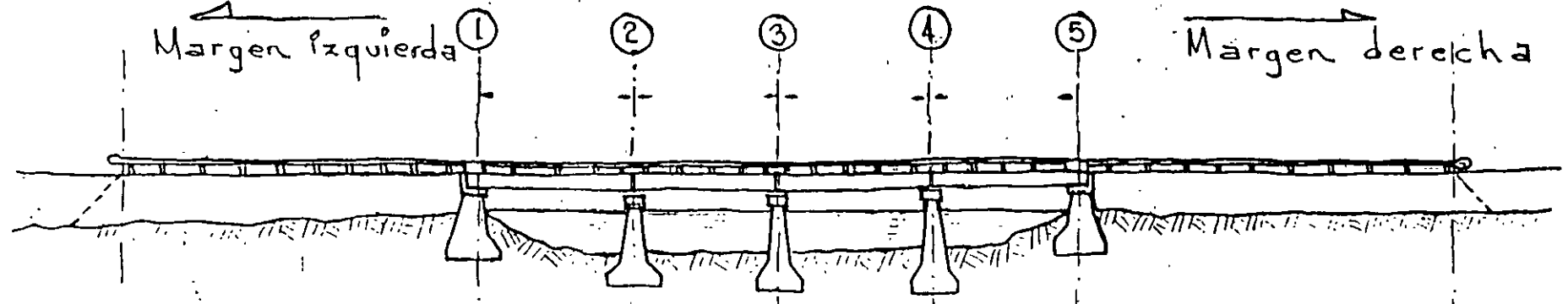
TIPOS DE
PARAPETOS.

A DURANGO

Margen izquierda

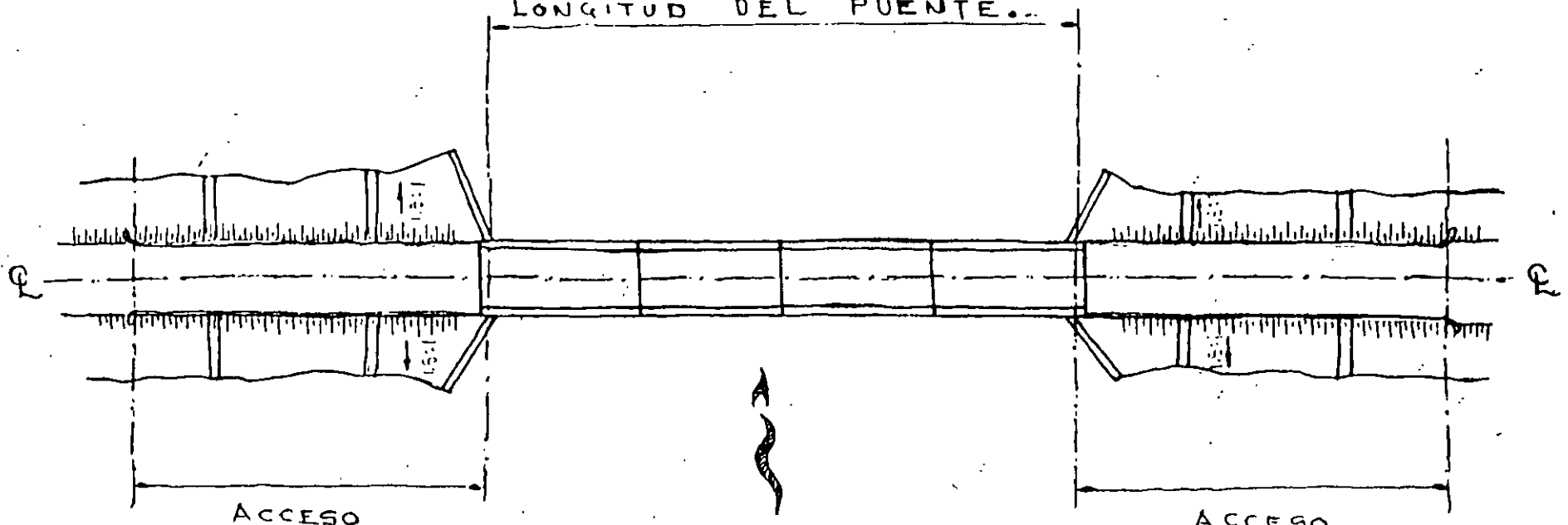
A ZACATECAS

Margen derecha



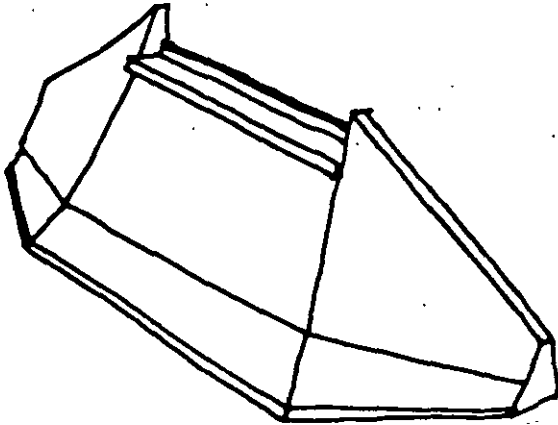
CORTE ELEVACION POR EL EJE DEL CAMINO

LONGITUD DEL PUENTE..

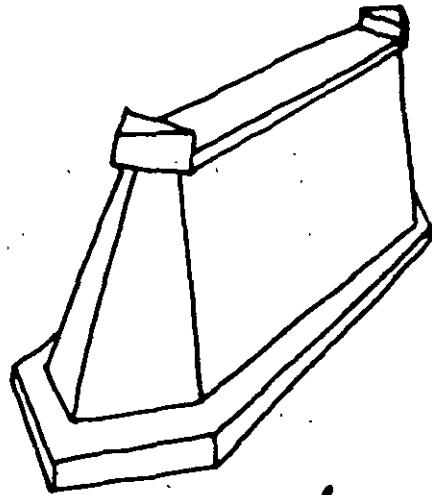


PLANTA.

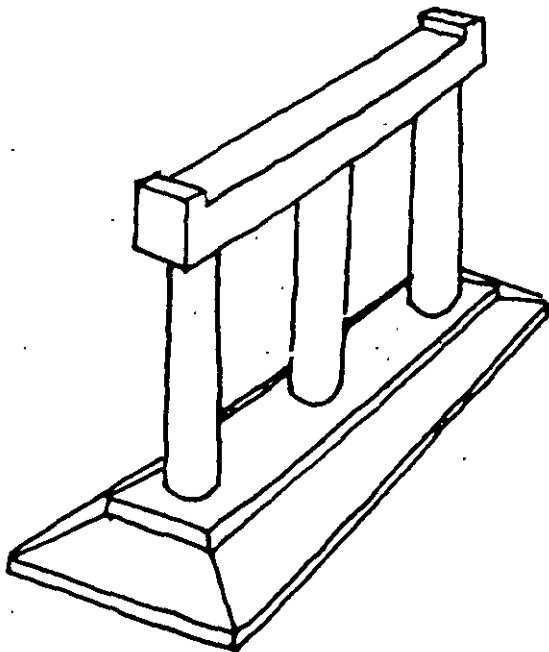
SUBESTRUCTURAS



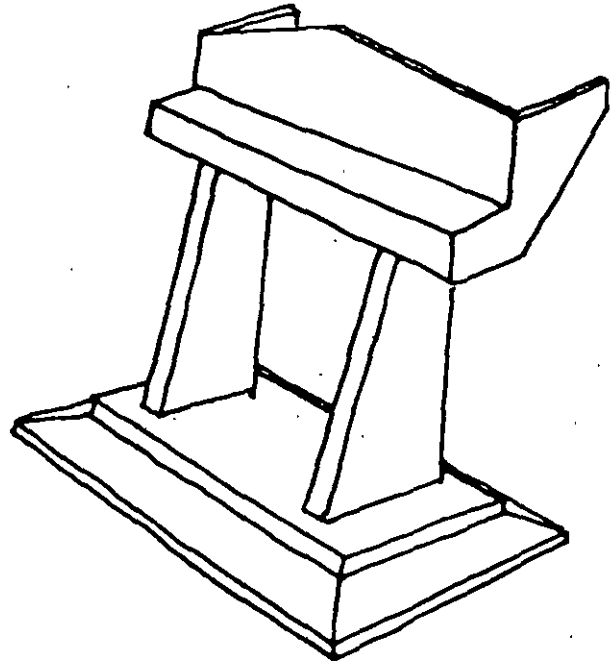
ESTRIBO



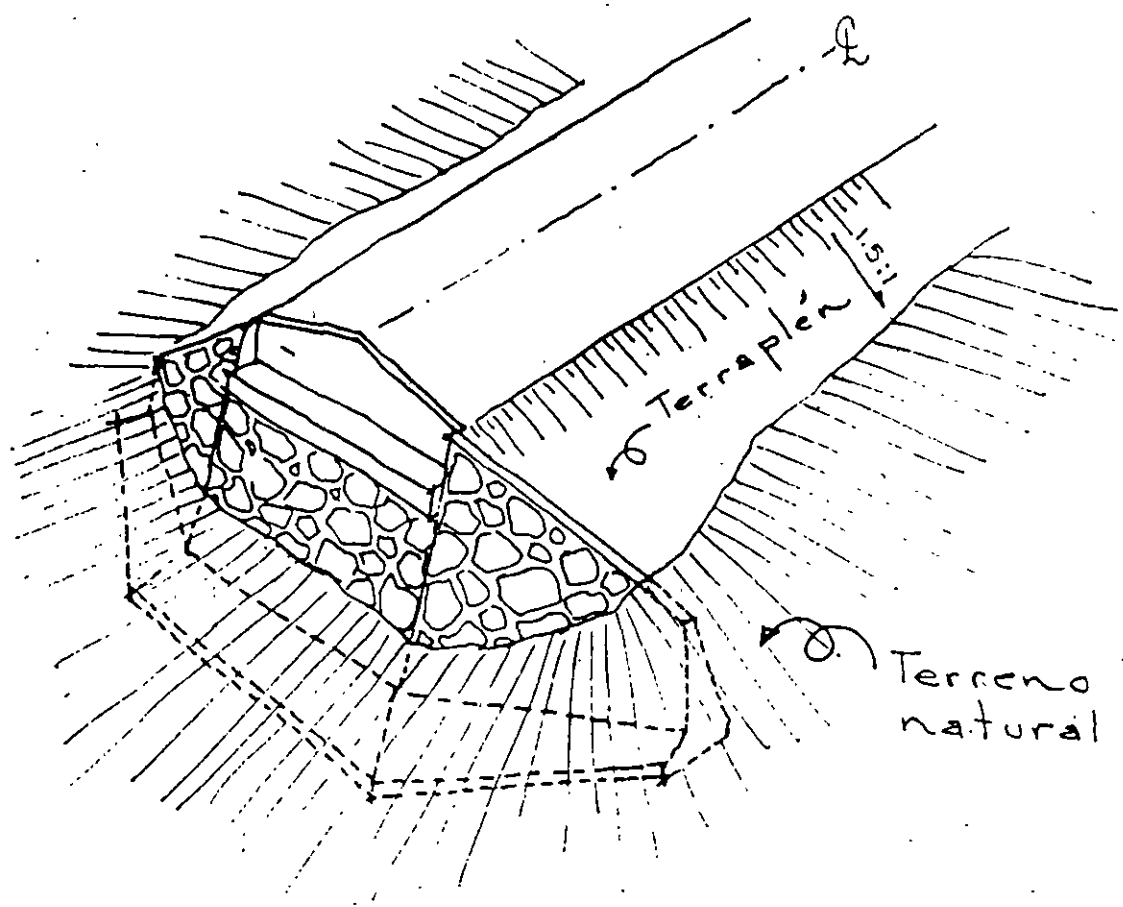
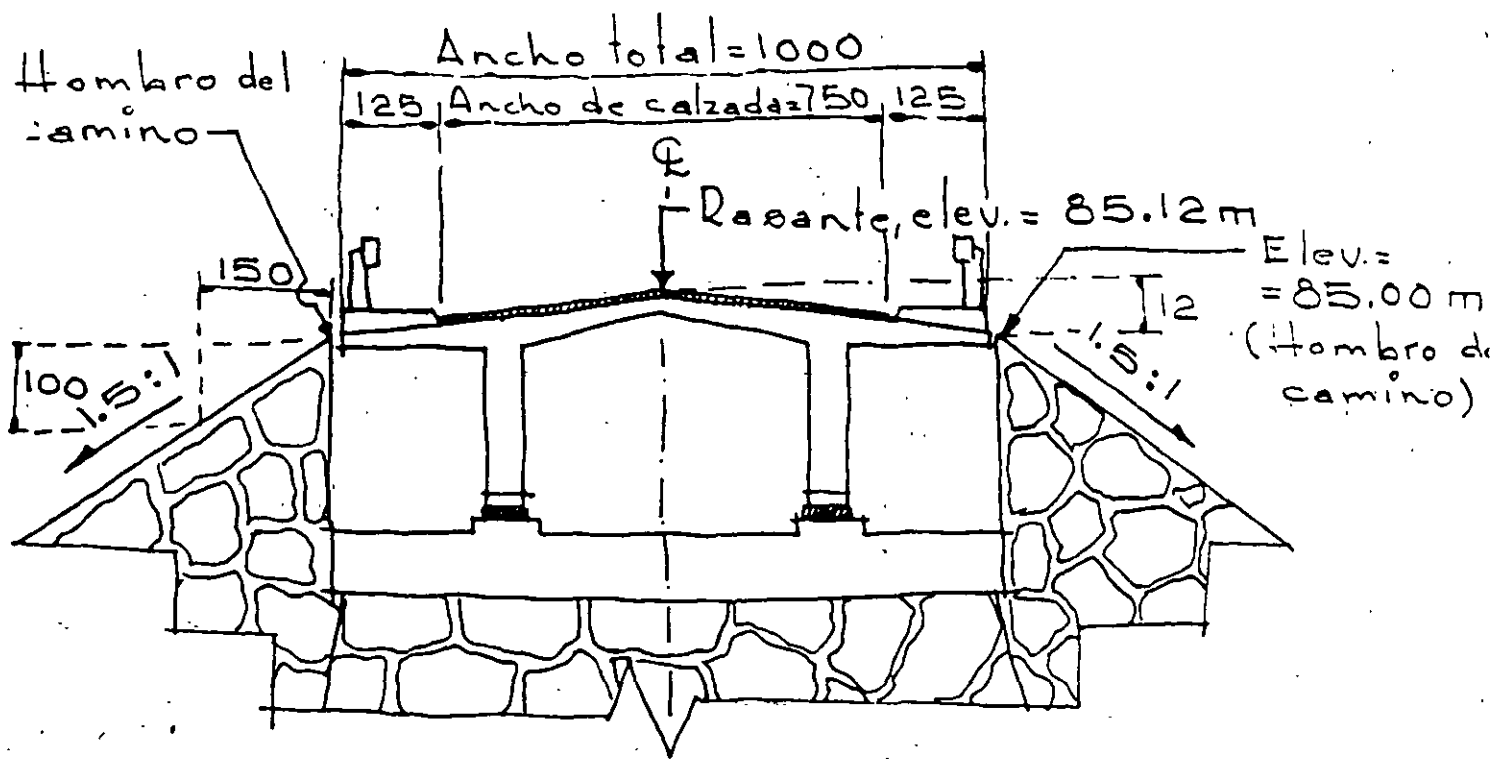
PILA



