

DENOMINACION UNIDAD ORGANICA	DENOMINACION PUESTO	DOTACION	NIV. C.D.	COMPL. ESPEC.
CEUTA	Director Provincial Jefe Sección Colectivos/Prestaciones Destino mínimo Grupo D	1	22	
MELILLA	Director Provincial Jefe Sección Colectivos/Prestaciones Destino mínimo Grupo D Destino mínimo Grupo E	1 1 1 1 1	18 06 22 18 06	93264 93264
			05	

## MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO

**16335** *ORDEN de 3 de junio de 1986 por la que se aprueban los documentos «Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IC», «Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IIC» y «Obras de paso de carreteras. Colección de pequeñas obras de paso 4.2 IC».*

Ilustrísimo señor:

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo está facultado según el número 6 del artículo 5.<sup>o</sup> de la Ley de Carreteras 51/1974, de 19 de diciembre, para el establecimiento revisión y actualización de la normativa técnica en dicha materia.

La puesta en marcha del Plan General de Carreteras y las modificaciones últimas de las instrucciones de hormigón armado y pretensado así como la experiencia en el uso de técnicas y materiales no tradicionales aconsejan la revisión y ampliación de la referida normativa.

La experiencia española de casi un siglo ha demostrado la eficacia y utilidad del empleo de colecciones oficiales de modelos de los elementos que más se repiten en las carreteras, como son las obras de fábrica y puentes de luces moderadas que, además de ahorrar la repetición de cálculos y dibujos permiten determinar con facilidad y suficiente aproximación la solución más adecuada en cada ocasión.

Las colecciones de puentes aprobadas hasta ahora están preparadas para que los tableros sean independientes por lo cual, cuando se construye una obra de varios vanos, es preciso una junta de pavimentos en cada estribo o pila. Modernamente se ha desarrollado la técnica de unir los tableros de dos o más tramos pero respetando la independencia de las vigas en que se apoya. Dos de las colecciones objeto de esta Orden introducen esta técnica en nuestra normativa.

Por otra parte y respecto de las pequeñas obras de fábrica, entendiendo como tales las luces libres iguales o menores de diez metros, la colección existente en la actualidad incluye únicamente obras en arco de hormigón en masa. Sin perjuicio de que dicha colección continúe estando vigente, pues no hay ningún inconveniente en ello, se ha considerado procedente ampliar los tipos estructurales y los materiales para construirlos. En la tercera de las colecciones objeto de esta Orden de incluyen marcos, pórticos, arcos y tubos de hormigón armado y tubos de acero corrugado así como las correspondientes boquillas y aletas.

De acuerdo con lo expuesto, con el informe favorable de la Comisión Permanente de Normas de Dirección General de Carreteras, y a propuesta de dicho Centro directivo,

Este Ministerio, en virtud de las facultades que le concede el artículo 5.<sup>o</sup>, número 6, de la Ley 51/1974, de 19 de diciembre, de carreteras ha dispuesto:

1. Aprobar los siguientes documentos que figuran como anexo a esta Orden:

Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IC.

Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IIC.

Obras de paso de carreteras. Colección de pequeñas obras de paso 4.2 IC.

2. El uso de dichas colecciones no es obligatorio, debiendo considerarse en cada caso si las soluciones que en ellas figuran son las más adecuadas al mismo.

3. Justificando el uso, el Proyectista queda eximido de incluir en el proyecto los cálculos justificativos y mediciones detalladas del puente de que se trate.

4. Queda autorizado el empleo de las colecciones objeto de la presente Orden a partir de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos.  
Madrid, 3 de junio de 1986.

SAENZ COSCULLUELA

Ilmo. Sr. Director general de Carreteras.

### COLECCION DE PUENTES DE VIGAS PRETENSADAS IC

#### Obras de paso de carretera

Año 1985

#### INDICE

1. Memoria.
  - 1.1 Generalidades.
  - 1.2 Campo de aplicación.
    - 1.2.1 Consideraciones generales.
    - 1.2.2 Elementos estructurales.
      - 1.2.2.1 Tableros.
      - 1.2.2.2 Pilas.
      - 1.2.2.3 Estriplos.
  - 1.3 Instrucciones aplicadas.
  - 1.4 Control de calidad.
  - 1.5 Características de los materiales y del sistema de pretensado.
    - 1.5.1 Hormigones.
    - 1.5.2 Armaduras pasivas.
    - 1.5.3 Armaduras activas.
    - 1.5.4 Sistema de pretensado.
  - 1.6 Terreno de cimentación y relleno de trasdós.
    - 1.6.1 Terreno de cimentación.
    - 1.6.2 Características del relleno de trasdós.
  - 1.7 Coeficientes de seguridad.
    - 1.7.1 Estados límites de utilización.
    - 1.7.2 Estados límites últimos.
  - 1.8 Acciones.
    - 1.8.1 Tableros.
    - 1.8.2 Pilas.
    - 1.8.3 Estriplos.
  - 1.9 Apoyos y topes laterales.
  - 1.10 Ejemplo de comprobación de aplicación de la Colección.
2. Planos.
3. Mediciones.
  - 3.1 Tableros.
  - 3.2 Pilas.
  - 3.3 Estriplos.

## 1.- MEMORIA

## 1.1.- GENERALIDADES

La presente Colección contiene los elementos estructurales necesarios para la definición de puentes de carreteras formados por tableros de vigas pretensadas, sustentados por pilas y estribos de hormigón armado.

La principal diferencia entre esta Colección y la "Colección de puentes de vigas pretensadas I" estriba en que en la presente Colección se ha considerado la posibilidad de unión entre las losas superiores de hormigón armado que forman la plataforma del tablero, en dos o más vanos sucesivos. Esta unión entre las losas disminuye el número de juntas necesarias en el tablero, con lo que se mejoran las condiciones de circulación y se disminuyen los gastos de conservación. El número de vanos que pueden ser unidos depende de los movimientos horizontales del tablero debidos a acciones termohigrómicas, sismo y frenado, a la tipología de los apoyos dispuestos y a la altura y rigidez de las pilas, por lo que dicho número deberá ser comprobado por el proyectista en cada caso. En las losas a las que no se les haya dado continuidad, y en todos los casos en las zonas de estribos, se resuelve la unión, al igual que en la "Colección de puentes de vigas pretensadas I", mediante juntas de dilatación convencionales.

Para cada uno de los elementos estructurales anteriormente mencionados, se han fijado un cierto número de variables, en función de las cuales se desarrolla la presente Colección.

El proyectista deberá, en cada caso particular, realizar el encaje de la solución, definiendo parámetros tales como la longitud total del paso, la distribución de luces, posición y número de tableros cuya losa sea continua, etc. Asimismo deberá elegir los elementos concretos a utilizar y sus condiciones de uso entre las posibles alternativas que se presentan en la Colección, como tipo de barrera, tipo de estribos, tipo de viga, clase de comprobación de la misma, etc. La presente Colección, en resumen, es un conjunto de elementos que el proyectista deberá elegir y combinar para la resolución de un determinado puente, no existiendo, en general, una solución única para el mismo.

La presente Colección contiene los planos de definición geométrica y de armaduras y las mediciones de todos los elementos estudiados. No se han incluido las especificaciones ni mediciones de elementos como Impermeabilizaciones, Juntas, Pavimentos o Apoyos elastoméricos; se dá, sin embargo, una relación de los datos de cargas y movimientos previstos necesarios para la definición por parte del proyectista de los apoyos elastoméricos. De forma esquemática, y como recordatorio, se han recogido en un plano detalles sobre anclajes de barreras, cajeados de juntas y forma prevista para sustitución de apoyos.

En apartados posteriores de la presente memoria se incluyen las características de los diversos materiales y sus niveles de control, de acuerdo con las Instrucciones oficiales vigentes que deben aplicarse a cada elemento.

Respecto a la ejecución, medición y abono de las obras, se estará a lo dispuesto en las mencionadas Instrucciones y en el vigente Pliego-de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3-1975.

## 1.2.- CAMPO DE APLICACION

## 1.2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

La presente Colección consta de los siguientes elementos estructurales:

- Tableros
- Pilas
- Estribos

Esta prevista la posibilidad de diseñar puentes de un solo tramo compuestos únicamente de tablero y estribos, sin empleo de pilas.

Las variables básicas que han sido empleadas en el desarrollo de cada uno de los elementos son las siguientes:

## - Ancho de plataforma de la carretera

Se han considerado tres posibles anchos totales de plataforma (calzada más arcenes) que son:

$$\begin{aligned} A &= 7,00 \text{ m} \\ A &= 10,00 \text{ m} \\ A &= 12,00 \text{ m} \end{aligned}$$

que corresponden a las secciones-tipo más frecuentemente empleadas en nuestra red de carreteras.

Se pueden emplear los tableros de la Colección para anchos de plataforma intermedios seleccionando el tablero de an-

cho inmediatamente superior y disminuyendo la distancia entre las vigas. Asimismo se pueden utilizar estribos de anchuras intermedias disponiendo la armadura más desfavorable de las previstas para los dos anchos-tipo inmediatos. Por lo que se refiere a las pilas, las modificaciones de anchura se realizarán disminuyendo la longitud total del dintel de la pila prevista para el ancho inmediatamente superior, pero sin modificar las dimensiones ni las armaduras del fuste ni la de las zapatas.

Las modificaciones de anchura respecto a los tres anchos-tipo previstos en la Colección modifican las mediciones y despiecees de armaduras, así como los esfuerzos sobre apoyos elastoméricos, que es preciso obtener para el caso concreto.

## - Tipos de barrera

Se ha previsto la utilización de dos tipos de barrera de seguridad:

Barrera rígida

Barrera semirrígida

donde la primera de ellas corresponde a una barrera de hormigón "con un ancho en la base de 0,50 metros, encuada al elemento estructural, y la segunda está constituida por elementos verticales discontinuos, unidos por una banda continua de doble onda, anclados en el extremo interior de una acera cuyo ancho total es de 1,00 metro y en cuyo extremo exterior se dispone una barandilla metálica.

Está prevista la combinación de ambos tipos de barrera con los tres anchos de plataforma descritos en el punto anterior, con lo que en definitiva se obtienen seis secciones transversales-tipo para las que han sido desarrollados todos los elementos de la Colección.

## - Grados de sismicidad

Para el desarrollo de la presente Colección se ha supuesto que las estructuras objeto de la misma van a quedar ubicadas en zonas del territorio nacional cuyo grado sismico, de acuerdo con la Norma Sismorresistente P.D.S.-1, sea igual o inferior a VII.

De acuerdo con lo anterior se han considerado dos posibles zonas de ubicación de las obras:

Zonas de sismicidad baja  
(grado sismico menor o igual a VI)

Zonas de sismicidad media  
(grado sismico igual a VII)

Para el diseño de cada uno de los elementos frente a acciones sísmicas, se ha adoptado el criterio de mantener la forma y dimensiones geométricas del elemento, variando, cuando es necesario, las armaduras en función de la sismicidad de la zona. Este criterio general es aplicable a todos los elementos a excepción de las zapatas de pilas y estribos, cuyos condicionantes no permiten mantenerlo.

## - Acciones sobre apoyos

Las acciones verticales sobre apoyos, tanto máxima (Rmáx) como mínima (Rmin), se encuentran recogidas en función de la luz y tipo de viga en el plano 2.17, junto con la acción horizontal total por tablero debida al sismo y el giro previsible en cada apoyo.