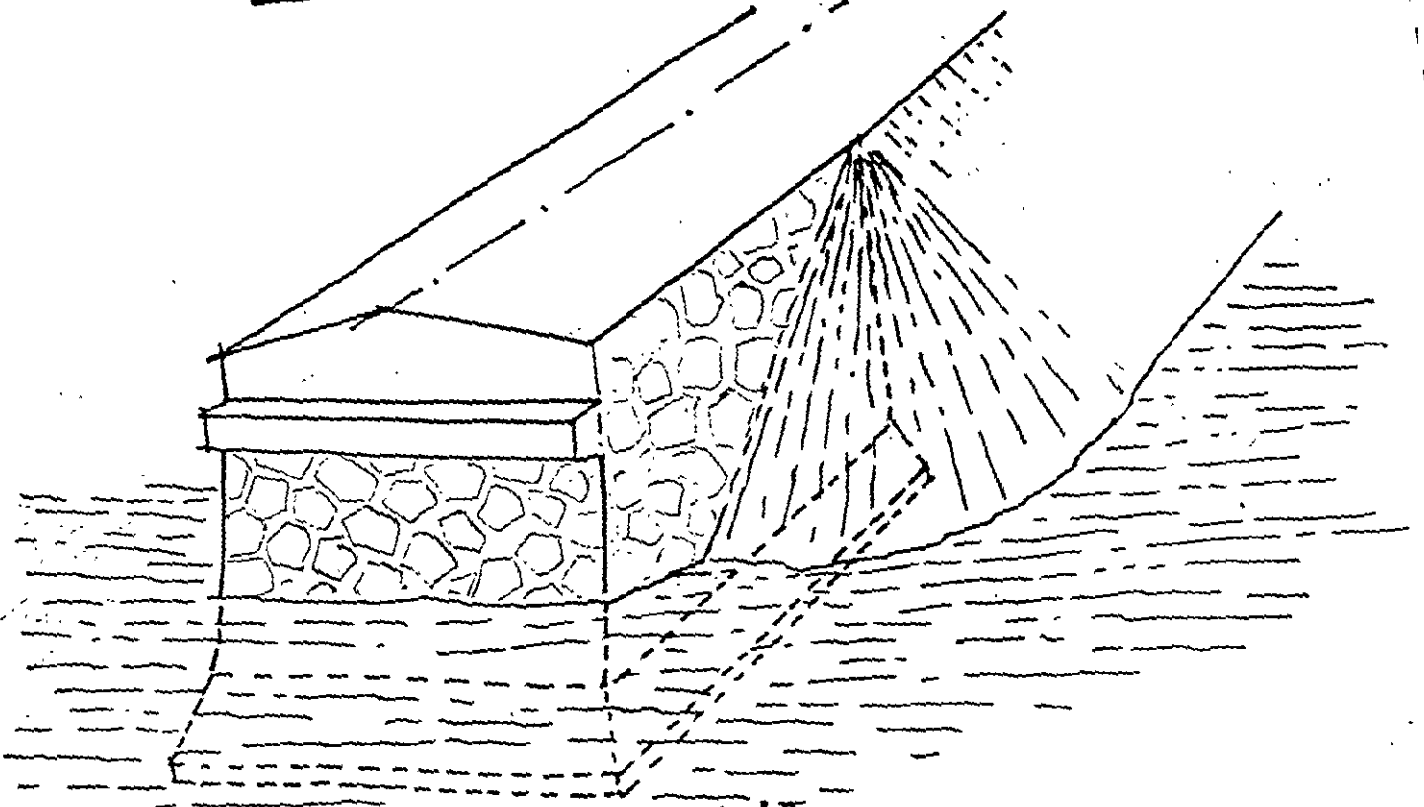
PILA



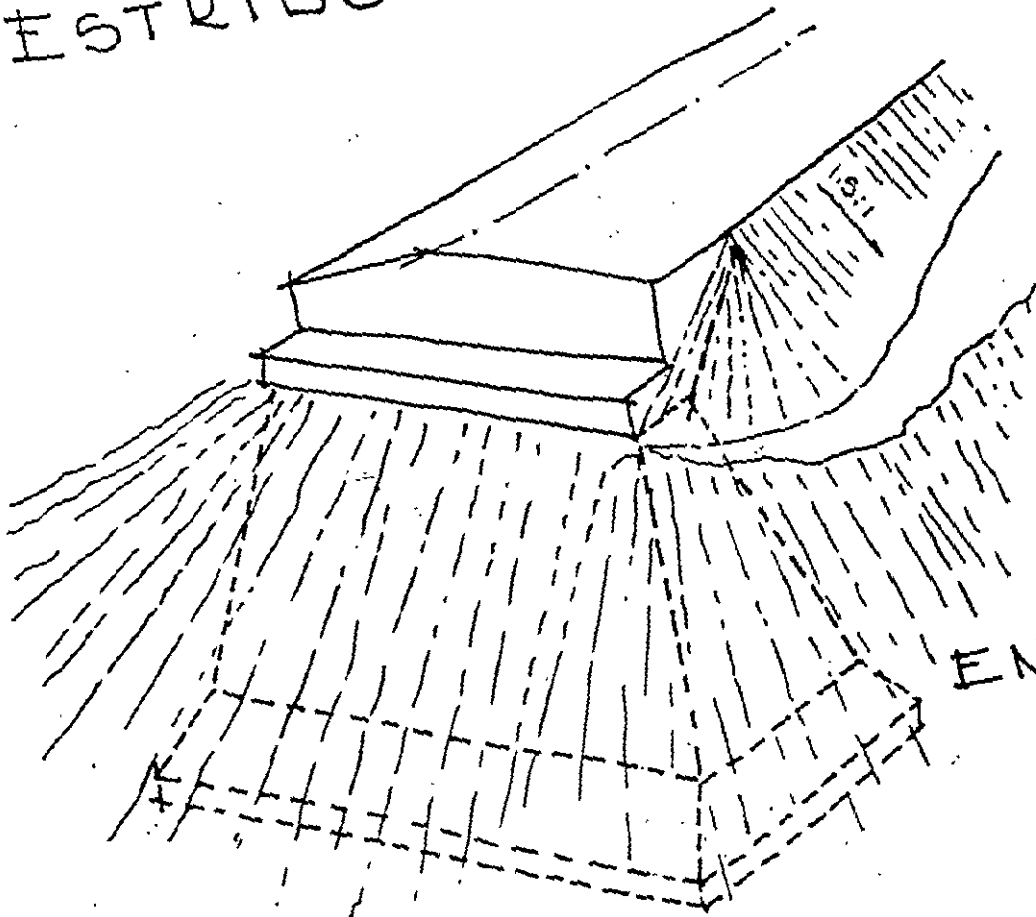
CABALLETE



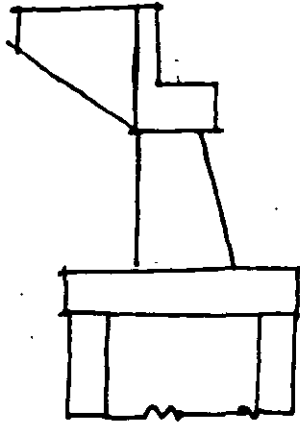
ESTRIBOS



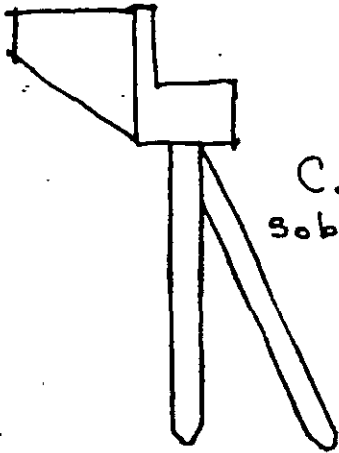
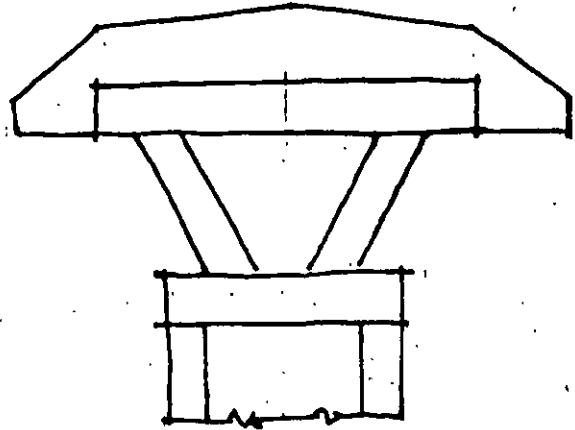
ESTRIBO EN "U"



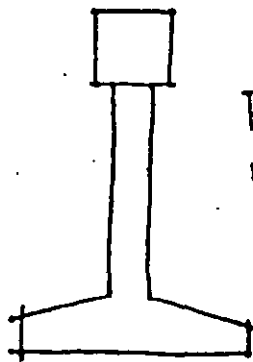
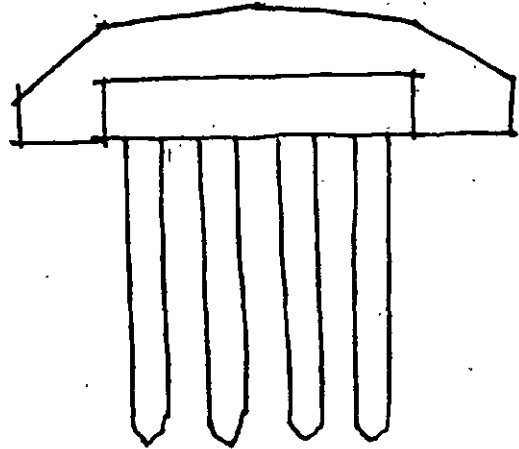
ESTRIBO
ENTERRADO



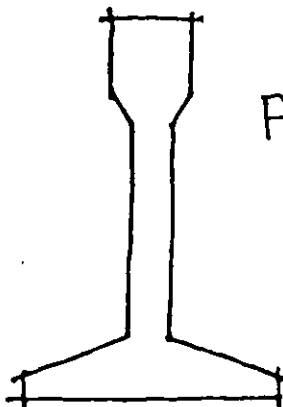
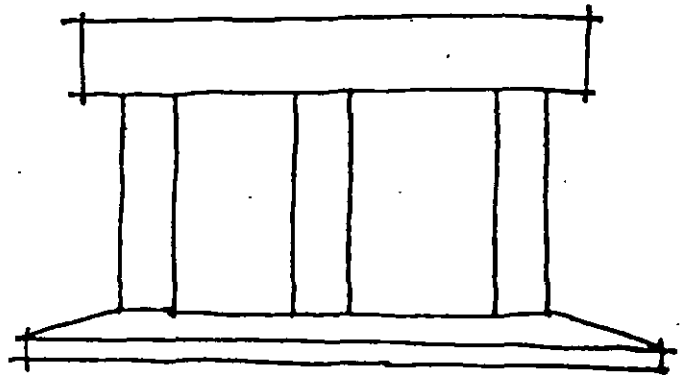
CABALLETE
SOBRE
CILINDRO



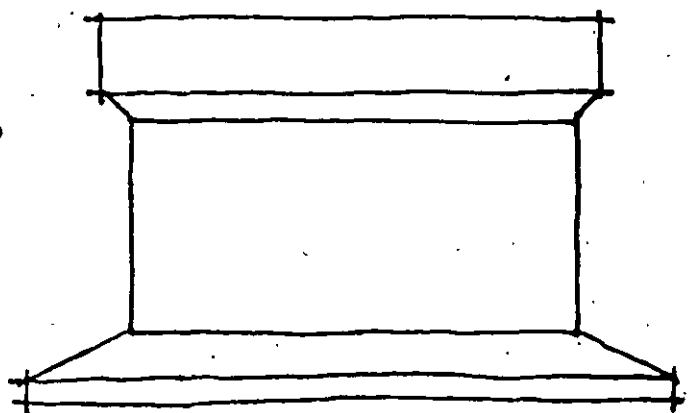
Caballete
sobre pilotes



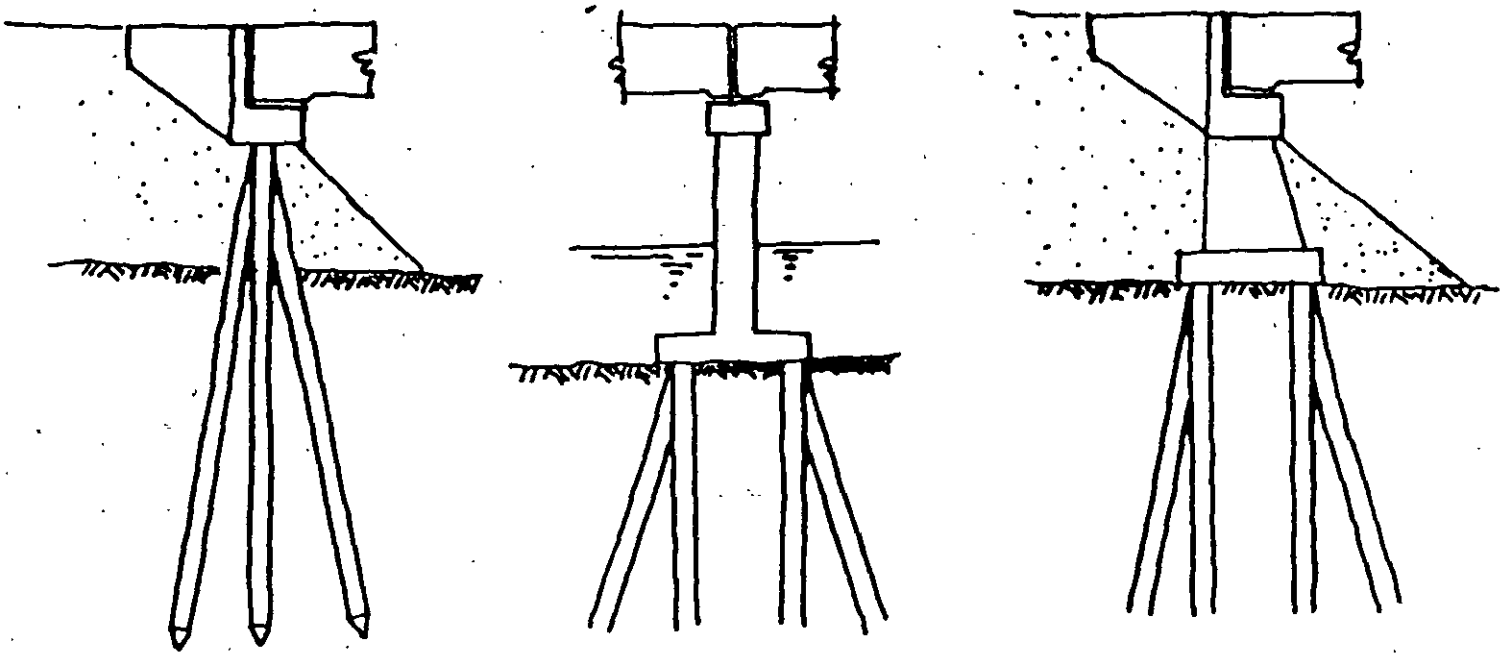
Pila de
marco.