Las acciones horizontales lentes por apoyo (H1) debidas a acciones termohigrómicas (temperatura, retracción y fluencia) así como las acciones horizontales instantáneas por apoyo (H2) debidas a frenado y sismo deberá determinarlas el proyectista mediante el correspondiente reparto horizontal de fuerzas en función de las características de los apoyos dispuestos y las rigideces de pilas y estribos. Estas acciones deberán cumplir, para que sean utilizables las pilas y estribos contenidos en la presente Colección, las siguientes limitaciones:

$$\begin{aligned} H1 &\leq 0,06 \cdot R_{\text{máx}} \\ H1 &\leq 0,04 \cdot R_{\text{máx}} \text{ (para grado sismico G=VI)} \\ H1 &\leq 0,08 \cdot R_{\text{máx}} \text{ (para grado sismico G=VII)} \end{aligned}$$

En el apartado 1.10 se incluye un ejemplo de comprobación de dichas limitaciones.

## - Tipos de terreno de cimentación

Para el diseño de las cimentaciones de las pilas y estribos se han considerado cuatro posibles tipos de terreno de ubicación de la obra, caracterizados por su tensión admisible ( $\sigma_{\text{adm}}$ ) y ángulo de rozamiento entre zapata y terreno ( $\delta_0$ ).

Para cada uno de los elementos estructurales se han diseñado cimentaciones directas en cada uno de los cuatro tipos de terreno.

## - Variables geométricas

Dada la enorme dificultad que supondría tener en consideración todas las variaciones geométricas que el trazado

particular de la carretera, en la zona de ubicación de la obra, producirse en cada elemento, se ha adoptado como básica la definición geométrica siguiente:

- Trazado en planta: recto
- Trazado en alzado: horizontal
- Peraltes: nulos

Sin embargo, algunos elementos han sido calculados, desde el punto de vista resistente, teniendo en cuenta los condicionantes introducidos por las variaciones de trazado. En el caso de los tableros se ha previsto el descentramiento de cargas producido por un posible trazado en planta curva con valores mínimos de los radios de curvatura en función de la luz de los siguientes valores:

Luz (m)	Radio mínimo (m)
$L \leq 24,00$	120,00
$24,00 < L \leq 26,00$	150,00
$26,00 < L \leq 29,00$	200,00
$29,00 < L \leq 33,00$	250,00
$33,00 < L \leq 36,00$	300,00
$36,00 < L$	350,00

El trazado real de la carretera, en cada caso concreto, tanto en planta como en alzado o peraltas, obligará al proyectista a realizar las pequeñas variaciones en las características geométricas de los elementos definidos en la Colección, que sean precisas, para adaptar el proyecto a dicho trazado. Entre otras cuestiones será preciso definir las siguientes:

- Voladizos laterales del forjado en cada punto del tablero.
- Recrecidos de las vigas o losa en la unión de ambos para adaptarse a la definición geométrica real de la plataforma.
- Escalonamiento y cotas de las plataformas de apoyo de las vigas sobre dinteles de pilas y estribos.
- Definición geométrica real de los dinteles de cabeza de pilas.
- Ángulos de los muros laterales del estribo con el muro frontal del mismo.

Todos los extremos anteriores y otros que fueran precisos, habrán de ser definidos para la realización de un proyecto real de construcción, siendo responsabilidad del proyectista la evaluación de su posible incidencia sobre las condiciones estáticas y resistentes de los elementos básicos definidos en la presente Colección.

#### 1.2.2.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES

##### 1.2.2.1.- TABLEROS

Los tableros que forman la presente Colección están constituidos por vigas pretensadas de sección doble T, apoyadas isostáticamente en sus extremos, losa superior de hormigón armado y vigas riostras que unen transversalmente las vigas en sus zonas de apoyo.

Las losas superiores de los tableros contiguos se pueden unir de acuerdo con los detalles contenidos en el plano 2.9. El número de tableros consecutivos entre los que se podrá establecer la continuidad de la losa superior, depende del cumplimiento de las condiciones sobre acciones horizontales en apoyos establecidas en el apartado 1.2.1, y deberá ser determinado en cada caso por el proyectista.

Las luces de cálculo de los tableros, entre ejes de de apoyos, están comprendidas entre 15,00 y 38,40 m.

Se han establecido, para cubrir esta gama de luces, cinco tipos de vigas cuyos centros varían, de 20 en 20 cm, entre 1,50 y 2,30 m. Cada viga puede ser utilizada en un cierto intervalo de luces variando en algún caso el número de tendones de pretensado. Existe además un cierto solape de los intervalos de cada una de las vigas, lo cual permite escoger más de una solución para las luces próximas a los valores de transición de una viga a otra.

Con objeto de evitar variaciones de canto del tablero dentro de un mismo puente, las vigas de los dos tableros que se apoyan en una pila serán del mismo tipo. Con este criterio, la máxima variación de luces posibles en un puente viene determinada por el intervalo de aplicación del tipo de viga utilizado en el mismo.

Los valores extremos de los intervalos de luces para los que son aplicables los tableros formados por cada tipo de vigas han sido determinados para las clases I y II de comportamiento en servicio frente a fisuración, según se definen en la Instrucción EP-80. El proyectista deberá optar por una de las dos clases en función de los condicionantes del proyecto y, en especial, del ambiente en que vaya a situarse la obra.

La planta de los tableros está formada por cuatro, cinco o seis vigas paralelas, perpendiculares a los ejes de apoyo, y separadas entre sí las distancias señaladas en los planos para cada sección-tipo de tablero.

##### 1.2.2.2.- PILAS

Las pilas están constituidas por tres elementos de hormigón armado: cintel, fuste y zapata de cimentación.

En esta Colección se ha seguido el criterio de mantener para todas las pilas de un puente, la misma sección transversal del fuste, correspondiente a la pila de máxima altura ( $H_{máx}$ ) existente en él, con objeto de evitar la coexistencia en una misma obra de pilas con distinto canto, a pesar de que a cada altura posible de pila le correspondería un canto óptimo diferente.

En función de dicha altura máxima se han clasificado los puentes en los tres grupos siguientes:

$H_{máx} \leq 10,00$  m

$10,00$  m <  $H_{máx} \leq 20,00$  m

$20,00$  m <  $H_{máx} \leq 30,00$  m

a cada uno de los cuales les corresponde un canto diferente de pila.

La armadura que se ha de disponer en una pila cuya altura real h esté comprendida entre 0 y  $H_{máx}$  se ha definido en los planos para cada grupo y para intervalos de los valores de h

De acuerdo con estos criterios, la solución a adoptar para cada uno de los elementos que constituyen la pila, depende de una serie de variables, todas las cuales afectan a las armaduras, y algunas también afectan a las dimensiones del elemento considerado.

Para cada elemento de la pila las variables que condicionan su definición son las siguientes:

###### - Dinteles

Ancho de plataforma  
Tipo de barrera (afecta sólo a las armaduras)  
Tipo de viga

###### - Fustes

Ancho de plataforma  
Tipo de viga (afecta sólo a las armaduras)  
Altura de la pila más alta del puente ( $H_{máx}$ )  
Altura de la pila (h) (afecta sólo a las armaduras)  
Grado sísmico (afecta sólo a las armaduras)

###### - Zapatas

Ancho de plataforma  
Tipo de barrera (afecta sólo a las armaduras)  
Tipo de viga  
Altura de la pila más alta del puente ( $H_{máx}$ )  
Altura de la pila (h)  
Tipo de terreno  
Grado sísmico

##### 1.2.2.3.- ESTRIBOS

Los estribos están constituidos por muros y zapatas de cimentación de hormigón armado. Los primeros incluyen el muro frontal, los muros laterales y las aletas.

Las luces de cálculo de las vigas, y por tanto del tablero, definen el estribo donde se apoya, independientemente del tipo de viga elegido. Se han considerado tres grupos de estribos según el valor de las citadas luces del tablero:

15,00 - 20,00 m

20,00 - 29,00 m

29,00 - 38,40 m

Se han considerado también dos tipos de estribos según que tengan o no derrame frontal de tierras, como se indica en los planos correspondientes.

Por último se han definido, para cada luz tipo, tres alturas de estribo diferentes (H) que corresponden a los casos siguientes:

- a) Gálibo de carretera (4,75 m)..... H = 5,75 m
- b) Gálibo de ferrocarril (6,00 m)..... H = 7,00 m
- c) Gálibo máximo no excepcional (7,00 m). H = 8,00 m

El ancho del muro frontal viene definido en los planos por la magnitud "a", que dependerá de la sección transversal del tablero utilizado. Este valor "a" será igual al ancho de plataforma (calzada más arcenes) más un metro.

#### 1.3.- INSTRUCCIONES APLICADAS

Las normas que se han aplicado son las vigentes en el momento de la redacción de esta Colección.

Las acciones se han considerado de acuerdo con la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras" de 28 de Febrero de 1.972 (B.O.E. de 18 de Abril de 1.972).

Para el cálculo de hormigón armado se ha seguido la "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-80" de 17 de Octubre de 1.980 (B.O.E. de 10 de Enero de 1.981) modificada y redenominada "EH-82" por el decreto de 24 de Julio de 1.982 (B.O.E. de 13 de Septiembre de 1.982).

Para el cálculo de hormigón pretensado se ha seguido la "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado EP-77" de 18 de Febrero de 1.977 (B.O.E. de 22 de Junio de 1.977) modificada y redenominada "EP-80" por el decreto de 14 de Abril de 1.980 (B.O.E. de 8 de Septiembre de 1.980).

Para el cálculo en zona sísmica se ha seguido la "Norma Sismorresistente P.D.S.- 1" (B.O.E. de 21 de Noviembre de 1.974).

Para el dimensionamiento de los apoyos se ha seguido las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de apoyos elastoméricos para puentes de carretera" de la Dirección General de Carreteras (M.O.P.U. 1.982).

#### 1.4.- CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad previsto para esta Colección se atiene a lo especificado en las Instrucciones EH-82 y EP-80, habiéndose elegido tanto para los materiales como para la ejecución los siguientes niveles:

##### a) Materiales

- Acero : Control a nivel normal
  - Hormigón : Control a nivel normal
- b) Ejecución
- Tableros : Control a nivel intenso
  - Pilas y estribos : Control a nivel normal

#### 1.5.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES Y DEL SISTEMA DE PRETENSADO

##### 1.5.1.- HORMIGONES

Los tipos de hormigones adoptados en el cálculo para los diferentes elementos son:

- Vigas pretensadas ..... H-350
- Losa, vigas ríostras del tablero, dinteles y fustes de pilas ..... H-250
- Zapatas de pilas, muro frontal, muros laterales, aletas y zapata de estribo ..... H-200

El hormigón de nivelación a colocar en la base de las cimentaciones tendrá al menos una dosificación de 100 kg de cemento por metro cúbico de hormigón.