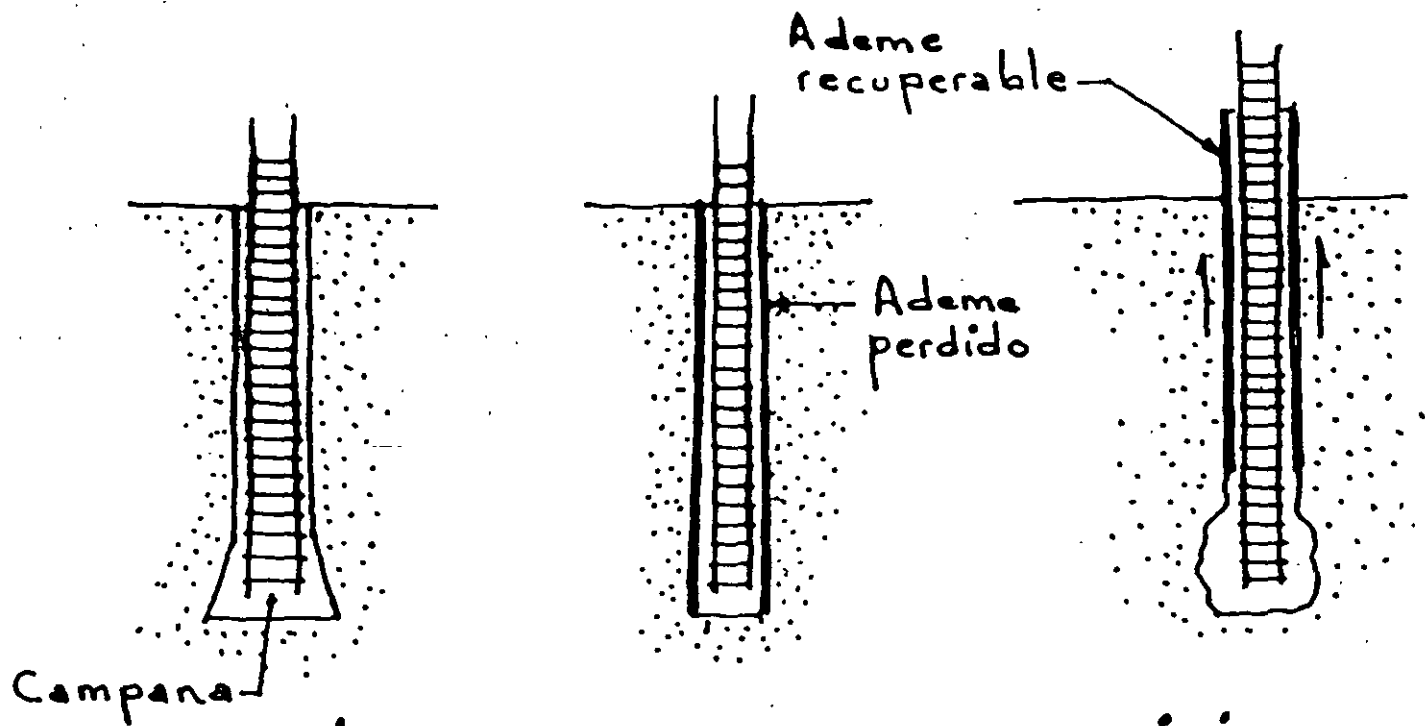
Pila muro



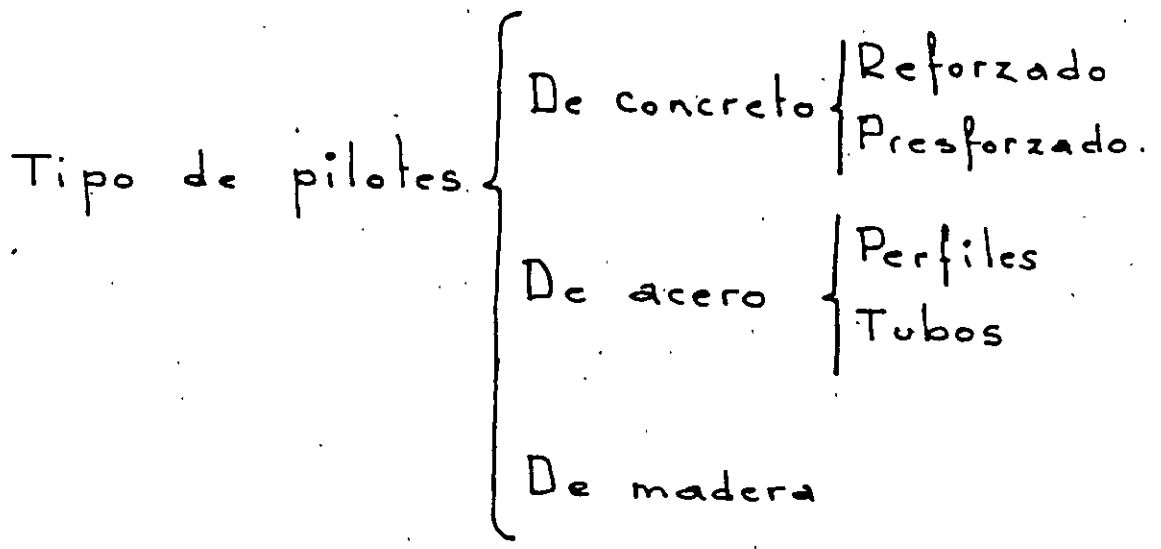
PILOTES



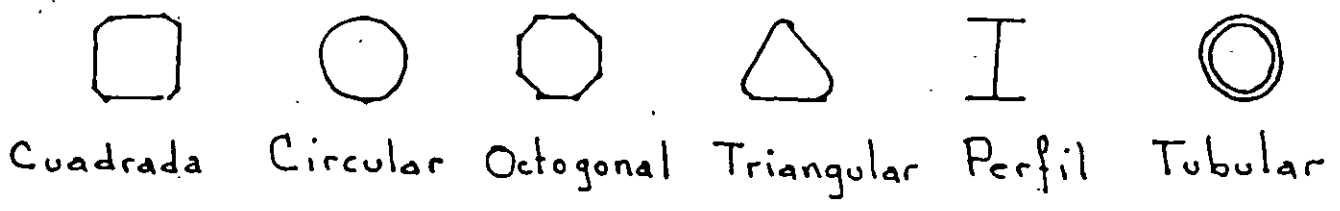
PILOTES PRECOLADOS.-



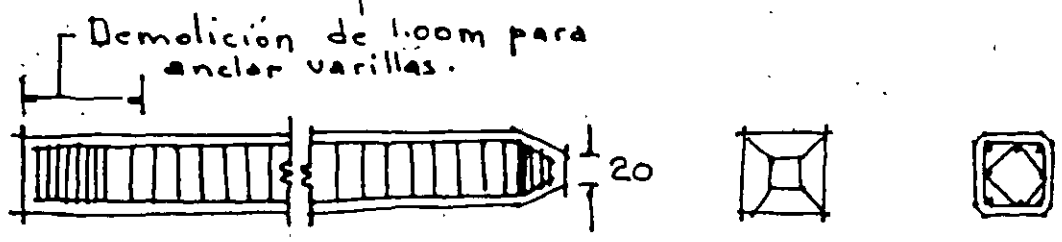
PILOTES COLADOS EN SITIO



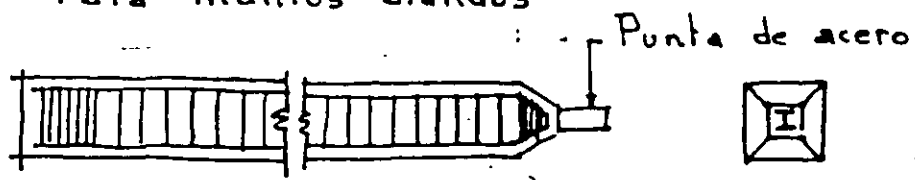
Secciones usuales.



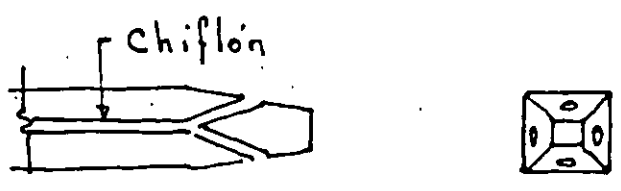
Detalles de un pilote de concreto.