##### 1.5.2.- ARMADURAS PASIVAS

Las armaduras pasivas a disponer en todos los elementos de la Colección serán del tipo:

AEH - 400 N 6 F

##### 1.5.3.- ARMADURAS ACTIVAS

Para el acero de pretensado de las vigas se han considerado en el cálculo las siguientes características:

- Módulo de deformación longitudinal..... Ep = 1.900.000 kp/cm<sup>2</sup>
- Relajación en ensayo a 120 horas, a 20°C de temperatura y tensión inicial equivalente al 70% de la de rotura..... 1,35%
- Relajación en ensayo a 1000 horas, a 20°C de temperatura y tensión inicial equivalente al 70% de la de rotura..... 2,00%

Se han adoptado dos tipos de tendones con las siguientes características:

##### a) Tendón tipo 1

- Área neta de acero ..... As = 5,92 cm<sup>2</sup>
- Carga de rotura garantizada ..... Pr = 113 Mp
- Carga correspondiente al límite elástico característico ..... Pyk = 101,7 Mp

##### a) Tendón tipo 2

- Área neta de acero ..... As = 11,84 cm<sup>2</sup>
- Carga de rotura garantizada ..... Pr = 226 Mp
- Carga correspondiente al límite elástico característico ..... Pyk = 203,4 Mp

#### 1.5.4.- SISTEMA DE PRETENSADO

Se han adoptado las siguientes características relativas al sistema de pretensado:

##### a) Pérdidas por rozamiento

Para el cálculo de las pérdidas por rozamiento se han utilizado los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de rozamiento en curva (tesado y destesado) .....  $\mu = 0,21$
  - Coeficiente de rozamiento parásito
- Tendón tipo 1 ..... K = 0,00189 rad/m  
Tendón tipo 2 ..... K = 0,00126 rad/m

##### b) Penetración de cuñas

- Valor máximo de la penetración ..... 4 mm

##### c) Características geométricas

Los valores de las dimensiones mínimas que deben mantenerse entre los distintos elementos de los tendones de pretensado (distancia entre anclajes, distancia entre tendones, etc) cubren los mínimos recomendados por los catálogos de los sistemas hoy en uso en nuestro país. Dichos valores son los siguientes:

##### - Distancia vertical entre ejes de anclajes:

Tendón tipo 1 ..... 240 mm

Tendón tipo 2 ..... 320 mm

##### - Distancia vertical entre ejes de anclaje y cara superior o inferior de viga:

Tendón tipo 1 ..... 150 mm

Tendón tipo 2 ..... 180 mm

##### - Distancia horizontal entre ejes de anclajes activos y extremo de viga:

Tendón tipo 1 ..... 120 mm

Tendón tipo 2 ..... 140 mm

##### - Distancia horizontal entre ejes de anclajes pasivos y extremo de viga:

Tendón tipo 1 ..... 240 mm

Tendón tipo 2 ..... 280 mm

La definición geométrica exacta de los cajetines de anclaje en extremos de vigas y demás detalles específicos, deberá ser realizada por el proyectista a la vista de las características y exigencias técnicas del sistema de pretensado elegido.

Si alguna o varias de las características enumeradas en los párrafos anteriores, no coincidieran con las del sistema de pretensado elegido, éste podrá utilizarse previa comprobación de que los efectos a que dan lugar en la estructura ambos pretensados, sean idénticos.

#### 1.6.-TERRÉNO DE CIMENTACION Y CARACTERISTICAS DEL RELLENO DE TRASDOS

##### 1.6.1.- TERRENO DE CIMENTACION

Se han considerado cuatro tipos de terreno de cimentación caracterizados por su tensión admisible.

Se entiende por tensión admisible del terreno ( $\sigma_{adm}$ ) la máxima tensión que la puede transmitir la zapata en el supuesto de un reparto uniforme cúbico-céntrico con la resultante vertical de las fuerzas que actúan sobre la cimentación.

Se ha considerado un ángulo de rozamiento ( $\phi_0$ ) con la zapata para cada tipo de terreno.

Los cuatro tipos de terreno de cimentación considerados tienen las siguientes características:

- Terreno tipo A

$\sigma_{adm} \Rightarrow 2,0 \text{ kp/cm}^2$

$\delta_o = 22$

- Terreno tipo B

$\sigma_{adm} \Rightarrow 3,0 \text{ kp/cm}^2$

$\delta_o = 25$

- Terreno tipo C

$\sigma_{adm} \Rightarrow 5,0 \text{ kp/cm}^2$

$\delta_o = 30$

- Terreno tipo D

$\sigma_{adm} \Rightarrow 7,0 \text{ kp/cm}^2$

$\delta_o = 35$

1.6.2.- CARACTERISTICAS DEL RELLENO DE TRASDOS.

En los cálculos se ha considerado un relleno de material granular en el trasdós de los muros de los estribos. Sus características son:

- Peso específico .....  $\gamma = 1,8$

- Ángulo de rozamiento interno .....  $\varphi = 35^\circ$

- Ángulo de rozamiento con el muro .....  $\delta = 0^\circ$

- Cohesión .....  $c = 0$

- Coeficiente de empuje activo .....  $\lambda_a = 0,33$

- Talud de terraplén .....  $2 : 1$

1.7.- COEFICIENTES DE SEGURIDAD

De acuerdo con los niveles de control de calidad definidos en 1.4, se adoptan los siguientes coeficientes de seguridad:

1.7.1.- ESTADOS LIMITES DE UTILIZACION

- Coeficiente de minoración para el hormigón ....  $\gamma_c = 1$

- Coeficiente de minoración para el acero activo y pasivo .....  $\gamma_s = 1$

- Coeficiente de ponderación de la fuerza de pretensado .....  $\gamma_p = 0,9 \text{ ó } 1,1$

- Coeficiente de ponderación de acciones .....  $\gamma_f = 1$

1.7.2.- ESTADOS LIMITES ULTIMOS

- Coeficiente de minoración para el hormigón ....  $\gamma_c = 1,5$

- Coeficiente de minoración para el acero activo y pasivo .....  $\gamma_s = 1,15$

- Coeficiente de ponderación de la fuerza de pretensado .....  $\gamma_p = 1$

Los coeficientes de ponderación de acciones y de seguridad al deslizamiento se han adoptado, en función de la fase de comprobación a que correspondan, con los siguientes valores:

a) Fases de construcción

- Coeficiente de ponderación de acciones .....  $\gamma_f = 1,30$

- Coeficiente de seguridad al deslizamiento .....  $\gamma_d = 1,40$

b) Fases de servicio

- Coeficiente de ponderación de acciones

Tablero .....  $\gamma_f = 1,5$

Piles y estribos .....  $\gamma_f = 1,6$

- Coeficiente de seguridad al deslizamiento .....  $\gamma_d = 1,60$

En la determinación de los anteriores coeficientes ha sido tenido en cuenta lo establecido en los artículos 4.2.2.1 y 5 de la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera".

1.8.- ACCIONES

Se han considerado para el cálculo las siguientes acciones:

1.8.1.- TABLEROS

- Cargas permanentes

Cargas de borde: acera, barandilla y barrera con un valor máximo total de 750 kp/m en cada borde, para barrera rígida, y 640 kp/m para barrera semirrígida

Cargas en superficie: peso de la losa y pavimento

Cargas longitudinales en vigas: peso propio

- Sobrecargas

Uniforme en toda la plataforma: 400 kp/m<sup>2</sup>

Vehículo pesado: 6 cargas puntuales de 10 Mp dispuestas según la Instrucción de acciones

Sobrecarga frecuente: 40% de la sobrecarga máxima total

Acción sísmica

1.8.2.- PILAS

- Cargas permanentes

Peso propio de la pila

Peso propio del relleno sobre zapatas

Acción permanente del tablero

- Sobrecargas

Acción de la sobrecarga en el tablero

Frenado

Viento transversal sobre el tablero

Viento transversal y longitudinal sobre el fuste y el dintel

Acción sísmica

1.8.3.- ESTRIBOS

- Cargas permanentes

Peso propio del estribo

Peso propio del relleno de trasdós

Acción permanente del tablero

- Sobrecargas

Acción de la sobrecarga del tablero

Sobrecarga uniforme de 1.000 kp/m<sup>2</sup> sobre el relleno de trasdós

Acciones locales debidas al vehículo-tipo de 60 Mp

Frenado

Acción sísmica

- Empuje del relleno de trasdós

Según la teoría de Rankine

1.9.- APOYOS

El cálculo y dimensionamiento de los apoyos de las vigas deberá ser realizado en cada caso por el proyectista en función de las características del puente (luzes, tipo de vigas, altura y rigidez de pilas y estribos, tipología de apoyos, etc) y del ambiente en que se encuentre a estructura (humedad, grado sísmico, etc), debiéndose cumplir las limitaciones sobre acciones horizontales en apoyos contenidas en el apartado 1.2.1.

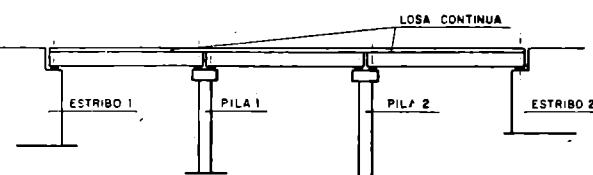
En el plano 2.17 se incluyen los datos básicos para la realización de los mencionados cálculos, que son:

- Reacción vertical mínima por apoyo en servicio
- Reacción vertical máxima por apoyo en servicio
- Giro previsto por apoyo

Se dan asimismo los valores totales por tablero de la fuerza horizontal debida al sismo, que ha servido de base para el cálculo de los topes horizontales.

En tableros de planta curva los valores de la fuerza centrífuga se determinarán en cada caso.

## 1.10.- EJEMPLO DE COMPROBACION DE APLICACION DE LA COLECCION



## Datos de proyecto:

- Luz de los tramos: 19,00 m
- Ancho de plataforma: 10,00 m
- Tipo de viga: II-A
- Altura de las pilas: 10,00 y 25,00 m
- Ambiente: humedad relativa del 90%
- Variación máxima de temperatura:  $\pm 16^\circ\text{C}$
- Colocación de vigas: 30 días después de hormigonadas
- Tipo de estribo: sin derrame frontal de tierras
- Grado sismico: G=VII

## Acortamiento de tableros

Cálculo del acortamiento total de las vigas, debido a la retracción, fluencia y temperatura.

## a) Acortamiento por retracción

La viga elegida, tipo II-A, tiene las siguientes características:

$$\text{área: } A = 0,62 \text{ m}^2$$

$$\text{perímetro: } u = 5,72 \text{ m}$$

De acuerdo con el art. 26.8 de la Instrucción EH-82:

$$\epsilon_i = (\beta_i - \beta_j) \cdot \epsilon_{01} \cdot \epsilon_{02}$$

$\epsilon_{01}$  para una humedad del 90% vale:  $-13 \cdot 10^{-5}$   
 $\epsilon_{02}$  depende del espesor ficticio  $e$ , que vale

$$e = \alpha \cdot 2 \cdot A / u$$

En nuestro caso  $\alpha$  vale 5, luego:

$$e = 5 \cdot 2 \cdot 0,62 / 5,72 = 1084 \text{ mm}$$

y por tanto

$$\epsilon_{02} = 0,75$$

En nuestro caso

$$t = \infty \Rightarrow \beta_i = 0,95$$

$$j = 30 \Rightarrow \beta_j = 0,02$$

$$\beta_i - \beta_j = 0,95 - 0,02 = 0,93$$

por tanto

$$\epsilon_i = 0,93 \cdot (-13 \cdot 10^{-5}) \cdot 0,75 = -9,07 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

Consideraremos, del lado de la seguridad, que

$$\epsilon_{ts} = \epsilon_i$$

## b) Acortamientos por fluencia

Según el art. 26.9 de la Instrucción EH-82

$$\epsilon_t = \varphi_t \cdot \frac{\sigma}{E_c}$$

donde:

$\sigma$  = tensión constantemente aplicada

$$E_c = 19000 \sqrt{f_{ck}}$$

$\varphi_t$  = coeficiente de fluencia.