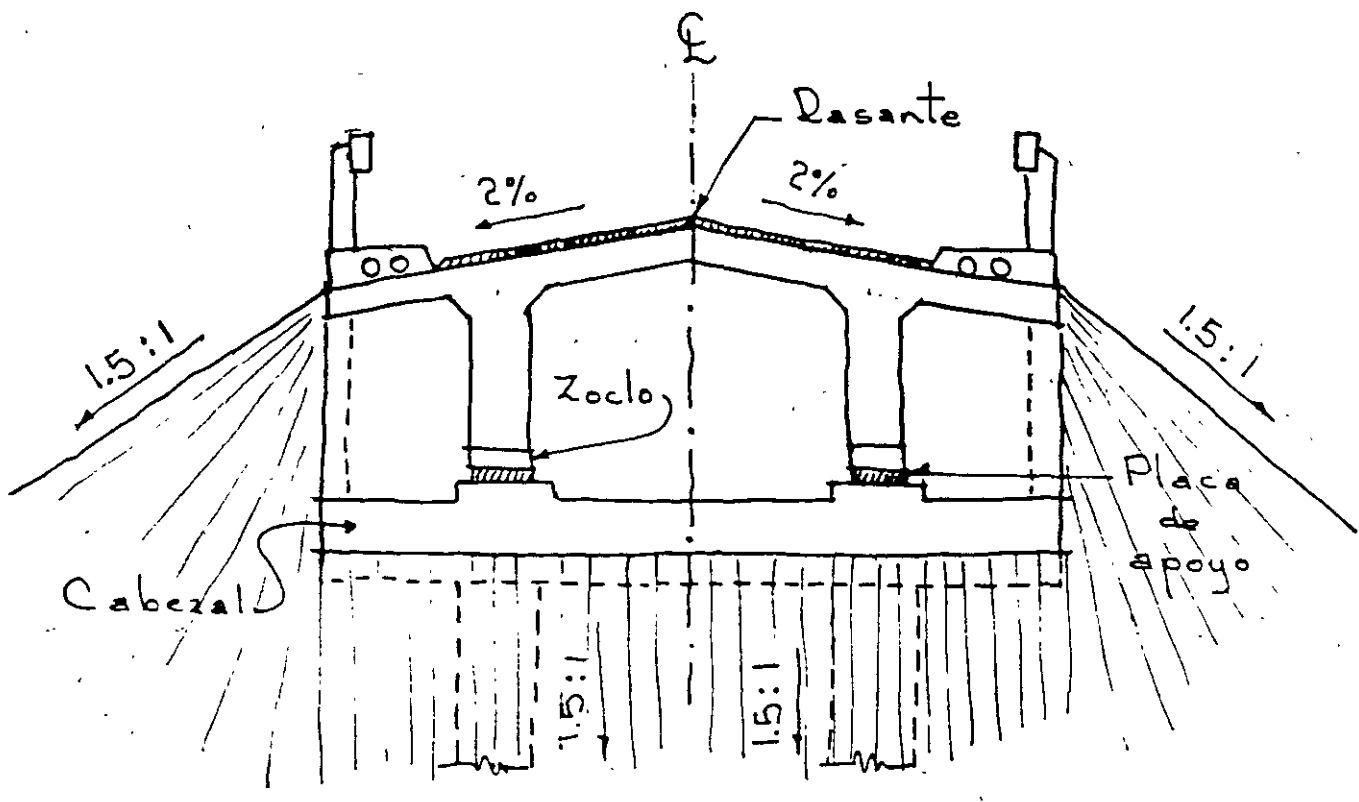


Para mantos blandos

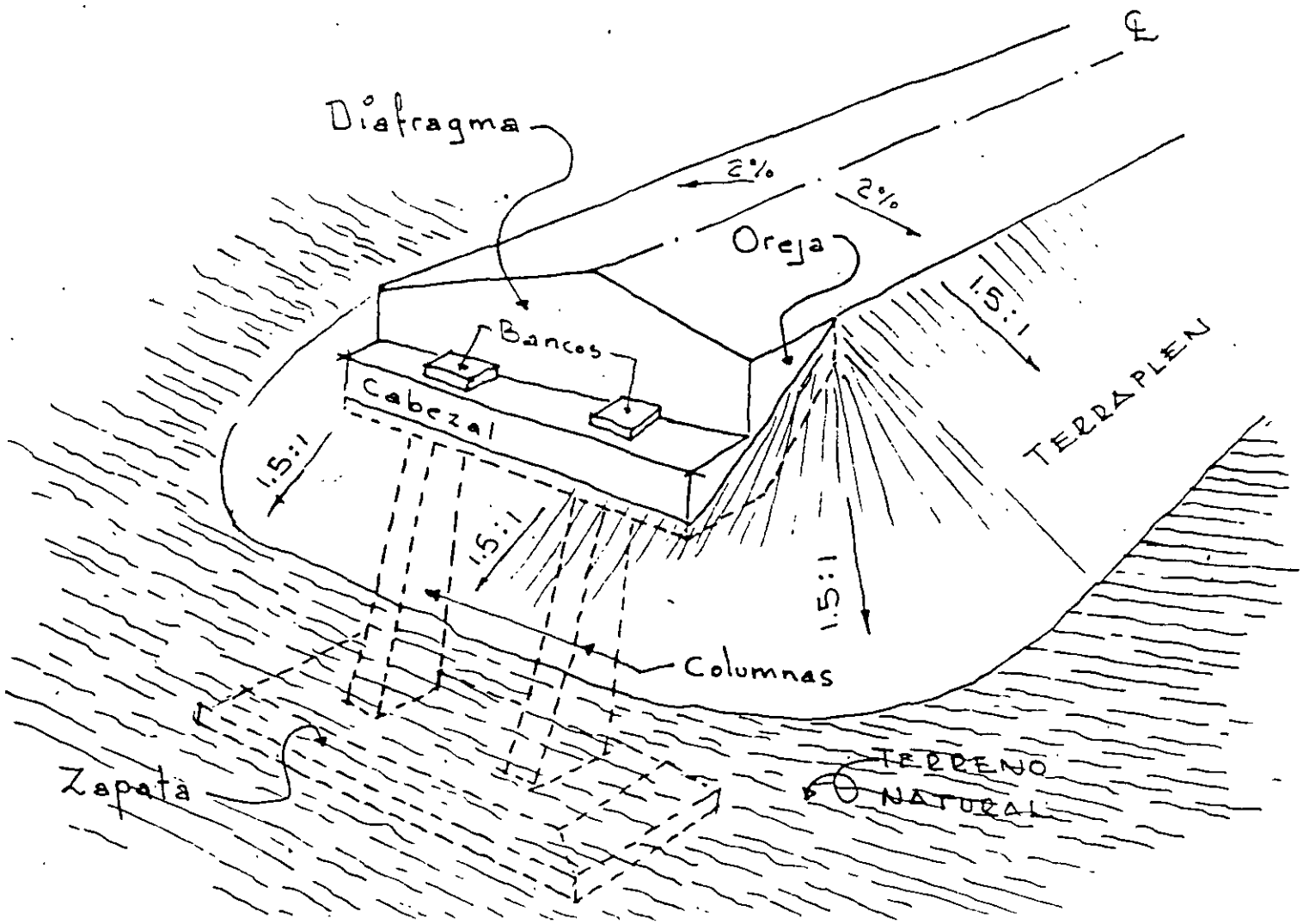


Para estratos duros

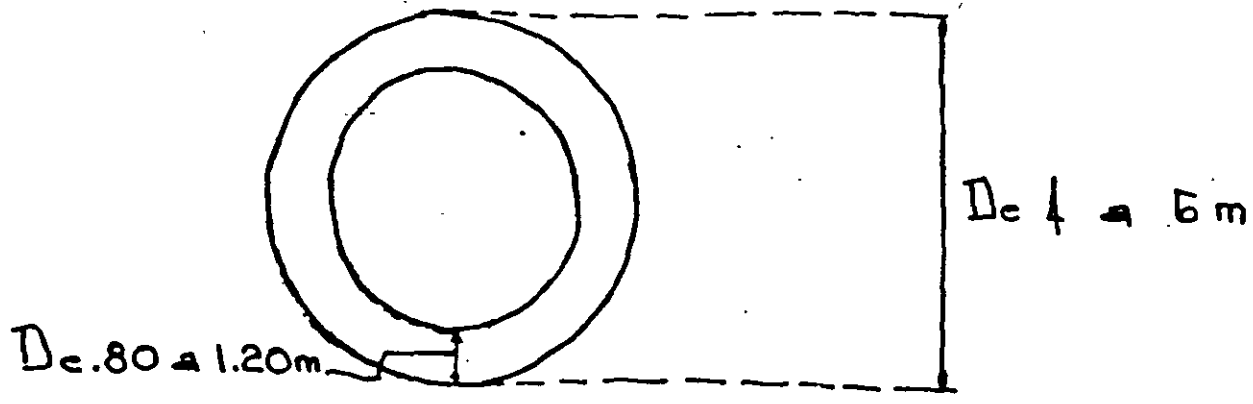
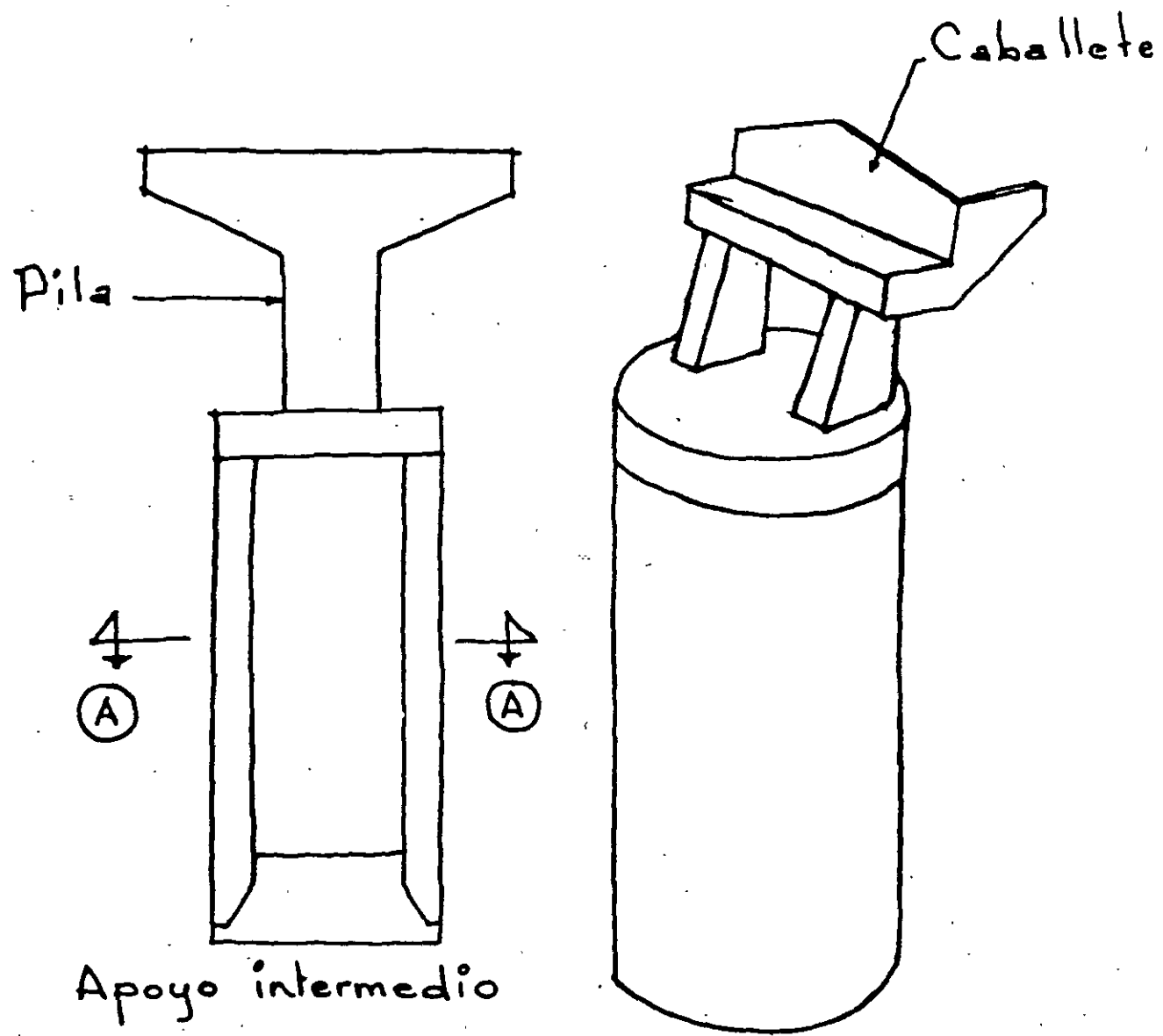




CABALLETE.

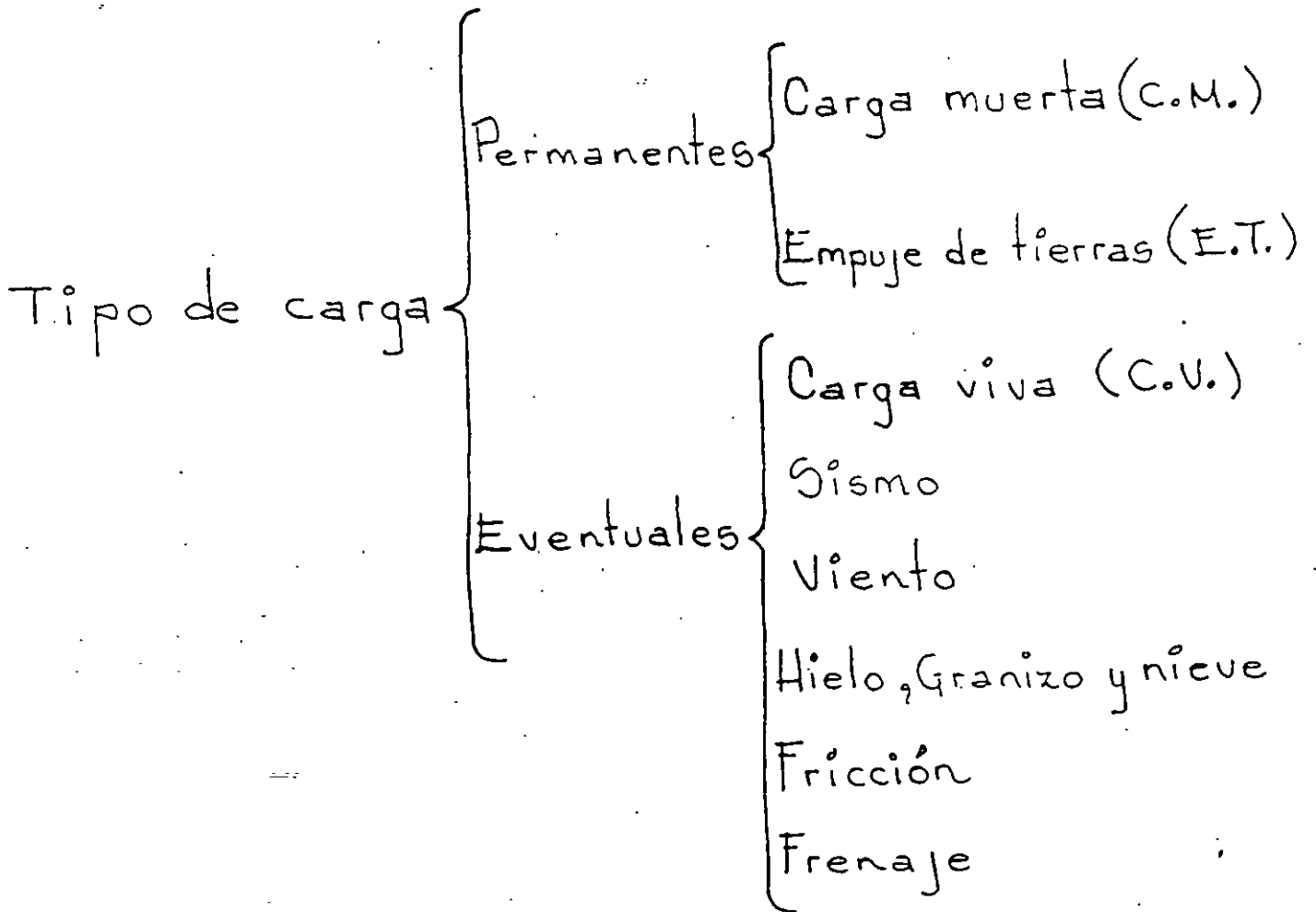


CILINDROS



CORTE A-A

CARGAS

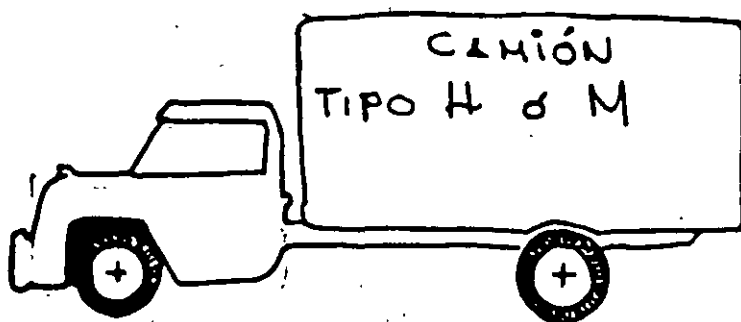


**I.- AASHTO American Association of State Highway and
Trasnportación Officials**

II.- AREA American Railway Engineering Association

**1.- Asociación Estatal Americana de Carreteras y Transporte
Oficial**

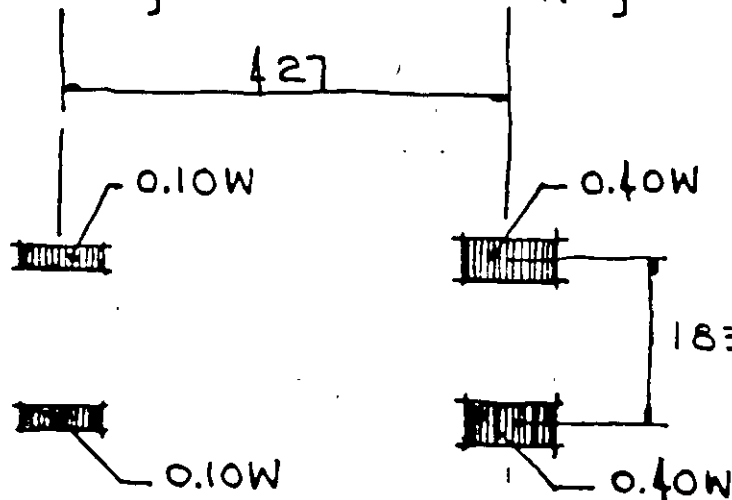
2.- Asociación Americana de Ingeniería de Ferrocarriles



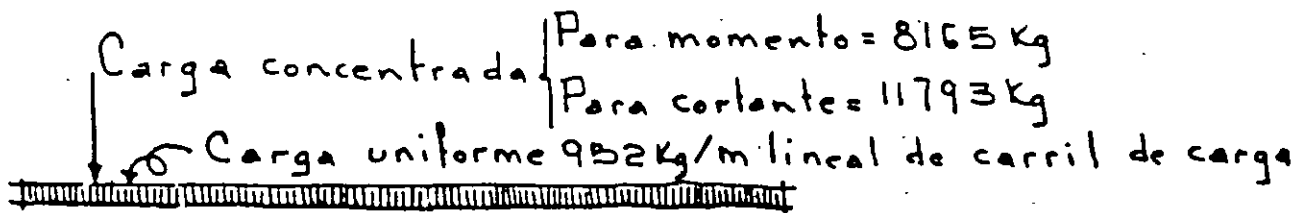
3629 Kg
2722 Kg
1814 Kg

14515 Kg
10886 Kg
7257 Kg

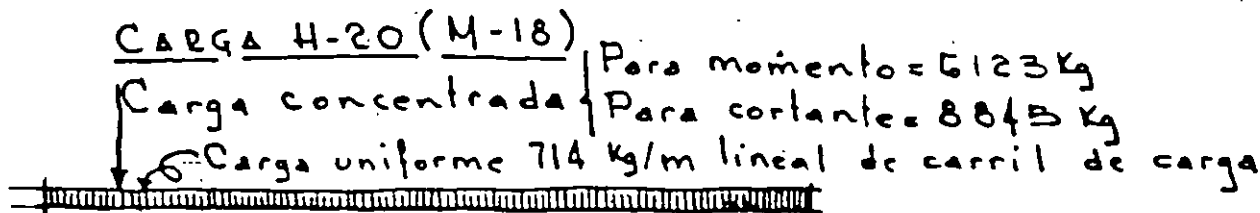
H-20 (M-18)
H-15 (M-13.5)
H-10 (M-9)



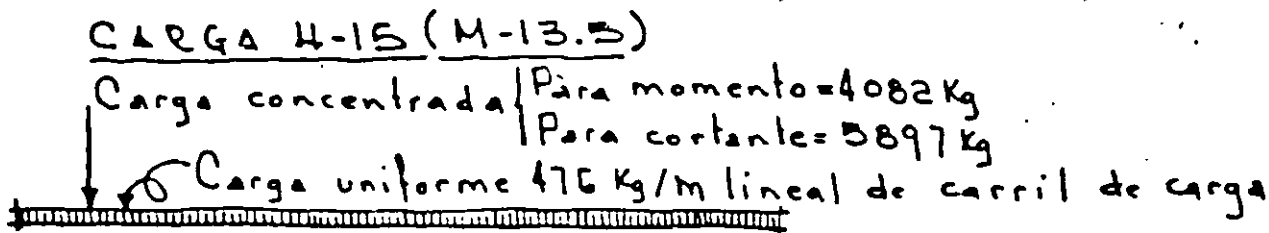
W = Peso total del camión y carga.



Para momento = 8165 Kg
Para cortantes = 11793 Kg



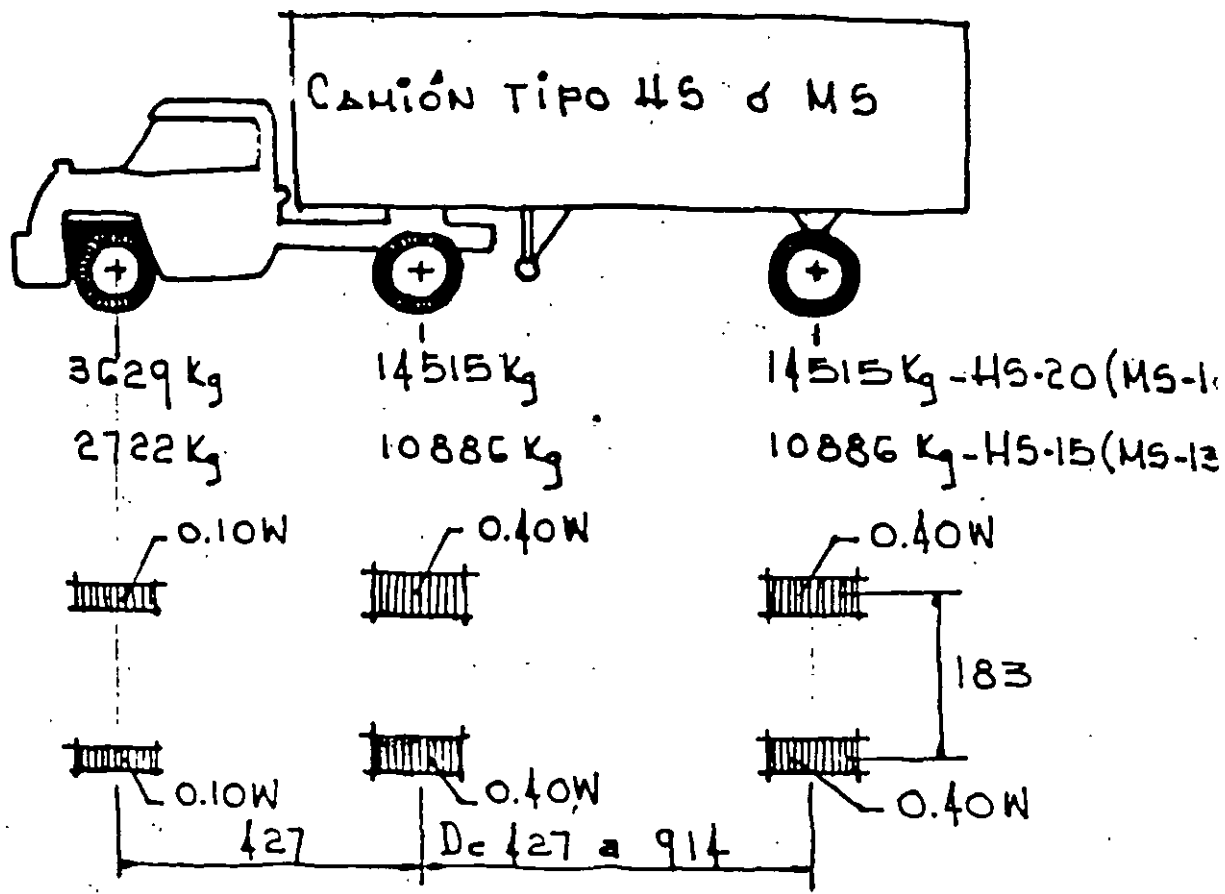
CARGA H-20 (M-18)
Para momento = 6123 Kg
Para cortantes = 8845 Kg



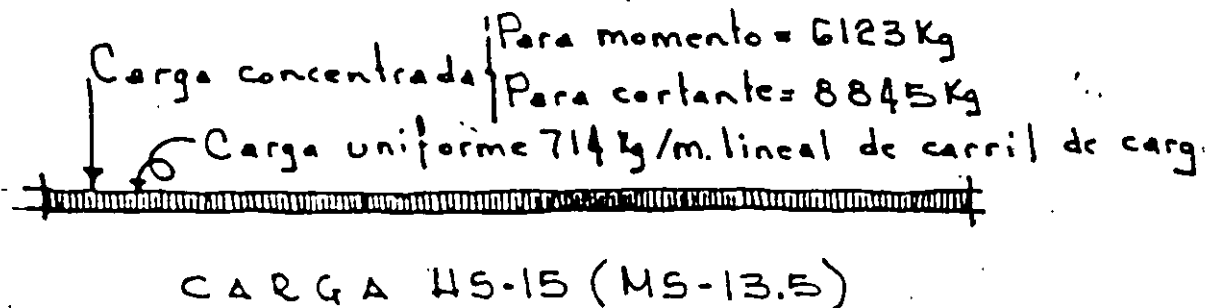
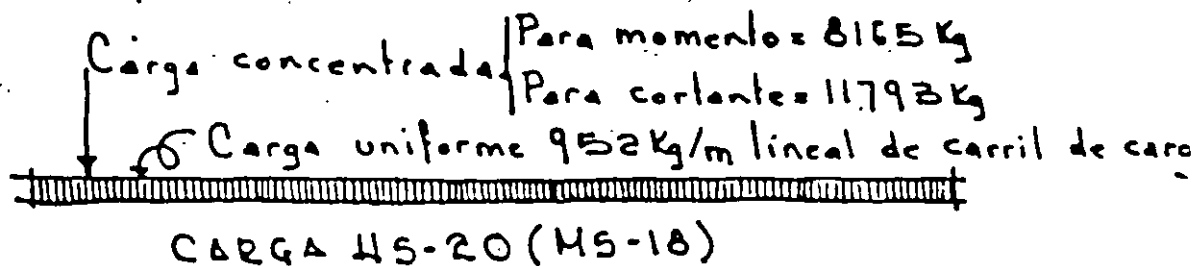
CARGA H-15 (M-13.5)
Para momento = 4082 Kg
Para cortantes = 5897 Kg

CARGA H-10 (M-9)

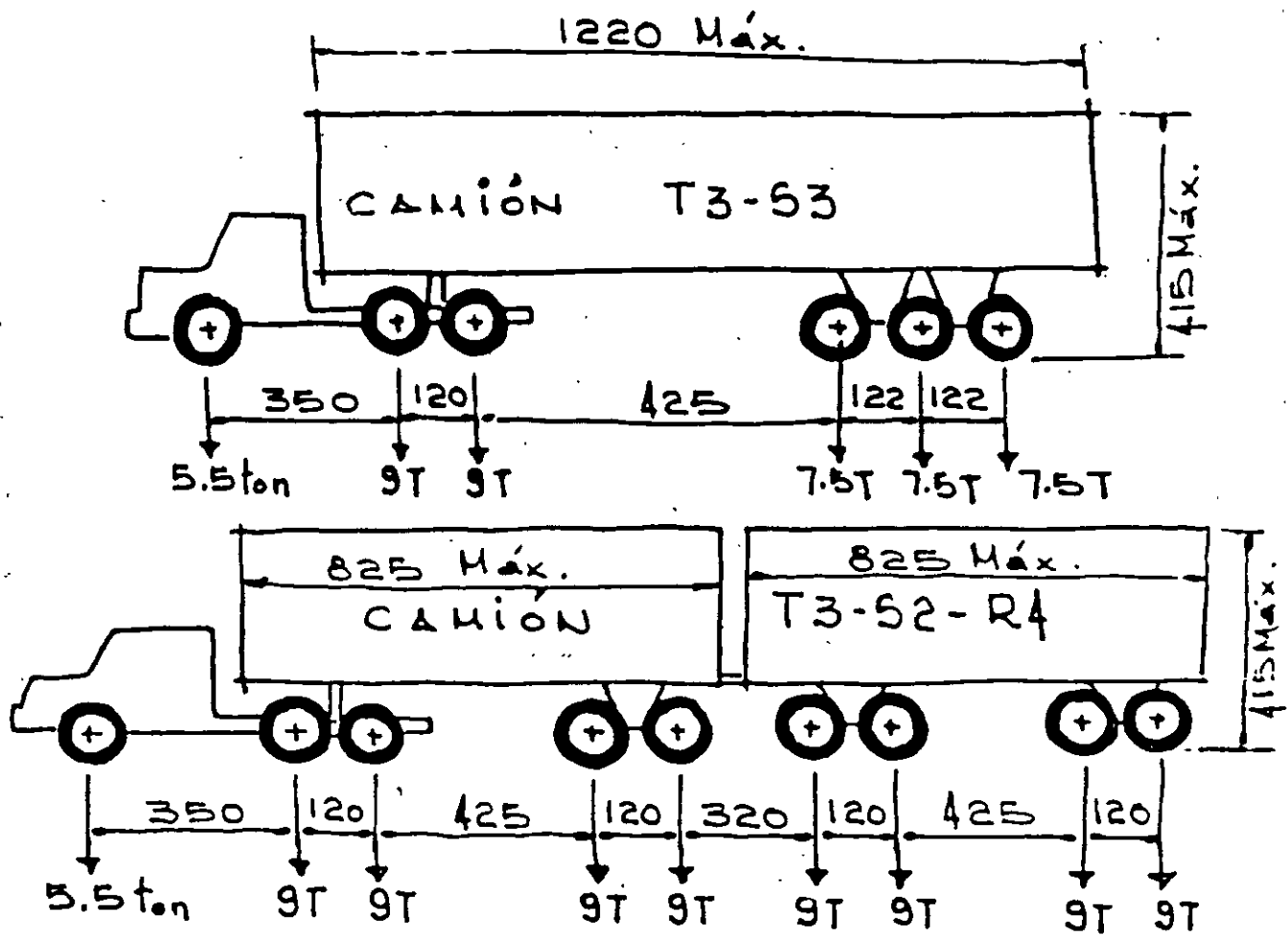
CARGA UNIFORME EQUIVALENTE



W = Peso combinado de los dos primeros ejes, igual al que tiene el camión tipo M correspondiente.



CARGA UNIFORME EQUIVALENTE



RESUMEN DEL PESO DE CAMIONES

Tipo de camión	Peso total incluyendo carga.
H-10 (M-9)	9071 Kg.
H-15 (M-13.5)	13608 Kg.
H-20 (M-18)	18144 Kg.
H5-15 (M5-13.5)	24494 Kg.
H5-20 (M5-18)	32659 Kg.
T3-53	46000 Kg.
T3-52-R4	77500 Kg.

CARGAS DE FERROCARRIL

Así como los caminos a través del tiempo se fueron ensanchando, hasta llegar a las autopistas, algo similar sucedió con los ferrocarriles al pasar de la vía angosta a la vía ancha, de la locomotora de vapor a la eléctrica o a la diesel.

Los durmientes de madera se fueron relegando y surgieron los de concreto armado y los prefabricados.

Ahora bien dentro de las cargas más usuales para el proyecto de puentes están las siguientes:

E-50

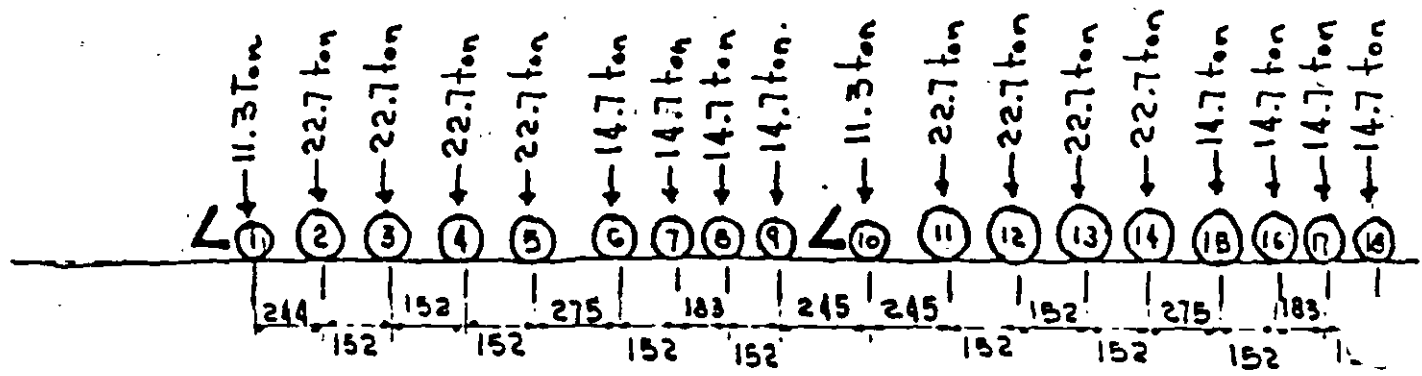
E-60

E-72

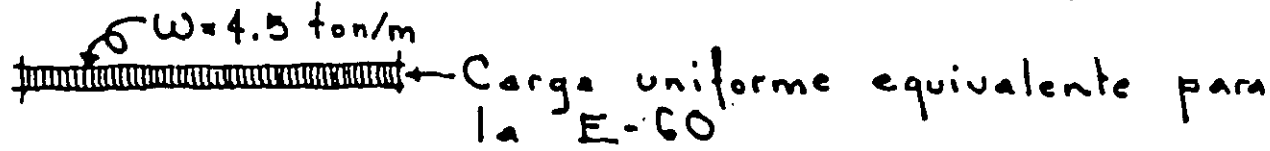
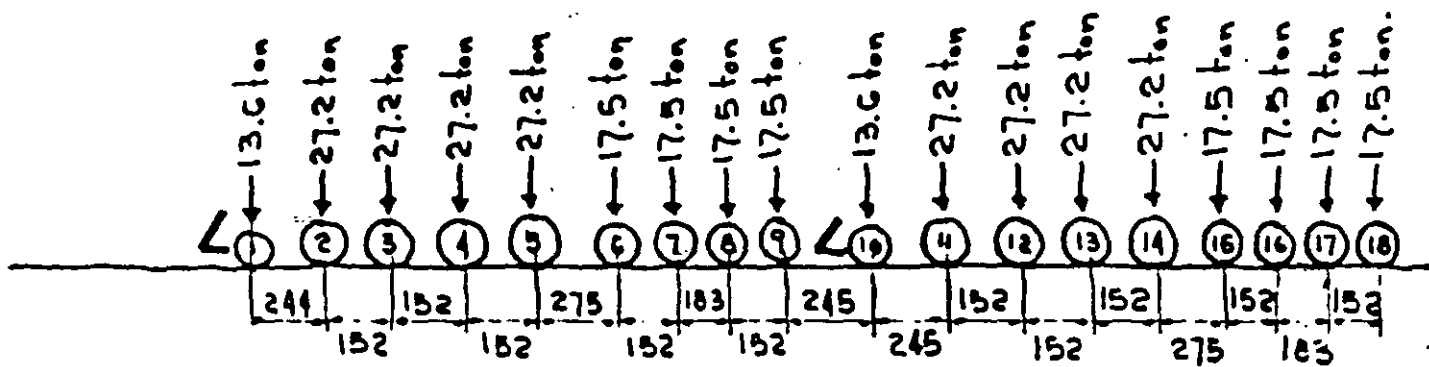
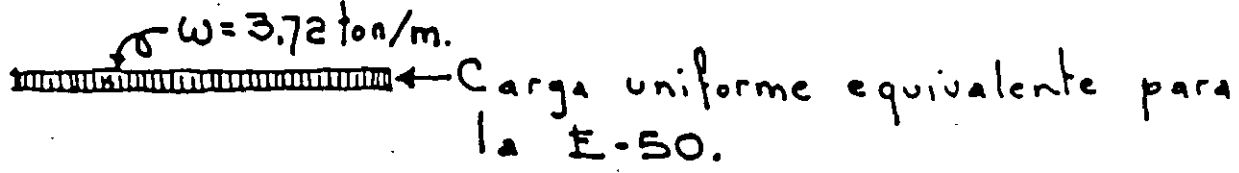
E-75

Los números después de la letra E, son los miles de libras que transmite cada uno de los cuatro ejes motrices al riel.

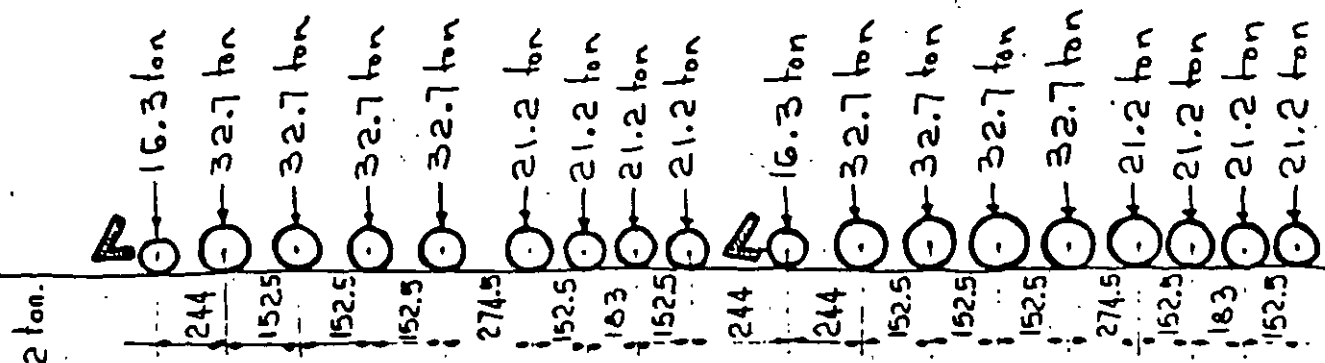
Tomemos el caso de la E-50 en la cual la transmisión por eje es de 50000 por lo tanto $50000 \times 0.453592 = 22680 \text{ Kg}$ (por eje)
 Por rueda = $\frac{22680}{2} = 11340 \text{ Kg}$.