La viga II-A tiene 4 tendones tensados cada uno de ellos a 84,75 MPa a los 21 días. Por lo tanto:

$$\sigma_{\text{initial}} = 4 \cdot 84,75 / 0,62 = 546,77 \text{ MPa/m}^2$$

Suponiendo unas pérdidas medias del 15%:

$$\sigma = 0,85 \cdot 546,77 = 464,75 \text{ MPa/m}^2$$

adoptando para el cálculo, de un modo conservador

$$\sigma = 500 \text{ MPa/m}^2$$

$E_c$ , para una  $f_{ck} = 350 \text{ kp/cm}^2$ , vale

$$E_c = 19000 \sqrt{350} = 3,55 \cdot 10^6 \text{ MPa/m}^2$$

$\varphi_t$ , según el art. 26.9, vale:

$$\varphi_t = \beta_a(j) + \varphi_{01} \cdot \varphi_{02} \cdot (\beta_{01} - \beta_{02}) + 0,4 \cdot \beta_{ij}$$

La fluencia se contabiliza a partir del momento de colocación de las vigas, luego  $j = 30$  días y  $t = \infty$  (\*). Siguiendo el citado art. 26.9:

$$\beta_a(j) = 0,8 \cdot (1 - \frac{f_j}{f_{\infty}}) = 0,8 \cdot (1 - 0,64) = 0,29$$

$$\varphi_{01} = 1,00$$

$$\varphi_{02} = 1,25$$

$$\beta_{01} = 1,00$$

$$\beta_{02} = 0,25$$

$$\beta_{ij} = 1,00$$

luego:

$$\varphi_t = 1,63$$

y por tanto:

$$\epsilon_t = 1,63 \cdot 500 / 3,55 \cdot 10^6 = 22,96 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

## c) Acortamientos por temperatura

$$\epsilon_t = \alpha \cdot \Delta_t = 10^{-5} \cdot 16 = 16 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

El acortamiento por metro del tramo será la suma de todos los acortamientos (retracción, fluencia y temperatura):

$$\epsilon_t = 9,07 \cdot 10^{-5} + 22,96 \cdot 10^{-5} + 16 \cdot 10^{-5} = 48,03 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

luego el acortamiento total por tramo será:

$$\Delta_t = 48,03 \cdot 10^{-5} \cdot 19 \text{ m} = 0,91 \text{ cm}$$

\* Dada la pequeña diferencia (9 días) se identifica el momento de puesta en carga, 21 días, con el momento de colocación de las vigas. En rigor habría que tener en cuenta que ya se ha producido parte de la fluencia cuando se colocan las vigas.

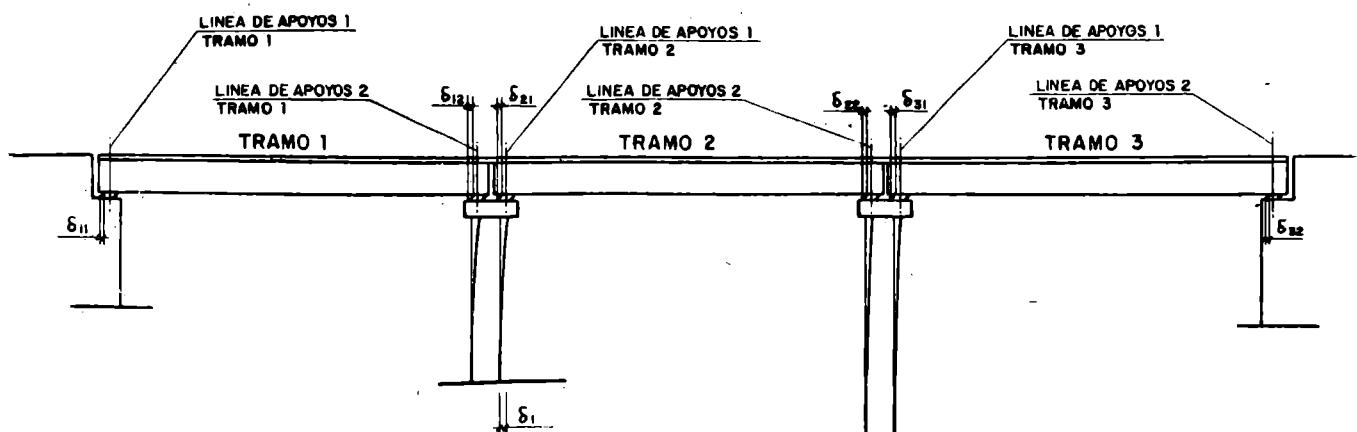


FIGURA 1

## Dimensionamiento de los aparatos de apoyo

De acuerdo con los datos de la Colección se adoptan, siguiendo las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera" (MOPU, 1982), los siguientes apoyos:

- en estribos: apoyos tipo A de 250x300x5(8+3)
- en pilas : apoyos tipo A de 250x300x2(8+3)

## Acciones lentas en apoyos

De acuerdo con la figura 1, será:

$\delta_{11}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 1

$\delta_{12}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 1

$\delta_{21}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 2

$\delta_{22}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 2

$\delta_{31}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 3

$\delta_{32}$  = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 3

$\delta_1$  = movimiento de la pila 1

$\delta_2$  = movimiento de la pila 2

En los estribos, al ser sin derrame frontal de tierra, esto es, con muros en vuelta, se considera que su movimiento, a causa de las acciones ejercidas por el tablero, es despreciable.

Se pueden plantear entonces las siguientes ecuaciones de compatibilidad:

$$(\delta_1 + \delta_{12}) - \delta_{11} = \Delta l_1$$

$$(\delta_2 + \delta_{22}) - (\delta_1 + \delta_{21}) = \Delta l_2$$

$$\delta_{22} - (\delta_2 + \delta_{31}) = \Delta l_3$$

donde  $\Delta l_1$ ,  $\Delta l_2$  y  $\Delta l_3$  son los alargamientos de cada uno de los tramos. En nuestro caso particular de forjado continuo, se verificará que:

$$\delta_{12} = \delta_{21} \quad \text{y} \quad \delta_{22} = \delta_{31}$$

y llamando

$$\delta'_1 = \delta_{12} - \delta_{21}$$

$$\delta'_2 = \delta_{22} - \delta_{31}$$

las ecuaciones de compatibilidad se pueden expresar del modo siguiente:

$$(\delta_1 + \delta'_1) - \delta_{11} = \Delta l_1$$

$$(\delta_2 + \delta'_2) - (\delta_1 + \delta'_1) = \Delta l_2$$

$$\delta_{32} - (\delta_2 + \delta'_2) = \Delta l_3$$

Si definimos como rigidez  $K_{ij}$  de una línea de apoyos al cociente entre la fuerza aplicada  $F$  y la deformación producida en la línea de apoyos (figura 2) y análogamente en las pilas una rigidez  $K_i$  (figura 3),

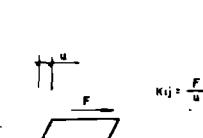


FIGURA 2

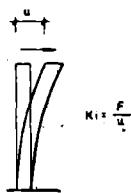


FIGURA 3

se pueden plantear las siguientes ecuaciones:

- de equilibrio de pilas

$$(K_{12} + K_{21}) \cdot \delta_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$(K_{22} + K_{31}) \cdot \delta_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

- de equilibrio del tablero

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + (K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 + (K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

El conjunto de estas ecuaciones permite obtener todos los movimientos y, por tanto, a través de las rigideces, las fuerzas por apoyo.

Calcularemos a continuación las diversas rigideces:

a) Rigideces de pilas  $K_1$  y  $K_2$ .

Por la propia definición de rigidez (fuerza/desplamiento), y según la flecha de una ménula, tendremos:

$$K_1 = \frac{3EI}{h_1^3}$$

$$K_2 = \frac{3EI}{h_2^3}$$

La inercia de la sección recta de la pila, vale:

$$I = 9,1 \cdot 1,35^3 / 12 = 1,87 \text{ m}^4$$

El módulo de elasticidad, al tratarse de acciones lentas (temperatura, retracción y fluencia), vale:

$$E = \frac{E_{\text{instantáneo}}}{1 + \varphi}$$

donde:  $\varphi$  = coeficiente de fluencia

$$E_{\text{instantáneo}} = 19000 \sqrt{f_{ck}} = 19000 \sqrt{250} = 3 \cdot 10^6 \text{ MP/m}^2$$

Para la evaluación de  $\varphi$  se procede análogamente al caso de la viga, es decir:

$$\text{área: } A = 1,35 \cdot 9,10 = 12,92 \text{ m}^2$$

$$\text{perímetro: } u = (1,35 + 9,10) \cdot 2 = 20,90 \text{ m}$$

luego

$$e = \alpha \cdot 2 \cdot A / u = 5 \cdot 2 \cdot 12,92 / 20,90 = 5,880 \text{ mm}$$

dremos: Siguiendo lo establecido por el artículo 26.9, tenemos:

$$\beta_{0(30)} = 0,8 \cdot (1 - 0,68) = 0,26$$

$$\beta_{\varphi} = 1,00$$

$$\beta_{30} = 0,25$$

$$\beta'_{\infty-30} = \beta'_{\varphi} = 1,00$$

$$\varphi_{01} = 1,00$$

$$\varphi_{02} = 1,12$$

luego

$$\varphi = 1,50$$

$$y \quad E = 3 \cdot 10^6 / (1 + 1,50) = 1,2 \cdot 10^6 \text{ MP/m}^2$$

y por lo tanto, las rigideces de pilas serán:

$$K_1 = 3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 1,07 / 10^3 = 6732,00 \text{ MP/m}$$

$$K_2 = 3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 1,07 / 25^3 = 430,85 \text{ MP/m}$$

## b) Rigideces de las líneas de apoyo

Para un ancho de plataforma de 10,00 m hay 5 vigas, es decir, existen 5 apoyos por cada línea de apoyos. De acuerdo con las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de apoyos elastoméricos para puentes de carretera", para acciones lentas tomaremos un módulo de elasticidad transversal para los apoyos de neopreno de  $G = 100 \text{ MP/m}^2$ .

## - Rigideces en líneas de apoyos de estribos

Si se aplica una fuerza de 1 MPa a la línea de apoyos la fuerza por apoyo será:

$$H = 1/5 = 0,20 \text{ MPa}$$

El espesor de los neoprenos, despreciando las capas de recubrimiento es:

$$T = 5 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

luego

$$u = \frac{H}{a \cdot b \cdot G} \cdot T = \frac{0,20}{0,25 \cdot 0,30 \cdot 100} \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 1,067 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

y

$$K_{11} = K_{32} = \frac{1}{1,067 \cdot 10^{-3}} = 937,21 \text{ MP/m}$$

## - Rigideces de líneas de apoyos de pilas

Los apoyos sobre pilas son todos iguales, luego:

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31}$$

y procediendo análogamente a como se ha hecho para estribos, tendremos:

$$T = 2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 16 \cdot 10^{-3}$$

$$u = \frac{0,20}{0,25 \cdot 0,30 \cdot 100} \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,427 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31} = \frac{1}{0,427 \cdot 10^{-3}} = 2341,92 \text{ Mp/m}$$

Resumiendo, tenemos las siguientes ecuaciones:

- de compatibilidad:

$$(\delta_1 + \delta'_1) - \delta_{11} = \Delta l_1$$

$$(\delta_2 + \delta'_2) - (\delta_1 + \delta'_1) = \Delta l_2$$

$$\delta_{32} - (\delta_2 + \delta'_2) = \Delta l_3$$

- de equilibrio de pilas:

$$(K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$(K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

- de equilibrio del tablero:

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + (K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 + (K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

Si llamamos

$$K'_1 = K_{12} = K_{21}$$

$$K'_2 = K_{22} = K_{31}$$

y sustituimos las ecuaciones de equilibrio de pilas en las de compatibilidad, tendremos:

$$\left[ \frac{K_{12} + K_{21}}{K_1} \cdot \delta'_1 + \delta'_1 \right] - \delta_{11} = \Delta l_1$$

$$\left[ \frac{K_{22} + K_{31}}{K_2} \cdot \delta'_2 + \delta'_2 \right] - \left[ \frac{K_{12} + K_{21}}{K_1} \cdot \delta'_1 + \delta'_1 \right] = \Delta l_2$$

$$\delta_{32} - \left[ \frac{K_{22} + K_{31}}{K_2} \cdot \delta'_2 + \delta'_2 \right] = \Delta l_3$$

es decir:

$$\frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 - \delta_{11} = \Delta l_1$$

$$\frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 - \frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 = \Delta l_2$$

$$\delta_{32} - \frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 = \Delta l_3$$

y la ecuación de equilibrio del tablero:

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + 2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 + 2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

Sustituyendo valores numéricos:

$$1,696 \cdot \delta'_1 - \delta_{11} = -0,91$$

$$11,871 \cdot \delta'_2 - 1,696 \cdot \delta'_1 = -0,91$$

$$\delta_{32} - 11,871 \cdot \delta'_2 = -0,91$$

$$937,21 \cdot \delta_{11} + 4683,84 \cdot \delta'_1 + 4683,84 \cdot \delta'_2 + 937,21 \cdot \delta_{32} = 0$$

y resolviéndolo obtenemos:

$$\delta'_1 = 0,143 \text{ cm}$$

pudiendo entonces calcular los demás movimientos, es decir:

$$\delta_{11} = 1,153 \text{ cm}$$

$$\delta'_2 = -0,057 \text{ cm}$$

$$\delta_{32} = -1,581 \text{ cm}$$

$$\delta_1 = 0,099 \text{ cm}$$

$$\delta_2 = -0,620 \text{ cm}$$

Las fuerzas en cada línea de apoyos serán:

$$H_L = \text{Rigidez} \cdot \text{Desplazamiento}$$

y por apoyo

$$H_L = H_L / 5$$

luego tendremos:

$$\text{Estribio 1 } H_1 = 937,21 \cdot 1,153 \cdot 10^2 / 5 = 2,16 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1 } H_1 = 2341,92 \cdot 0,143 \cdot 10^2 / 5 = 0,67 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2 } H_1 = 2341,92 \cdot (-0,057 \cdot 10^2) / 5 = -0,27 \text{ Mp}$$

$$\text{Estríbilo 2 } H_1 = 937,21 \cdot (-1,581 \cdot 10^2) / 5 = -2,96 \text{ Mp}$$

De los datos de la colección obtenemos:

$$R_{\text{máx}} \text{ por apoyo} = 81,5 \text{ Mp}$$

verificándose que:

$$H_1 < 0,06 \cdot R_{\text{máx}} = 0,06 \cdot 81,5 = 4,89 \text{ Mp}$$

siendo por tanto de aplicación los elementos de esta colección.

#### Acciones instantáneas

Con la misma notación del apartado anterior, se puede plantear el siguiente sistema de ecuaciones:

- de compatibilidad

$$\delta_1 + \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$\delta_2 + \delta'_2 = \delta_1 + \delta'_1$$

$$\delta_{32} = \delta_2 + \delta'_2$$

- de equilibrio de pilas

$$2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

- de equilibrio del tablero

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + 2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 + 2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = H$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$\frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$\frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 = \frac{2K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1$$

$$\delta_{32} = \frac{2K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2$$

a) Rigidetes de pilas  $K_1$  y  $K_2$

Se adopta, al tratarse de acciones instantáneas,

$$E = E \text{ instantáneo} = 3 \cdot 10^6 \text{ Mp/m}^2$$

y de los cálculos anteriores:

$$K_1 = 16830,00 \text{ Mp/m}$$

$$K_2 = 1077,13 \text{ Mp/m}$$

b) Rigidetes de las líneas de apoyo

Adoptaremos un módulo de elasticidad transversal:

$$G = 200 \text{ Mp/m}^2$$

luego:

$$K_{11} = K_{32} = 2 \cdot 937,21 = 1874,42 \text{ Mp/m}$$

Análogamente:

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31} = 2 \cdot 2341,92 = 4683,84 \text{ Mp/m}$$

y sustituyendo en las ecuaciones anteriores:

$$1,557 \cdot \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$9,697 \cdot \delta'_2 = 1,557 \cdot \delta'_1$$

$$\delta_{32} = 9,657 \cdot \delta'_2$$

$$1874,42 \cdot \delta_{11} + 937,21 \cdot \delta'_1 + 937,21 \cdot \delta'_2 + 1874,42 \cdot \delta_{32} = H$$

Resolveremos el sistema para los valores de  $H$  correspondientes a frenado y sismo:

- Frenado

Se toma  $H$  frenado según la Instrucción de acciones:

$$H \text{ frenado} = (60 + 0,4 \cdot 3 \cdot 19 \cdot 10) / 20 = 14,4 \text{ Mp}$$

y resolviendo el sistema:

$$\delta'_1 = 0,086 \text{ cm}$$

$$\delta_{11} = 0,134 \text{ cm}$$

$$\delta'_2 = 0,014 \text{ cm}$$

$$\delta_{32} = 0,134 \text{ cm}$$

Análogamente a como se ha procedido en el caso anterior:

$$\begin{array}{ll} \text{Estríbilo 1 } H_1 = 1874,42 \cdot 0,134 \cdot 10^2 / 5 = 0,50 \text{ Mp} \\ \text{Pila 1 } H_1 = 4683,84 \cdot 0,086 \cdot 10^2 / 5 = 0,81 \text{ Mp} \\ \text{Pila 2 } H_1 = 4683,84 \cdot 0,014 \cdot 10^2 / 5 = 0,13 \text{ Mp} \\ \text{Estríbilo 2 } H_1 = 1874,42 \cdot 0,134 \cdot 10^2 / 5 = 0,50 \text{ Mp} \end{array}$$

## - Sismo

Del cuadro de acciones sobre apoyos elastoméricos (plano 2.17 de la Colección), se obtiene:

H sismo por tablero = 28,3 Mp  
luego:

$$H_{\text{total}} = 3 \cdot 28,3 = 84,90 \text{ Mp}$$

Las fuerzas por apoyo serán directamente proporcionales a las obtenidas para el frenado, luego:

$$\text{Estríbilo 1 } H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,50 = 2,95 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1 } H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,81 = 4,78 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2 } H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,13 = 0,77 \text{ Mp}$$

$$\text{Estríbilo 2 } H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,50 = 2,95 \text{ Mp}$$

luego las fuerzas instantáneas totales por apoyo son:

$$\text{Estríbilo 1 } H_i = 3,45 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1 } H_i = 5,59 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2 } H_i = 0,90 \text{ Mp}$$

$$\text{Estríbilo 2 } H_i = 3,45 \text{ Mp}$$

cumpliéndose que:

$$H_i < 0,08 \cdot R_{\text{máx}} = 0,08 \cdot 81,5 = 6,52 \text{ Mp}$$

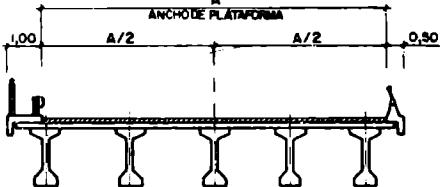
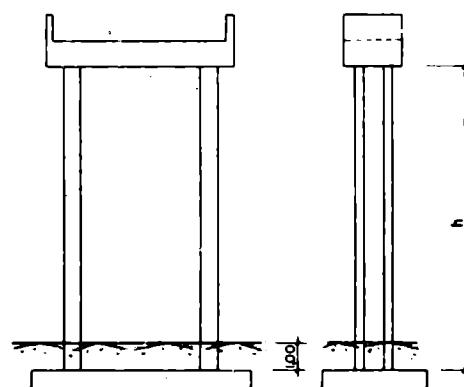
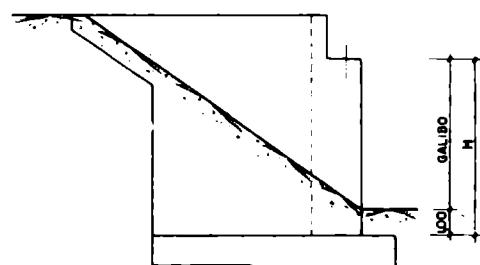
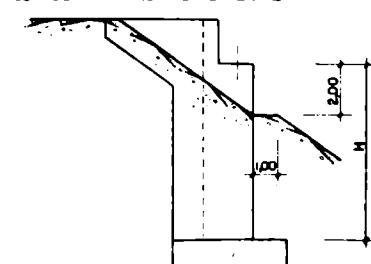
siendo por tanto de aplicación los elementos de esta Colección

## 2.- PLANOS

## INDICE DE PLANOS

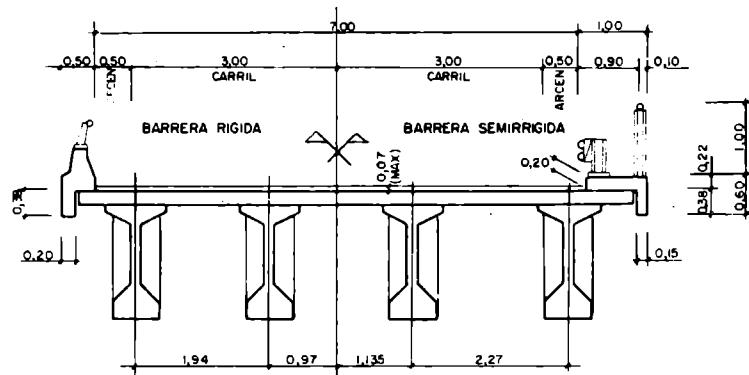
CONCEPTO	PLANOS
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	2.1
TABLEROS - SECCIONES GENERALES	2.2
PILAS - ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.3
ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	
PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.4
ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	
PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.5
PLANO - GUIA DE LOCALIZACION DE ELEMENTOS	2.6
TABLEROS	2.7 A 2.17
PILAS	2.18 A 2.48
ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	2.49 A 2.58
ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	2.59 A 2.68
TOPES SISMICOS	2.69 A 2.70
DETALLES	2.71

## ELEMENTOS ESTRUCTURALES

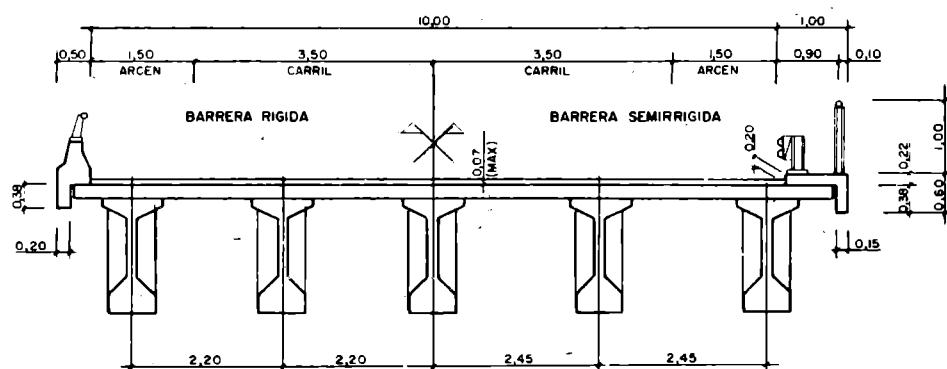
TABLEROS		CARACTERISTICAS	
		LUCES: MINIMA= 15,00 MAXIMA= 38,40 7,00 m ANCHOS DE PLATAFORMA: 10,00 m 12,00 m TIPOS DE BARRERA: SEMIRRIGIDA RIGIDA GRADO DE SISMICIDAD < VII	
PILAS		CARACTERISTICAS	
		ALTURA MAXIMA H = 30,00 m  TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO DE CIMENTACION: $G_{adm} >$ 2,00 kp/cm <sup>2</sup> 3,00 kp/cm <sup>2</sup> 5,00 kp/cm <sup>2</sup> 7,00 kp/cm <sup>2</sup>  GRADO DE SISMICIDAD < III	
ESTRIBOS		CARACTERISTICAS	
SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS 		ALTURA MAXIMA H = 8,00 m  TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO DE CIMENTACION: $G_{adm} >$ 2,00 kp/cm <sup>2</sup> 3,00 kp/cm <sup>2</sup> 5,00 kp/cm <sup>2</sup> 7,00 kp/cm <sup>2</sup>  GRADO DE SISMICIDAD < III	
CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS 			