CARGA COOPER E-50



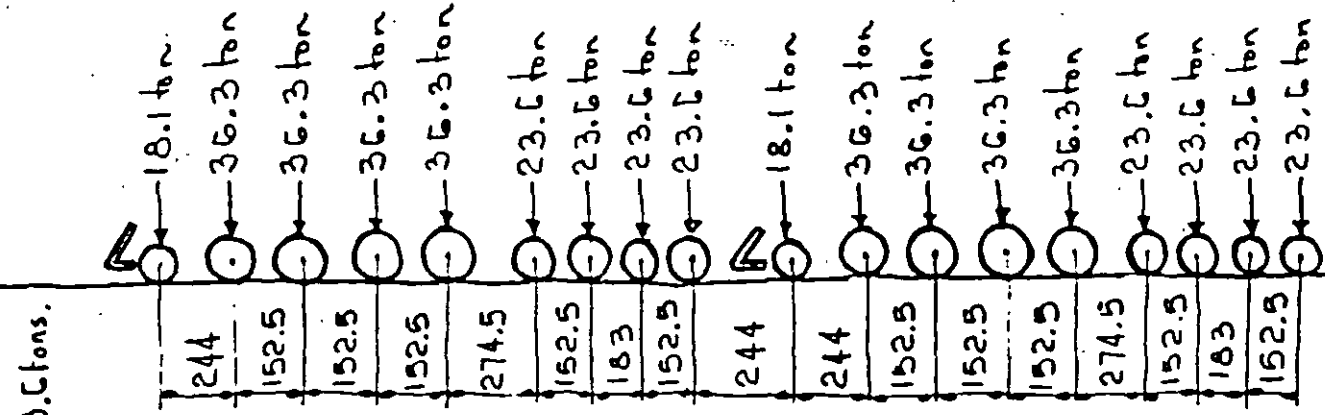
CARGA COOPER E-60



$w = 5.4 \text{ ton/m}$

Carga uniforme equivalente del tren

CARGA COOPER E-72



11.9 ton/m

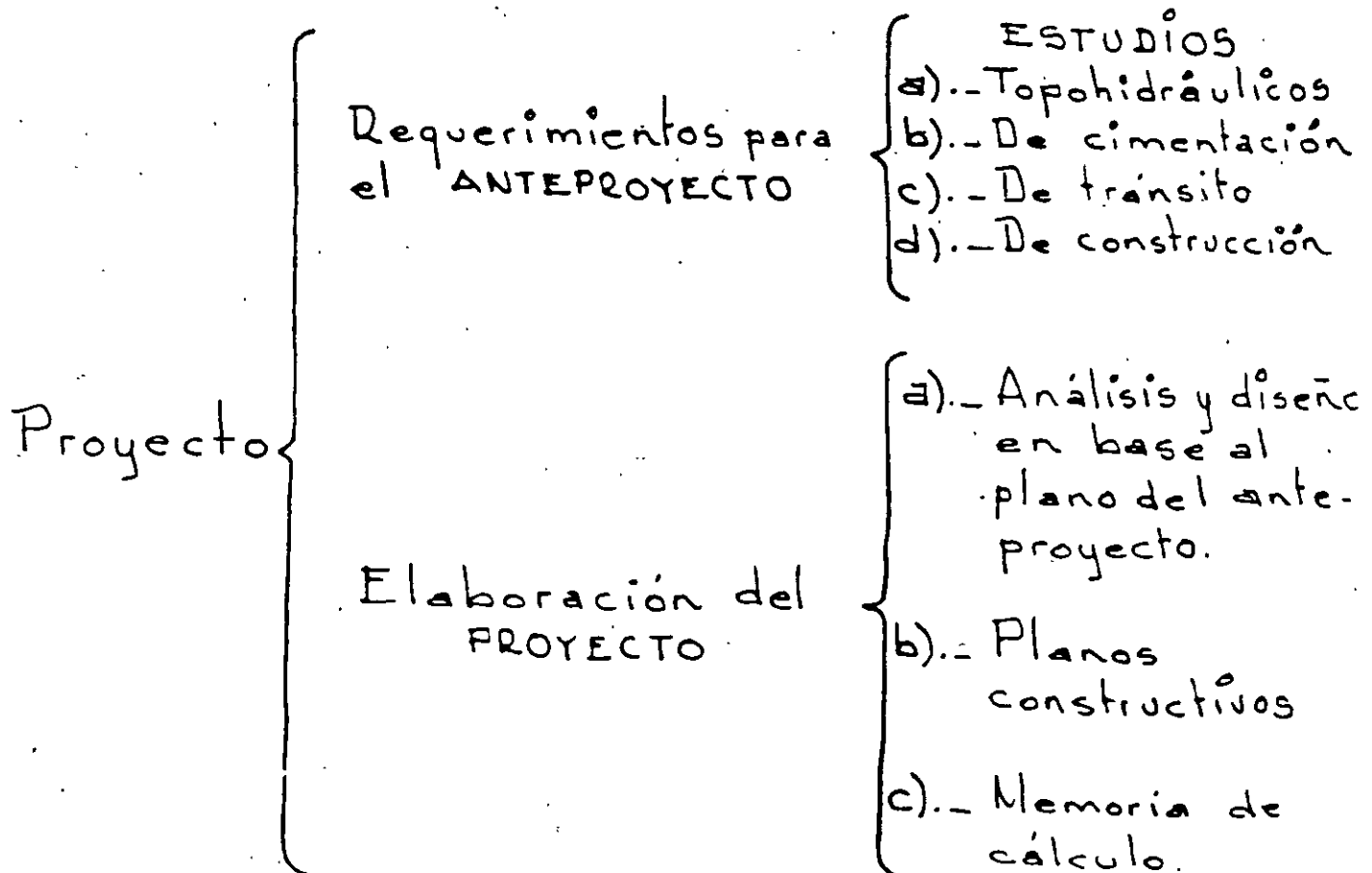
Carga uniforme equivalente del tren.

CARGA COOPER E-80

PESO DE LOCOMOTORAS.

- E-50 ——— 161 ton.
- E-60 ——— 192.5 ton
- E-72 ——— 231.9 ton
- E-80 ——— 257.7 ton.

SECUELA DEL ANTEPROYECTO Y PROYECTO DE UN PUENTE.



ESTUDIOS TOPOHIDRAULICOS.-

- a).- Planta general del cruce en donde se puede observar las ventajas y desventajas del trazo

- b.- Planta detallada del cruce a mayor escala.
- c.- Perfil de construcción
- d.- Secciones hidráulicas, aguas arriba y aguas abajo, así como en el cruce.
- e.- Gasto hidráulico máximo, velocidad de llegada, elevaciones de N.A.Mín, N.A.M. y N.A.M.E.
- f.- Perfil probable de socavación durante las crecientes.
- g.- Dimensiones de cuerpos flotantes
- h.- Influencia de puentes y presas cercanas, si existen.

ESTUDIOS DE CIMENTACIÓN.-

- a.- Perfil estratigráfico del cruce
- b.- Profundidad de las aguas freáticas
- c.- Perfil de socavación (General y local)
- d.- Alternativas de cimentación de acuerdo a la capacidad de carga y asentamientos

e.- Taludes en excavaciones

f.- Recomendaciones de construcción

ESTUDIOS DE TRANSITO.-

a.- El ancho de la carretera irá de acuerdo al aforo vehicular y a la importancia del camino.

b.- La velocidad considerada será en función al tipo de camino

c.- Definir el peso máximo permisible en diferentes tipos de caminos.

ESTUDIOS DE CONSTRUCCION

a.- Caminos de acceso a la obra

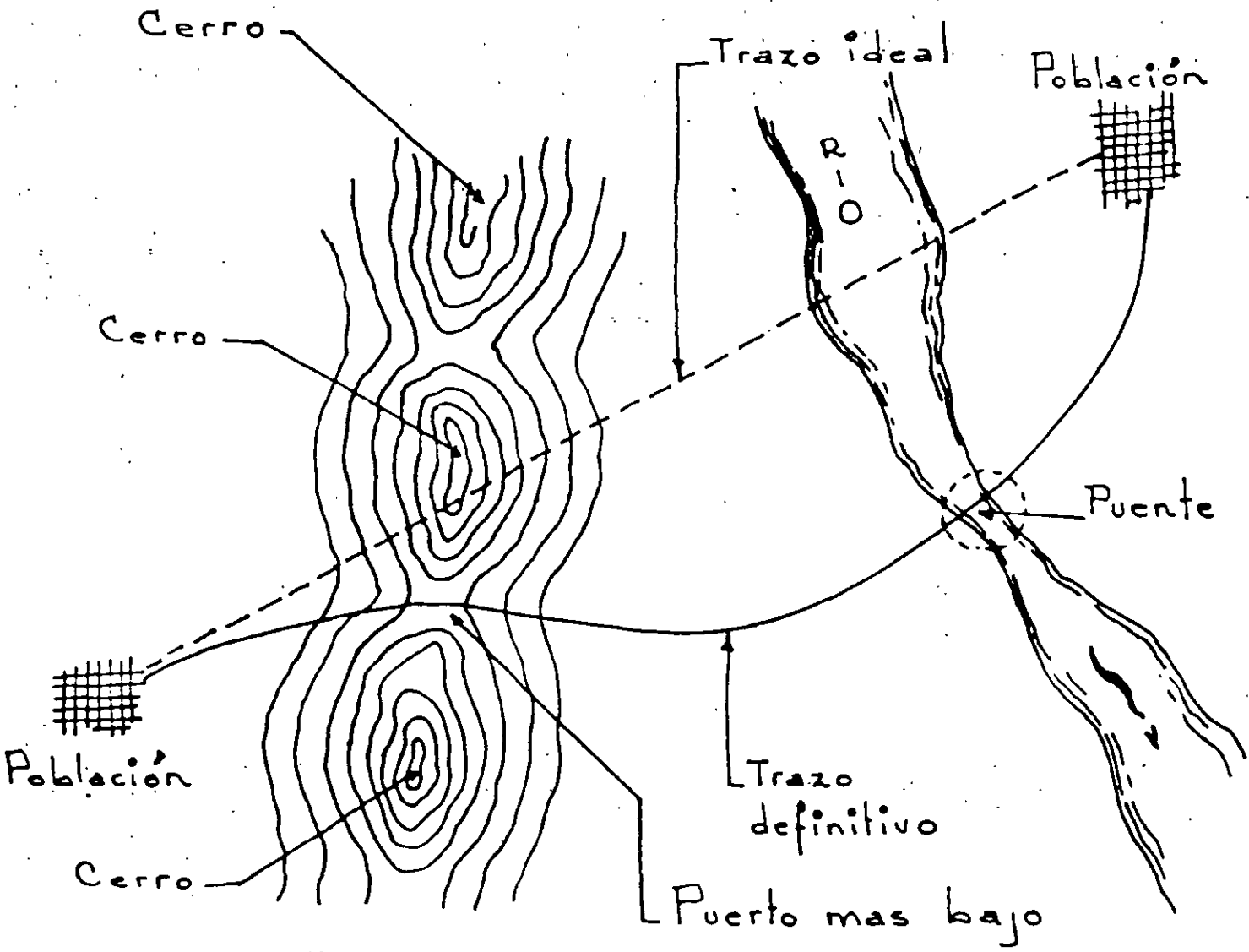
b.- Localización de bancos de arena y grava, cuando exista esta posibilidad.

c.- Disponibilidad de agua

d.- Fuente de abastecimiento de materiales y costo

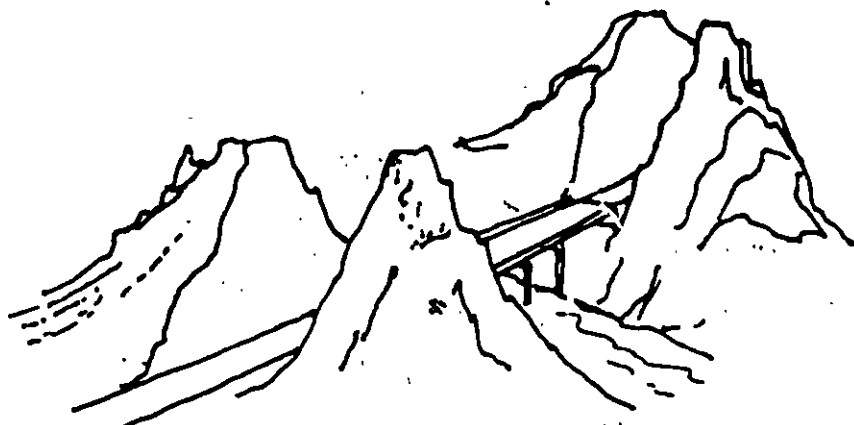
e.- Mano de obra y sueldos en la región

LOCALIZACIÓN

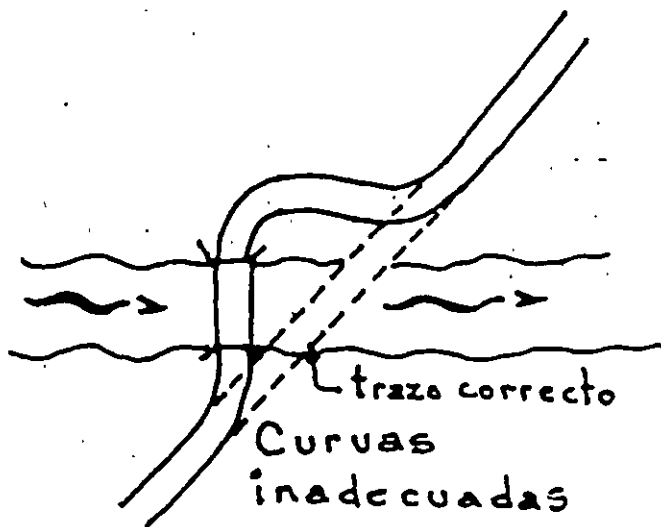


LOCALIZACIÓN DEL CRUCE CON
PUNTOS OBLIGADOS

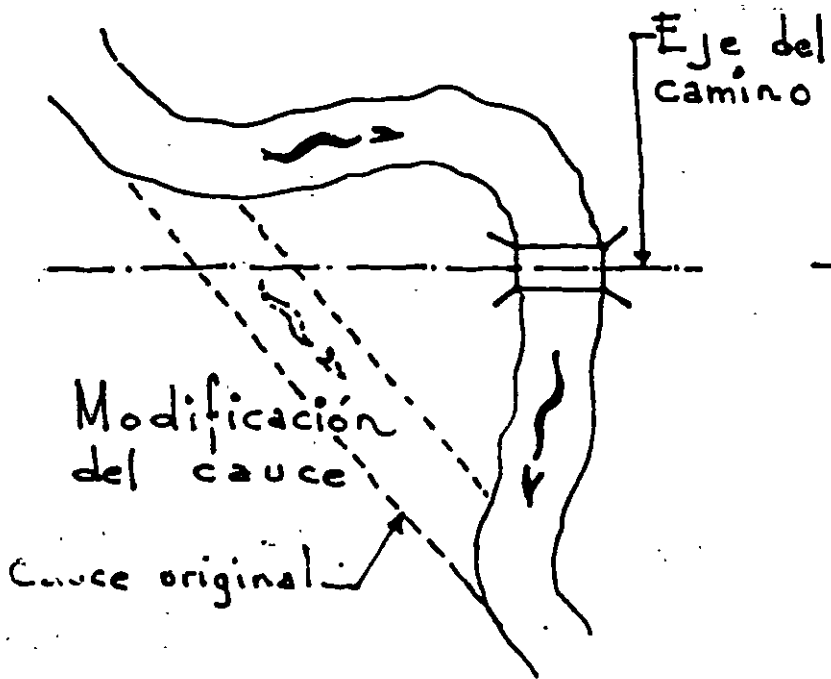
LO QUE DEBE EVITARSE EN LA LOCALIZACION DEL CRUCE.