## SECCIONES TIPO DE TABLEROS

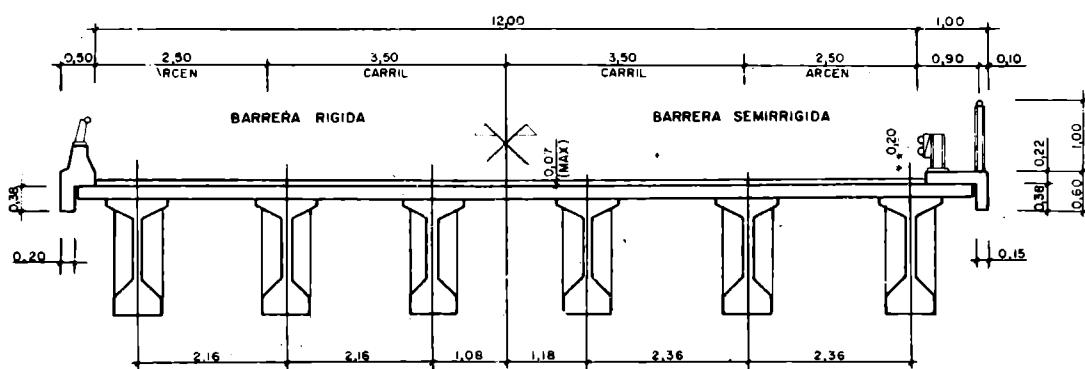
ANCHO DE PLATAFORMA 7,00m



ANCHO DE PLATAFORMA 10,00m



ANCHO DE PLATAFORMA 12,00m

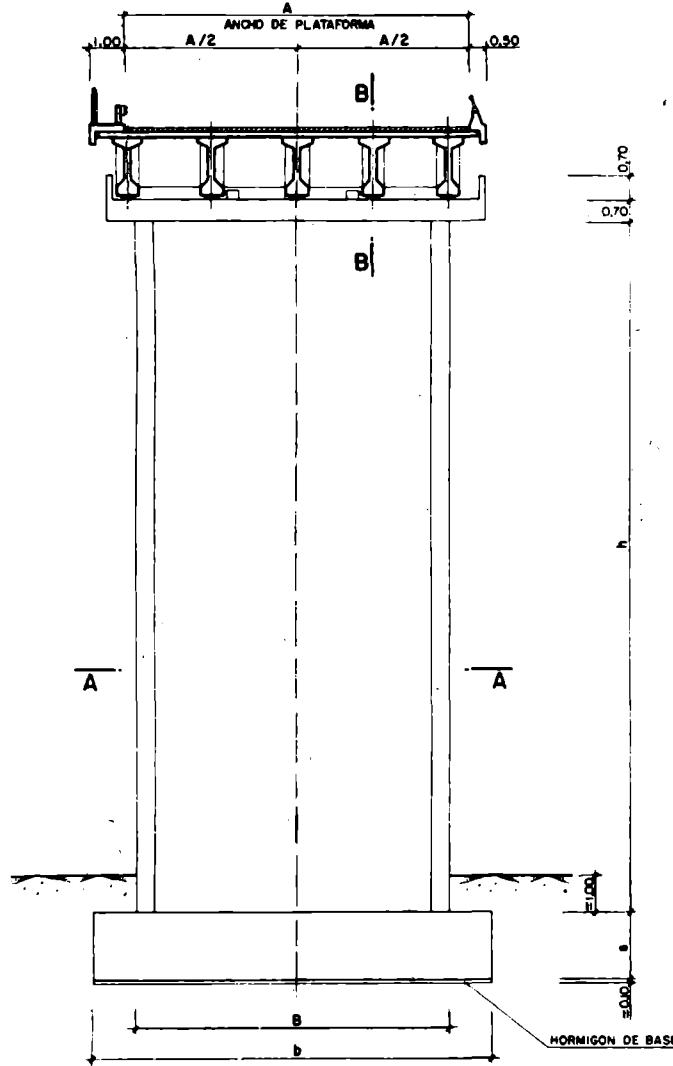
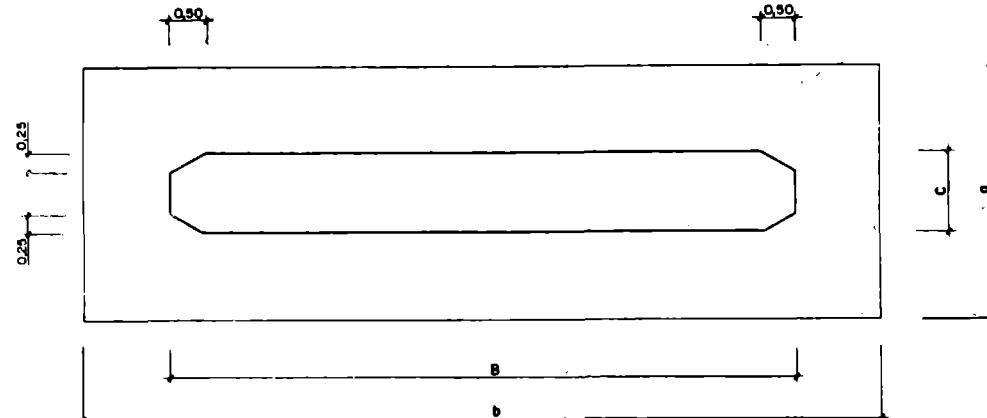
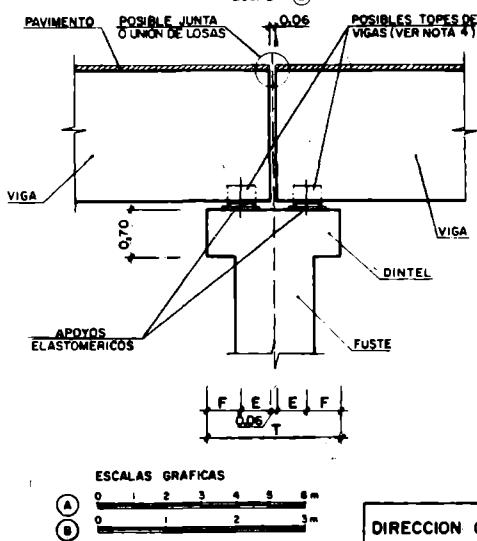


## NOTAS:

1- EL ESPESOR DE PAVIMENTO ES CONSTANTE Y CON UN VALOR MAXIMO DE 0,07 M EN TODO EL ANCHO DE LA LOSA

2- EL AJUSTE DE LA ESTRUCTURA A LAS PENDIENTES TRANSVERSALES DE LA PLATAFORMA SE CONSEGURA MEDIANTE LA INCLINACION DE LA LOSA SUPERIOR, PARA LA QUE EL PROYECTISTA DEFINIRA LAS COTAS EXACTAS DE CADA VIGA Y LAS NECESARIAS CUÑAS DE RECRECIDO DE LA LOSA O DE LA CABEZA DE LAS VIGAS EN NINGUN CASO EL PAVIMENTO, DE ESPESOR CONSTANTE, SUPERARA LOS 7 CENTIMETROS

## PILAS ALZADO Y SECCIONES GENERALES

SEMI-ALZADO  
BARRERA SEMIRRIGIDA  
ESCALA (A)SEMI-ALZADO  
BARRERA RIGIDA  
ESCALA (A)SECCION A-A  
ESCALA (B)SECCION B-B  
ESCALA (B)

DIMENSIONES DEL Dintel

	TIPO DE VIGA				
	I	II	III	IV	V
T (m)	1,96	1,96	2,26	2,26	2,26
E (m)	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
F (m)	0,55	0,50	0,60	0,55	0,50

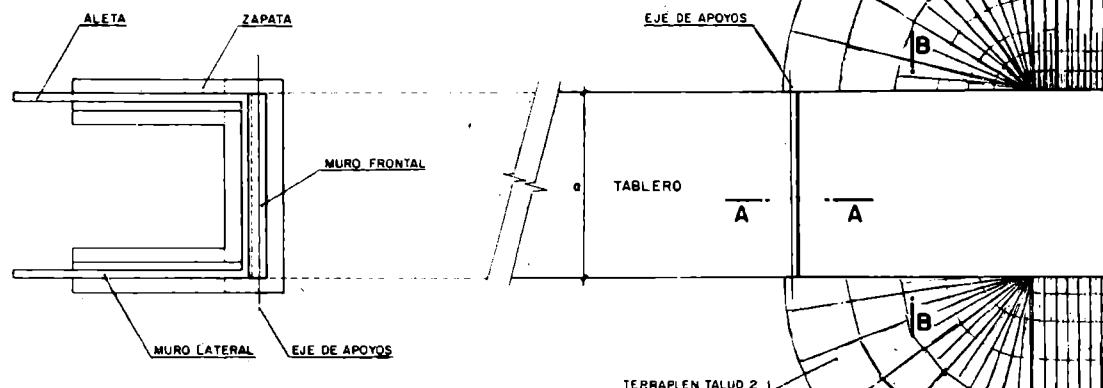
## NOTAS:

- 1 - EL CANTO C DE LAS PILAS ES FUNCION DE LA ALTURA Hmáx DE LA PILA MAS ALTA DEL PUENTE
- 2 - EL ANCHO B DE LAS PILAS DEPENDE DEL ANCHO A DE LA PLATAFORMA PERO NO DEL TIPO DE BARRERA UTILIZADO
- 3 - EL ANCHO DE PLATAFORMA (A) ESTA FORMADO POR CALZADA MAS ARCENES
- 4 - LOS TOPES DE VIGAS SOLO SE PONDRA EN CASO DE UTILIZACION EN ZONA DE GRADO SISMICO G = VII

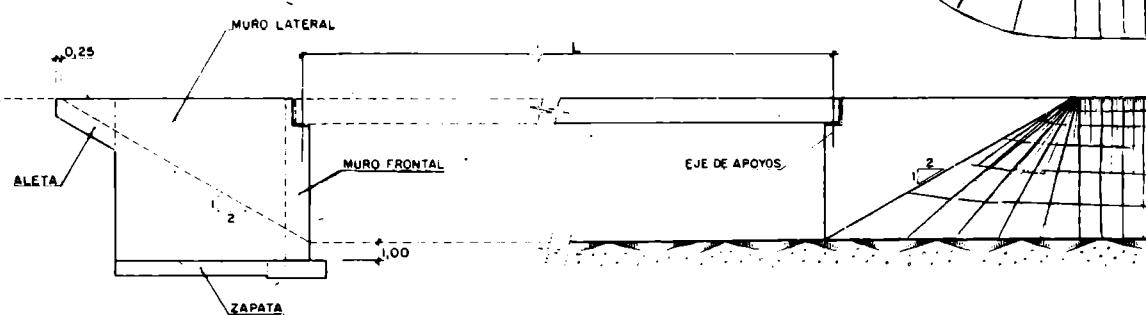
## ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

## PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES

## PLANTA



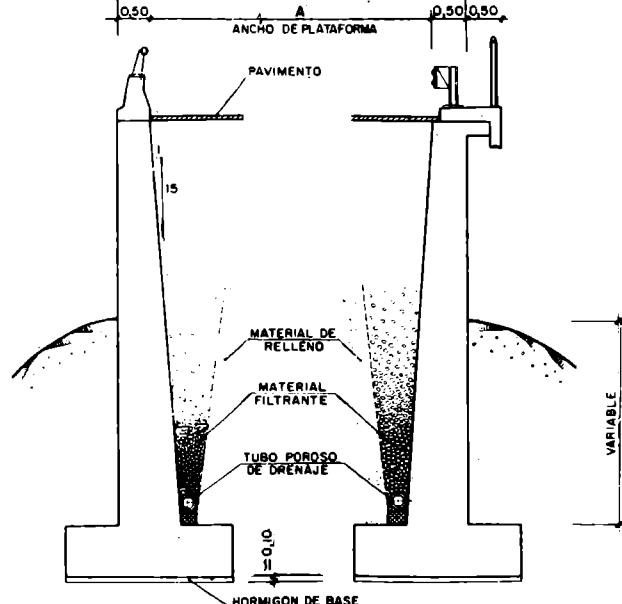
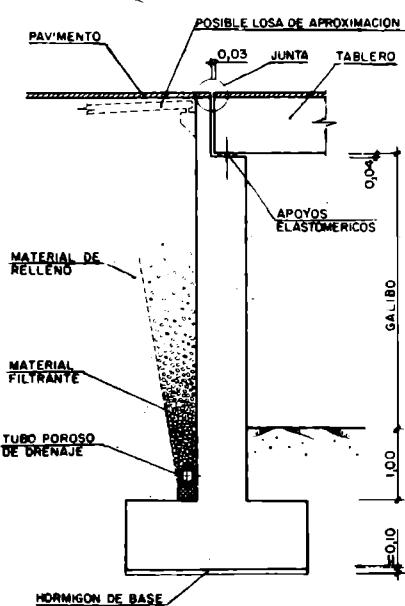
AL ZADQ



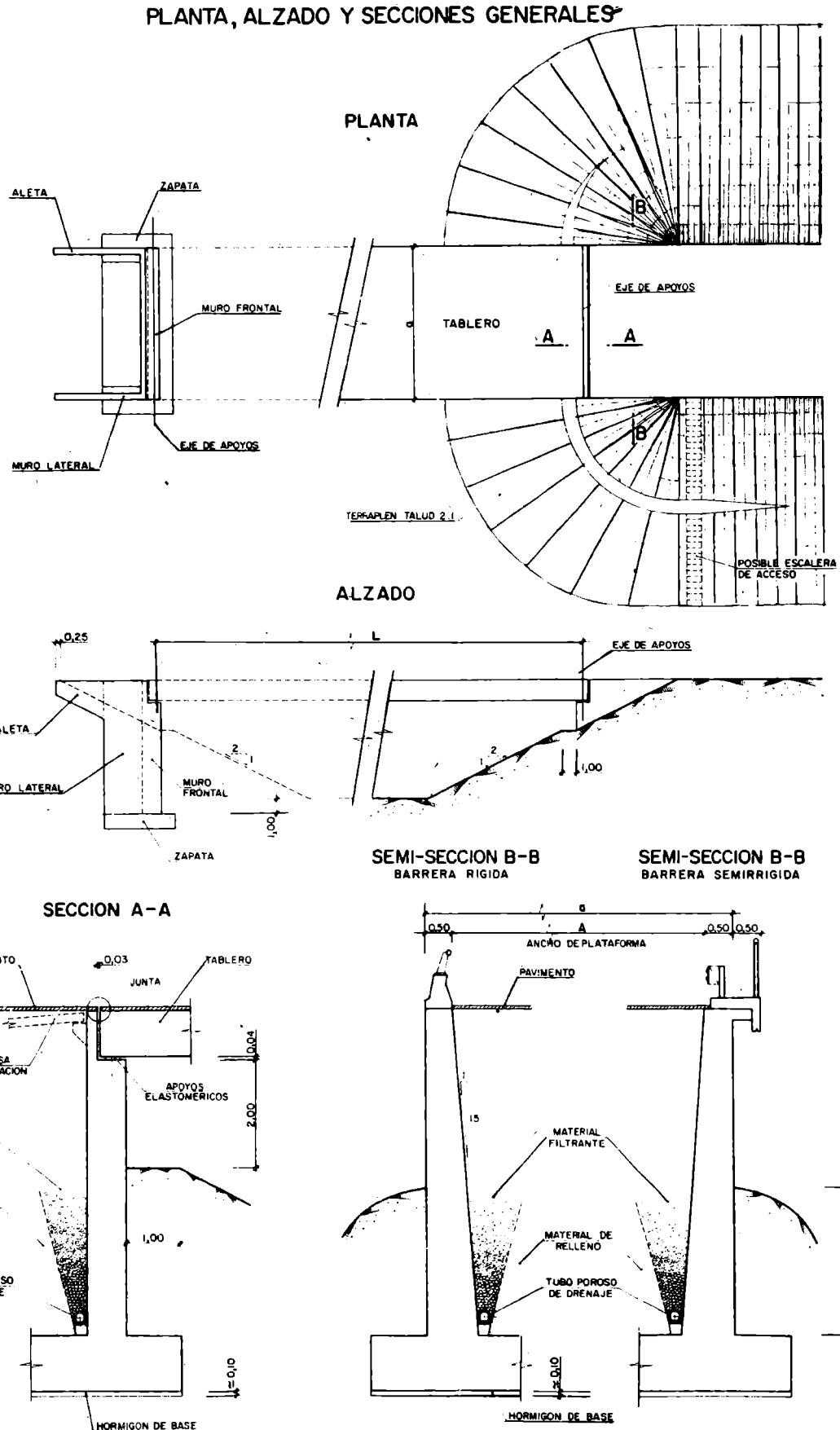
**SEMI-SECCION B-B**  
**BARRERA RIGIDA**

**SEMI-SECCION E-B  
BARRERA SEMIRR**

### SECCION A-A



**ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS**  
**PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES**



## PLANO-GUIA DE LOCALIZACION DE ELEMENTOS

## TABLEROS

ELEMENTO	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA PASIVA	PRETENSADO	MEDICION
VIGAS	2.7 A 2.9	2.10 A 2.11	2.12 A 2.15	3.1
LOSA	2.9	2.16	—	3.1
VIGA RIOSTRA	2.9	2.16	—	3.2
ACCIONES SOBRE APOYOS	2.17	—	—	—
DETALLES	2.71	—	—	—

## PILAS

ALTURA MAXIMA DE PILA EN EL PUENTE											
ELEMENTO		ANCHO DE PLATAFORMA	Hmax ≤ 10,00 m			10,00 < Hmax ≤ 20,00 m			20,00 < Hmax ≤ 30,00 m		
DINTEL	VIGAS I, II	7,00	2.22	3.3	2.18	2.22	3.3	2.18	2.22	3.3	
		10,00	2.24			2.24			2.24		
		12,00	2.26			2.26			2.26		
	VIGAS III, IV, V	7,00	2.23	3.3	2.18	2.23	3.3	2.18	2.23	3.3	
		10,00	2.25			2.25			2.25		
		12,00	2.27			2.27			2.27		
FUSTE		2.18	2.19 A 2.21	3.4 y 3.5	2.18	2.19 A 2.21	3.4 y 3.5	2.18	2.19 A 2.21	3.4 y 3.5	
ZAPATA	$G \geq 2,0 \text{ kp/cm}^2$	2.28 y 2.29	2.28 y 2.29	3.6	2.28 y 2.33	2.28 y 2.34	3.7	2.28 y 2.41	2.28 y 2.42	3.9	
		2.28 y 2.30	2.28 y 2.30			2.28 y 2.35		2.28 y 2.43	2.28 y 2.44		
		2.28 y 2.31	2.28 y 2.31			2.28 y 2.37	2.28 y 2.38	3.8	2.28 y 2.45	2.28 y 2.46	3.10
		2.28 y 2.32	2.28 y 2.32			2.28 y 2.39	2.28 y 2.40		2.28 y 2.47	2.28 y 2.48	
TOPES PARA ZONA DE GRADO SISMICO G = VII		2.69	2.70								

## ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

ELEMENTO	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA	MEDICION SEGUN LUZ DEL TABLERO		
			15,00 < L ≤ 20,00	20,00 < L ≤ 25,00	25,00 < L ≤ 35,00
MUROS	2.49 y 2.50	2.52 A 2.56	3.11	3.12	3.13
ZAPATA	$G \geq 2,0 \text{ kp/cm}^2$	2.51	3.14	3.18	—
			3.15	3.19	3.22
			3.16	3.20	3.23
			3.17	3.21	3.24
TOPES PARA ZONA DE GRADO SISMICO G = VII	2.69	2.70	—	—	—

## ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

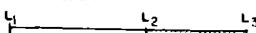
ELEMENTO	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA	MEDICION SEGUN LUZ DEL TABLERO		
			15,00 < L ≤ 20,00	20,00 < L ≤ 25,00	25,00 < L ≤ 35,00
MUROS	2.59 y 2.60	2.62 A 2.65	3.25	3.26	3.27
ZAPATA	$G \geq 2,0 \text{ kp/cm}^2$	2.61	3.28	3.32	3.36
			3.29	3.33	3.37
			3.30	3.34	3.38
			3.31	3.35	3.39
TOPES PARA ZONA DE GRADO SISMICO G = VII	2.69	2.70	—	—	—

## TIPOS DE VIGAS

BARRERA SEMIRRIGIDA

ANCHO DE PLATAFORMA	VIGA TIPO	15,00	20,00	LUZ 25,00	30,00	35,00	39,00
		15,00	17,50	19,70	21,90	23,90	26,50
7,00	I	15,00	17,50	19,70			
	II-A	16,50	19,40	21,90			
	II-B	18,50	21,60	23,90			
	III		20,50	24,60	27,50		
	IV-A			23,50	27,90	31,00	
	IV-B				26,50	30,40	33,40
	V				29,50	35,00	38,10
10,00	I	15,00	17,40	19,30			
	II-A	16,50	19,10	21,50			
	II-B	18,50	21,10	23,40			
	III		20,50	24,20	27,00		
	IV-A			23,50	27,50	30,60	
	IV-B				26,50	30,00	32,90
	V				29,50	34,50	37,60
12,00	I	15,00	17,50	19,50			
	II-A	16,50	19,20	21,70			
	II-B	18,50	21,30	23,70			
	III		20,50	24,40	27,20		
	IV-A			23,50	27,70	30,80	
	IV-B				26,50	30,20	33,10
	V				29,50	34,70	37,80

## SÍMBOLOGIA:

L<sub>1</sub> = LUZ MINIMA DEL TIPO DE VIGA CORRESPONDIENTEL<sub>2</sub> = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE IL<sub>3</sub> = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE II

NOTA: LAS VIGAS II-A Y II-B ASÍ COMO LAS  
IV-A Y IV-B SE DIFERENCIAN ENTRE  
SÍ UNICAMENTE POR SU ARMADURA  
ACTIVA

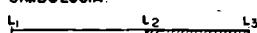
## TIPOS DE VIGAS

## BARRERA RIGIDA

ANCHO DE PLATAFORMA	VIGA TIPO	LUZ					
		15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	39,00
7,00	I	15,00	17,30	19,40			
	II-A	16,50	19,10	21,60			
	II-B	18,50	21,20	23,60			
	III	20,50	24,40	27,30			
	IV-A	23,50		27,80	31,00		
	IV-B		26,50	30,40	33,50		
	V			29,50	35,10	38,40	
10,00	I	15,00	16,70	18,80			
	II-A	16,50	18,50	21,00			
	II-B	18,50	20,60	23,00			
	III	20,50	23,70	26,60			
	IV-A	23,50		27,10	30,30		
	IV-B		26,50	29,60	32,70		
	V			29,50	34,30	37,50	
12,00	I	15,00	16,80	18,90			
	II-A	16,50	18,60	21,10			
	II-B	18,50	20,70	23,10			
	III	20,50	23,80	26,70			
	IV-A	23,50		27,20	30,40		
	IV-B		26,50	29,70	32,80		
	V			29,50	34,40	37,60	