Cortes excesivos y costosos.



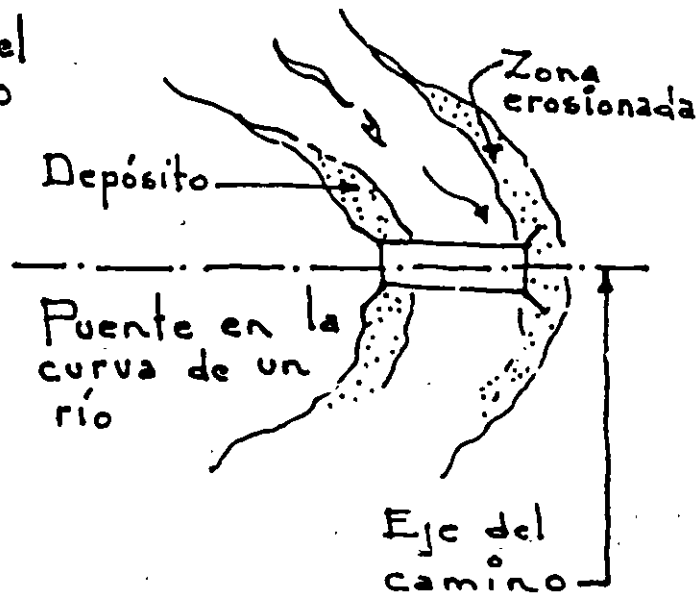
trazo correcto
Curvas inadecuadas



Eje del camino

Modificación del cauce

Cauce original

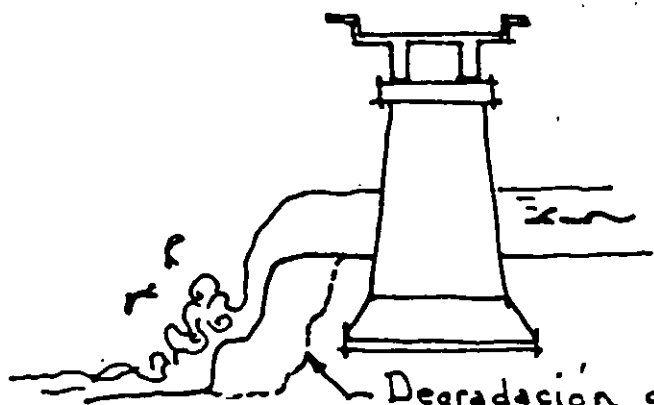


Depósito

Zona erosionada

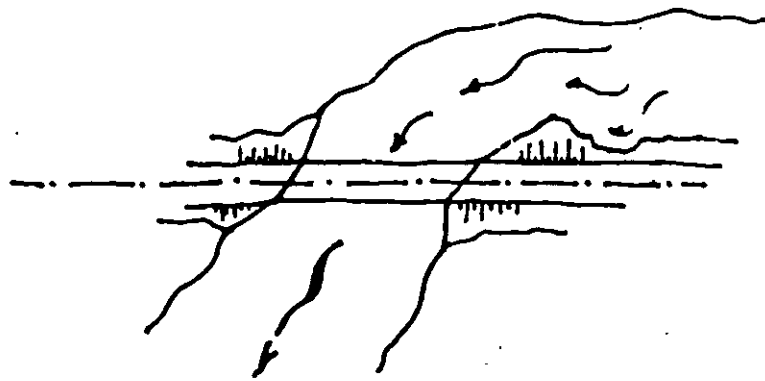
Puente en la curva de un río

Eje del camino



Degradación del cauce

Puente cerca de una cascada

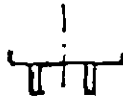
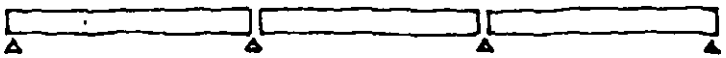
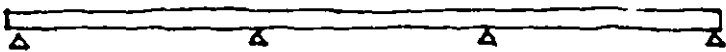
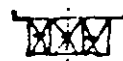
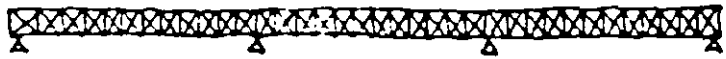
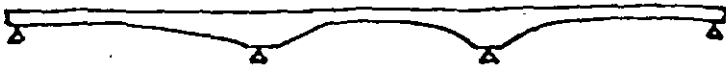
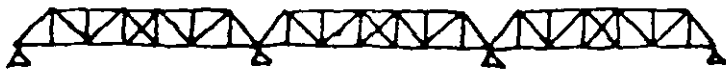


Acceso paralelo al cauce.

Los siguientes grupos representan varias combinaciones de cargas y fuerzas a las que podrá estar sometida una estructura.

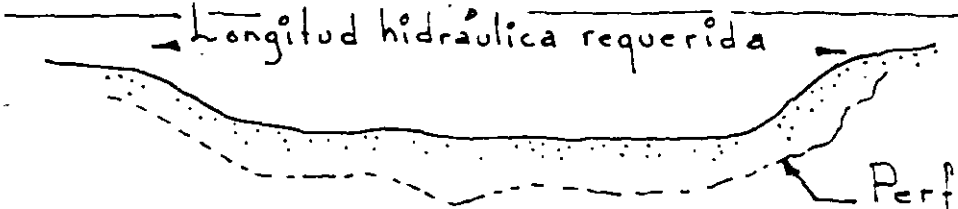
Grupo I	= CM + CV + I + ET + S + PC	100 %
Grupo II	= CM + ET + S + PC + VE	125 %
Grupo III	= Grupo I + FL + F + 30% VE + VCV	125 %
Grupo IV	= Grupo I + A + C + T	125 %
Grupo V	= Grupo II + A + C + T	140 %
Grupo VI	= Grupo III + A + C + T	140 %
Grupo VII	= CM + ET + S + PC + TT	133 %
Grupo VIII	= Grupo I + PH	140 %
Grupo IX	= Grupo II + PH	150 %

CM = Carga Muerta
 CV = Carga Viva
 I = Impacto por Carga Viva
 ET = Empuje de Tierra
 S = Subpresión
 VE = Viento sobre estructura
 VCV = Presión del viento sobre la Carga Viva - 149 Kg por m lineal
 FL = Fuerza longitudinal por Carga Viva
 F = Fuerza longitudinal debida a la fricción
 A = Acortamiento por Compresión
 C = Contracción
 T = Temperatura
 TT = Sismo
 PC = Presión de la Corriente
 PH = Presión de Hielo
 Fc = Fuerza centrífuga



ALTERNATIVAS DE SUPERESTRUCTURAS

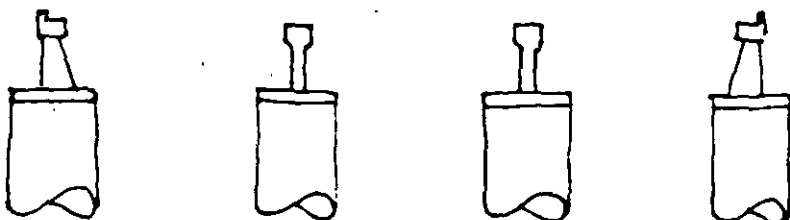
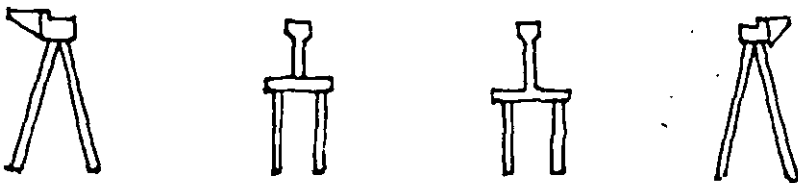
Longitud hidráulica requerida



Perfil de excavación



ALTERNATIVAS DE SUBESTRUCTURAS.



DAÑOS MAS FRECUENTES EN PUENTES

En Superestructuras:

- Grietas en el concreto
- Infiltraciones de humedad
- Desgaste de superficie de rodamiento
- Acero de refuerzo expuesto
- Acero de refuerzo corroído
- Acero estructural { Requiere renovacion de pintura
- Oxidación
- Corrosion
- Golpes por montaje
- Golpes de vehiculos
- Baches en losa
- Concreto desconchado
- Deformaciones por carga muerta o viva
- Vibración excesiva
- Drenaje mal encausado
- Soldadura agrietada
- Remaches descabezados
- Piezas rotas

En juntas:

- Excesivamente abiertas
- Excesivamente cerradas
- Vegetación
- Impacto de vehiculos
- Sello caído

En apoyos:

- Apoyos metálicos oxidados
- Apoyos metálicos corroídos
- Plomo fluido
- Dados agrietados
- Mecedora desplomada
- Neopreno desgarrado

En subestructura:

- Grietas en concreto o en mampostería
- Desprendimiento de piedras
- Erosión en el concreto
- Acero de refuerzo al descubierto
- Grietas en la corona bajo apoyos
- Asentamientos
- Socavación
- Azolve

En accesos:

- Asentamiento respecto al puente
- Drenaje defectuoso
- Deslizamiento de taludes
- Golpes de vehículos en defensas metálicas
- Roturas por crecientes

En cauce:

- Área hidráulica insuficiente
- Vegetación
- Socavación
- Azolve
- Degradación del fondo
- Divagación
- Explotación de materiales en el cauce
- Basura

En cimentación

- Cimentación visible por efectos de la socavación
- Pilotes flexionados
- Pilotes agrietados por corrosión
- Pilotes de madera o concreto con plagas marinas
- Asentamientos por falta de capacidad de carga
- Asentamientos por socavación

EVALUACION DE DAÑOS EN UN PUENTE

Inspección preliminar

Personal:

- 1 Ingeniero especialista en puentes
- 1 Ingeniero novel
- 2 Técnicos auxiliares
- 1 Peon
- 1 Chofer

Equipo:

- Camioneta
- Libreta de campo
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Binoculares
- Escalera
- Vernier
- Martillo y cincel
- Cuerda
- Casco
- Lámpara de mano
- Machete
- Plomada
- Grietómetro

INICIO DE LA INSPECCION

a. - Ubicar el cruce

- Nombre del puente
- Carretera: —
- Tramo:
- Km:
- Origen:

b. - Indagar quien elaboró el proyecto, quien lo construyó y que edad tiene el puente.
Su trazo geométrico.

c.- Medición de los elementos del puente

d.- Identificación del tipo de estructura:

- Superestructura
- Subestructura

e.- Detección de daños por comportamiento estructural o hidráulico

f.- Clasificación de daños

Graves (tipo "A")

Moderados (tipo "B")

Leves (tipo "C")

DAÑOS TIPO "A"

- Asentamientos y desplomes
- Deformaciones importantes
- Agrietamientos importantes, principalmente diagonales
- Ruptura de algunos elementos
- Desintegración generalizada
- Avanzado estado de corrosión, ruptura de anclajes en cables de presfuerzo
- Acero de refuerzo totalmente expuesto
- Costras porosas en estructuras metálicas
- Apoyos deformados, fracturados o desintegrados
- Flecha permanente excesiva: sobre todo en estructuras presforzadas
- Rotación importante en elementos principales
- Socavación de la cimentación

DAÑOS TIPO "B"

- Inicio de asentamientos
- Deformaciones ligeras
- Desgaste normal
- Desconchamiento
- Desprendimiento del agregado grueso
- Humedad, Goteo y Manchas
- Agrietamientos de poca longitud y abertura pequeña
- Desprendimiento de los sellos de anclaje de presfuerzo
- Acero de refuerzo expuesto
- Acero oxidado
- Iniciación de picaduras y costras porosas en estructuras metálicas
- Funcionamiento defectuoso en apoyos

DAÑOS TIPO "C"

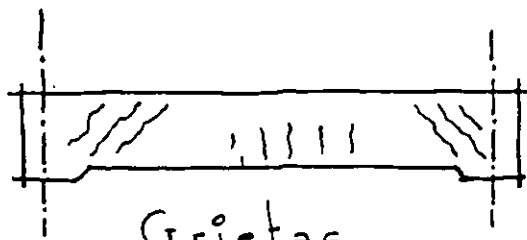
- Deficiencias menores con evolución lenta que solo requieren trabajos rutinarios de conservación

PRIORIDAD PARA LA REPARACIÓN DE LOS DAÑOS

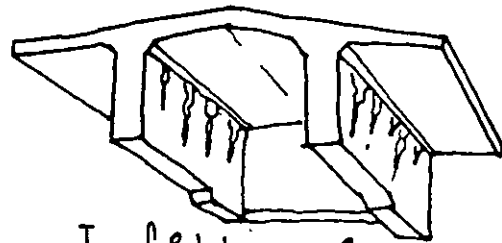
Grado "A".- Atención inmediata

Grado "B".- Atención a mediano plazo

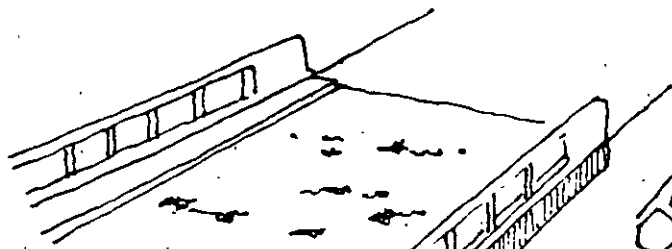
Grado "C".- Trabajo rutinario de conservación



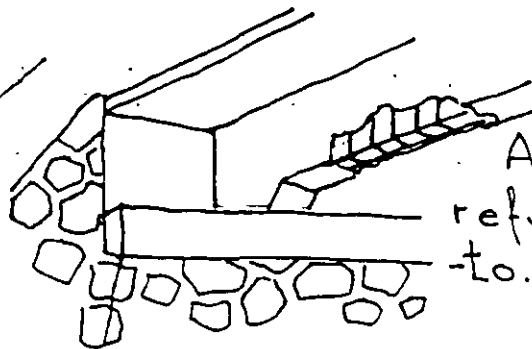
Grietas



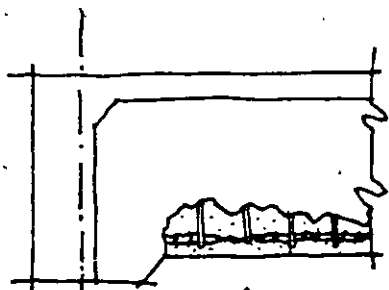
Infiltraciones



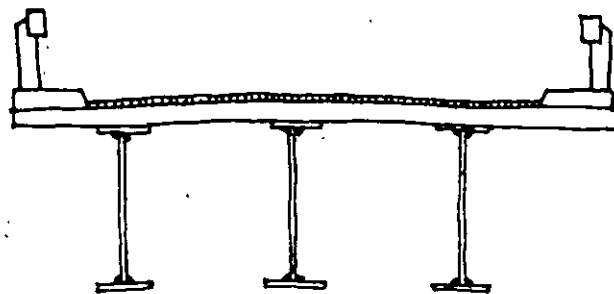
Desgaste de la superficie de rodamiento



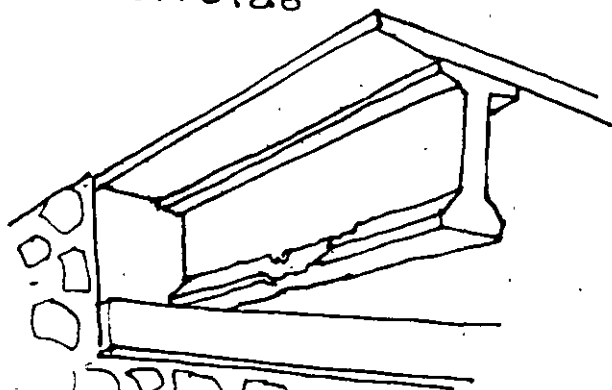
Acero de refuerzo expuesto.



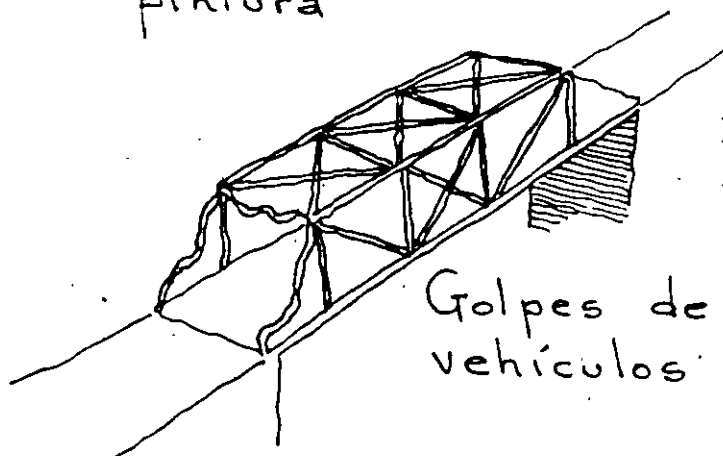
Acero de refuerzo corroído



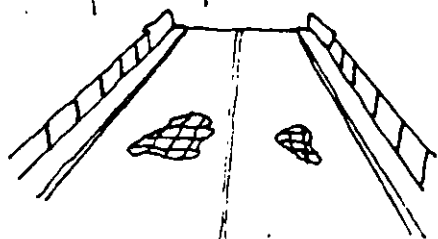
Limpieza y renovación de pintura



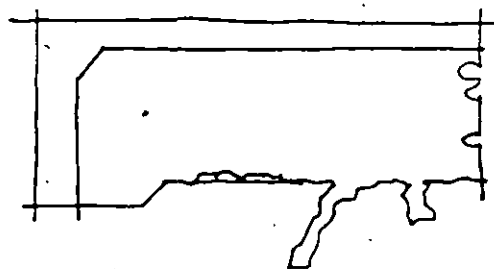
Golpes por montaje



Golpes de vehículos

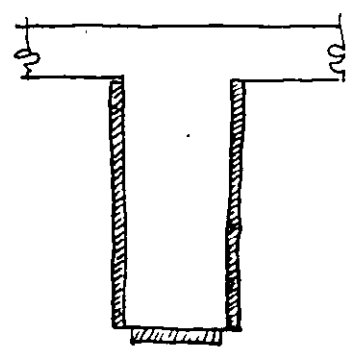
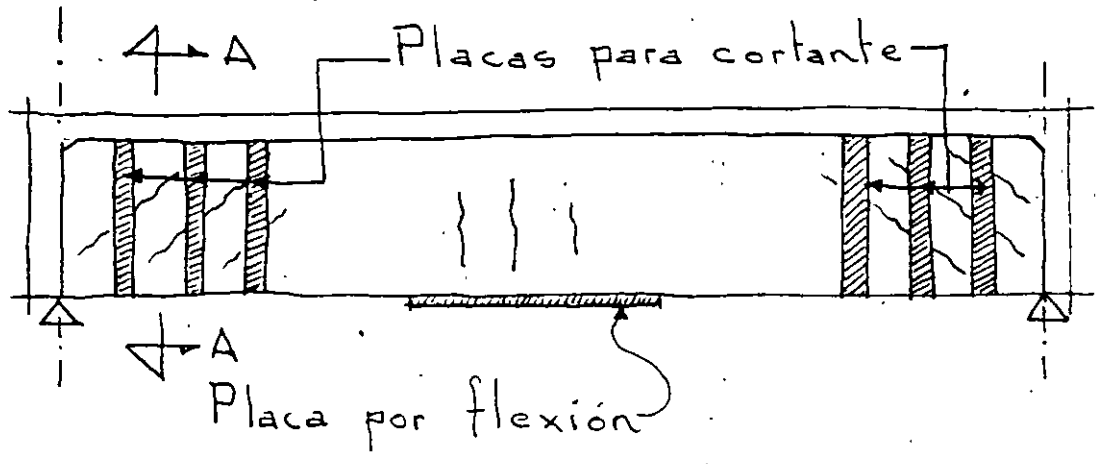


Baches en losa



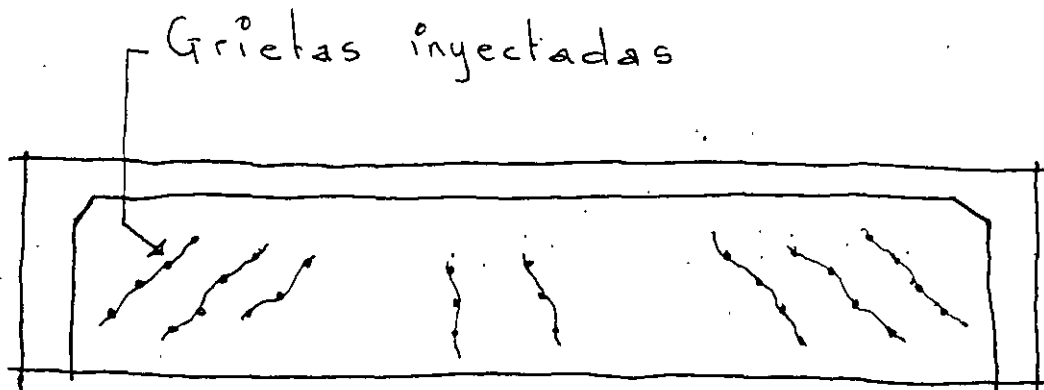
Concreto desconchado

REFUERZO MEDIANTE PLACAS DE ACERO

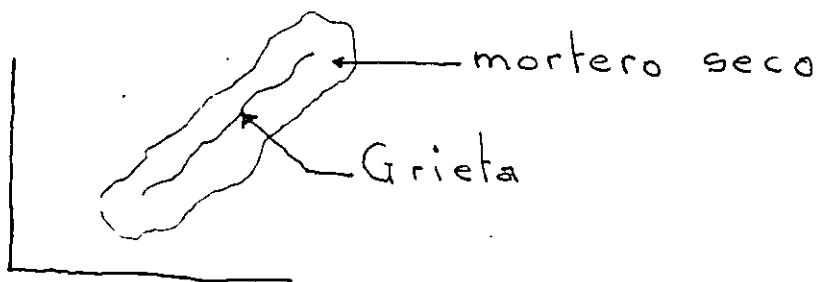


CORTE A-A

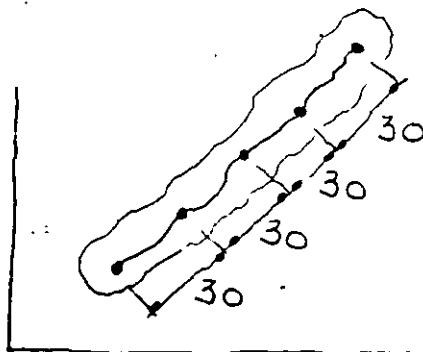
Para pegar las placas se utiliza resina epóxica.



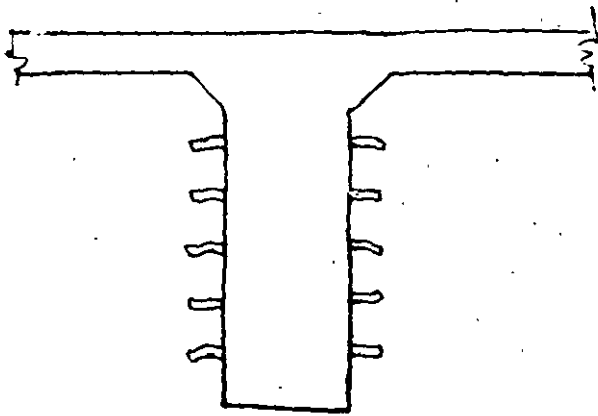
Inyectado de grietas



1er Paso.- Se tapa la grieta con mortero

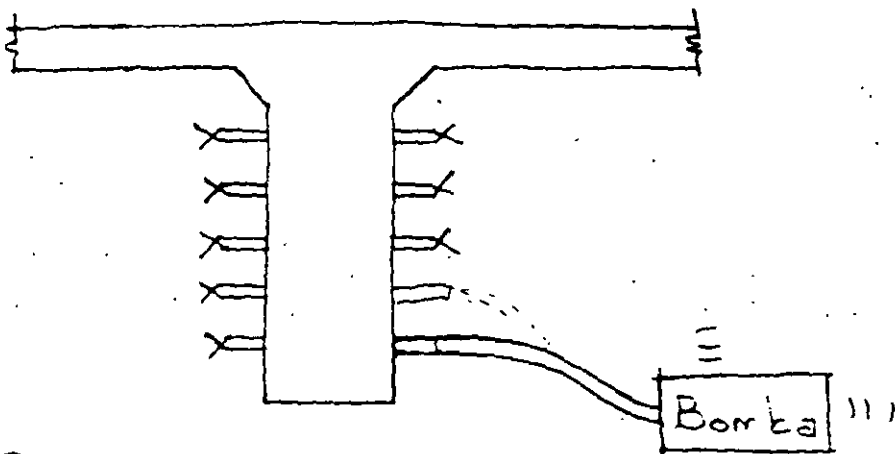


2º Paso.- Se perforan agujeros sobre la grieta a cada 30cm aproximadamente



3^{er} Paso.— Se insertan mangueras de plástico en cada agujero.

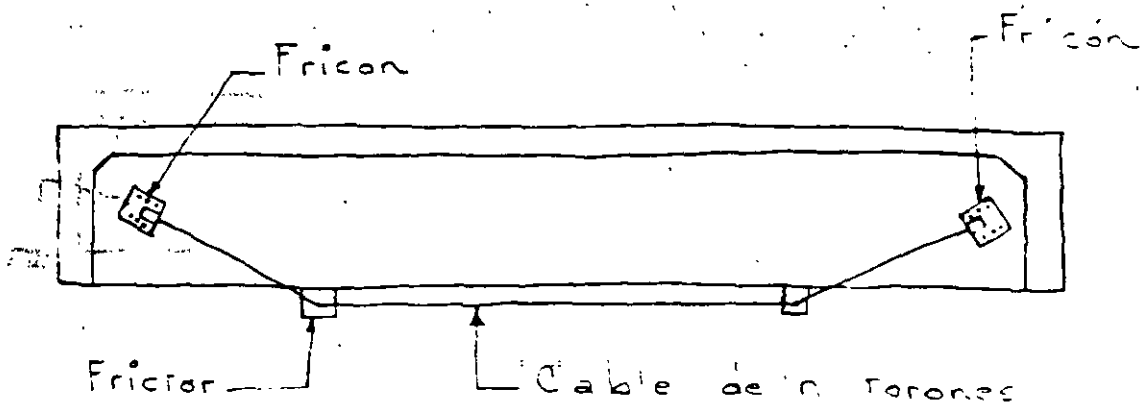
4^o Paso.— Se taponan las mangueras



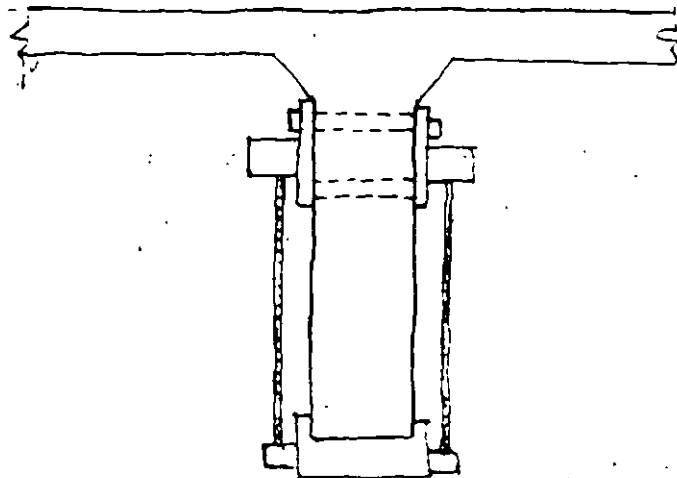
5^o Paso.— Se destapa el agujero inferior y el que sigue, se introduce la jeringa que inyecta la resina a presión.

Cuando la resina empieza a salir por el agujero superior, se tapa el agujero inferior y se pasa la jeringa al superior y se destapa el tercero hacia arriba y así sucesivamente.

REFORZAMIENTO EXTERIOR CON PRESFUERZO

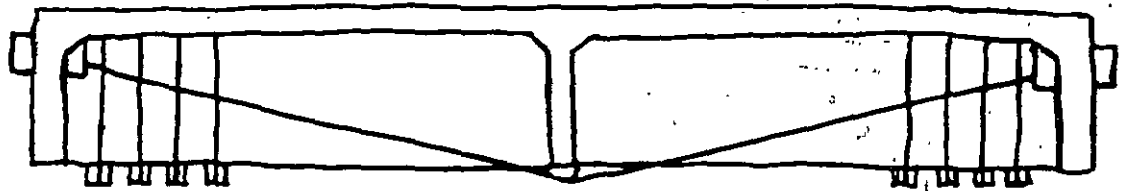


Reforzamiento por flexión

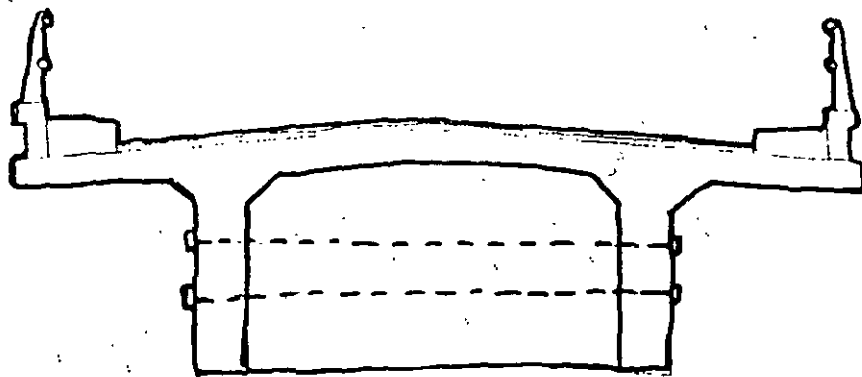


Corte transversal de nervadura.

REFORZAMIENTO EXTERIOR CON PRESFUERZO



Reforzamiento de la trabe por cortante y por flexión



Refuerzo en diafragmas