NOTA: LAS VIGAS II-A Y II-B ASÍ COMO LAS IV-A Y IV-B SE DIFERENCIAN ENTRE SÍ UNICAMENTE POR SU ARMADURA ACTIVA

## SIMBOLOGÍA:



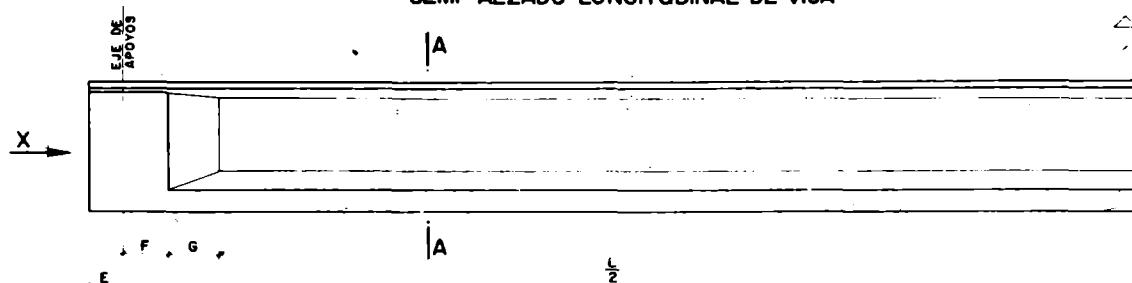
L<sub>1</sub> = LUZ MINIMA DEL TIPO DE VIGA CORRESPONDIENTE

L<sub>2</sub> = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE I

L<sub>3</sub> = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE II

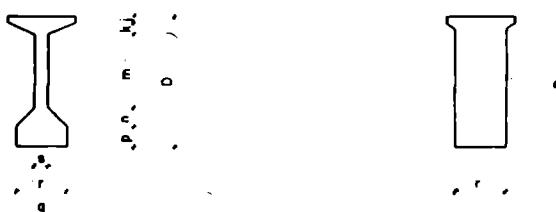
## DEFINICION GEOMETRICA DE TABLEROS

## SEMI-ALZADO LONGITUDINAL DE VIGA



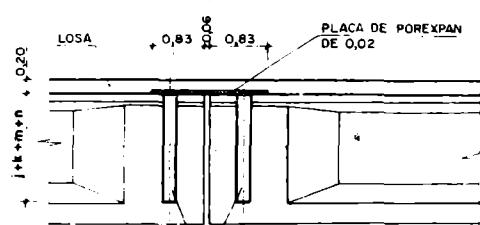
SECCION A-A

VISTA POR X



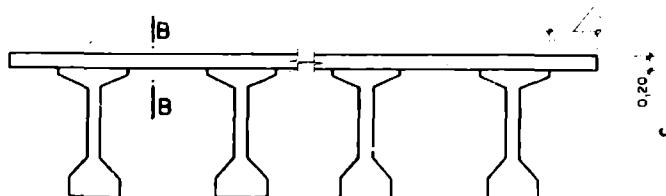
## CONSTANTES GEOMETRICAS DE LAS VIGAS

VIGA	LUZ	D	E	F	G	J	K	m	n	p	q	r	s
I	15,00 < L < 19,70	1,50	0,40	0,50	0,60	0,10	0,13	0,80	0,22	0,25	0,80	0,60	0,16
II	16,50 < L < 23,90	1,70	0,45	0,55	0,70	0,10	0,15	0,91	0,27	0,27	0,90	0,70	0,16
III	20,50 < L < 27,50	1,90	0,50	0,65	0,75	0,10	0,16	1,06	0,28	0,30	1,00	0,75	0,19
IV	23,50 < L < 33,50	2,10	0,55	0,70	0,85	0,10	0,17	1,23	0,30	0,30	1,10	0,80	0,19
V	29,50 < L < 38,40	2,30	0,60	0,80	0,90	0,10	0,18	1,37	0,30	0,35	1,20	0,80	0,19

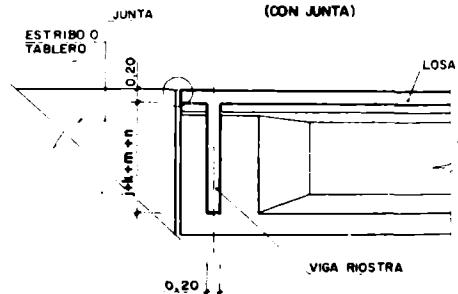
SECCION B-B  
(CON LOSA CONTINUA)

## LOSA

VARIABLE SEGUN ANCHO DE CALZADA, VIGA Y BARRERA



VIGAS RIOSTRAS

SECCION B-B  
(CON JUNTA)

## NOTAS:

- 1- PARA LUCES DE VIGAS VER PLANOS 27 Y 28
- 2- LOS SIMBOLOS  $P_{(1)}$  Y  $P_{(2)}$  DEL CUADRO DE CONTROL INDICAN LA CARGA DE ROTURA DE LOS DOS TIPOS DE TENDONES POSIBLES

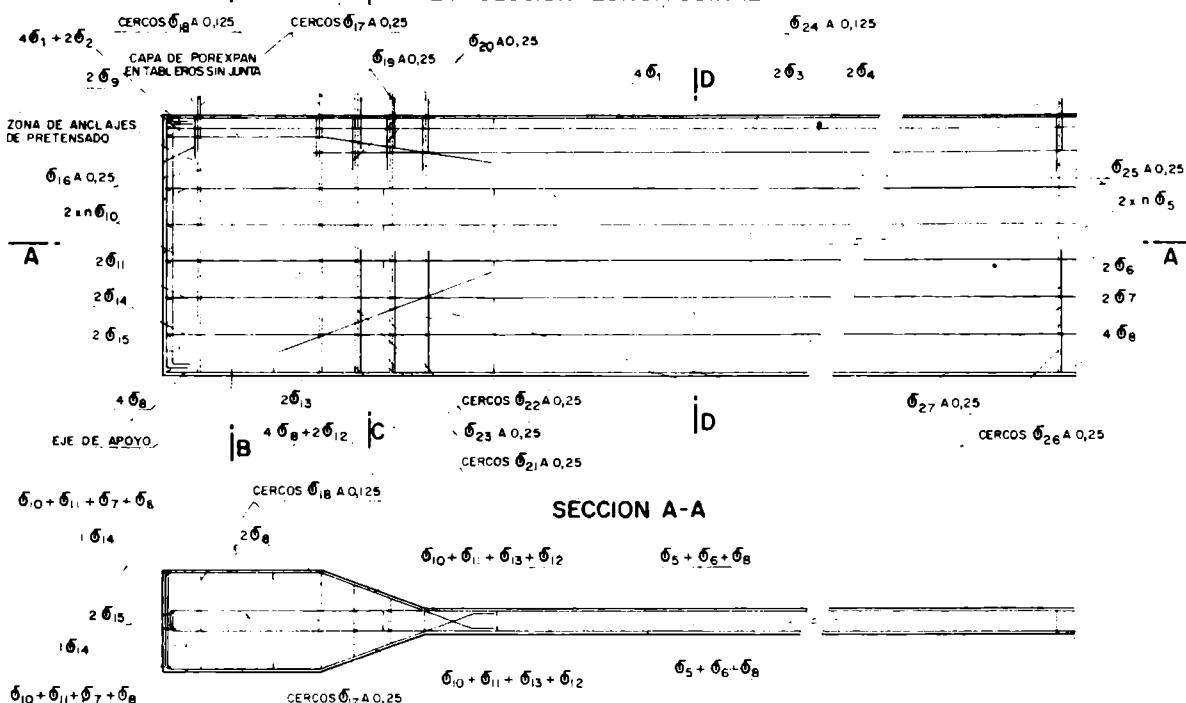
## CONTROL DE CALIDAD

	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORNIGON	VIGAS	H-350	NORMAL
	FORJADO Y RIOSTRAS	H-250	NORMAL
ACERO	ARMADURAS PASIVAS	AEH-400	NORMAL
	ARMADURAS ACTIVAS	$P_{(1)} \geq 113 \text{ Mp}$ $P_{(2)} \geq 226 \text{ Mp}$	NORMAL
EJECUCION		INTENSO	$\gamma_c = 1,50$

## ARMADURA DE VIGAS (I)

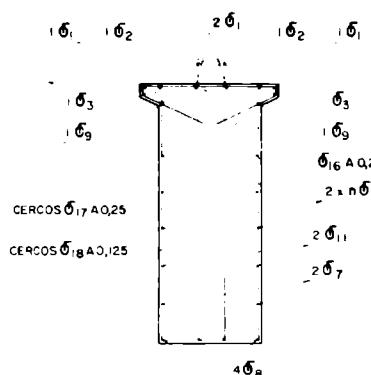
B

## C SEMI-SECCION LONGITUDINAL

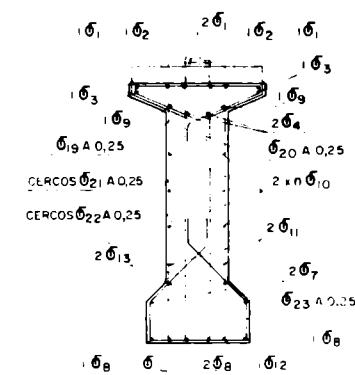


## SECCION B-B

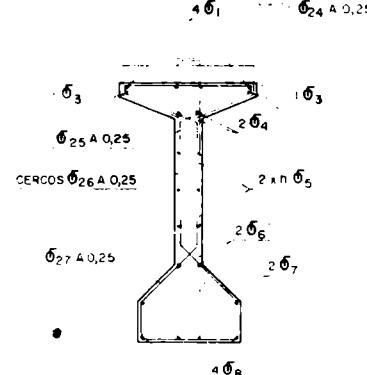
(TABLEROS CON JUNTA)



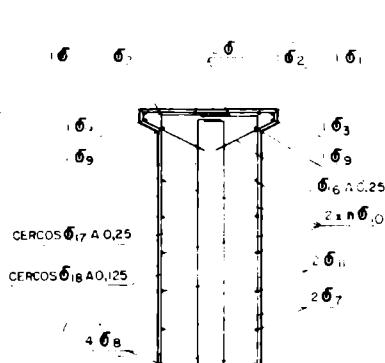
## SECCION C-C



## SECCION D-D



(TABLEROS SIN JUNTA)



## DIAMETRO Φ DE ARMADURAS

Φ 1 AΦ6	0
Φ 17	12
Φ 18 AΦ27	10

## Nº DE BARRAS Φ

VIGAS	n
I, II	2
III	3
IV, V	4

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	VIGAS H-350	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
	FORJADOS Y VIGAS RIESTRAS H-250	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
ACERO	ARMADURAS PASIVAS AEH-400	NORMAL $\gamma_b = 1,15$
	ARMADURAS ACTIVAS $P_{f,0} = 113 \text{ MP}$ $P_{f,0} = 226 \text{ MP}$	NORMAL $\gamma_b = 1,15$
	EJECUCION	INTENSO $\gamma_f = 1,50$

## NOTAS:

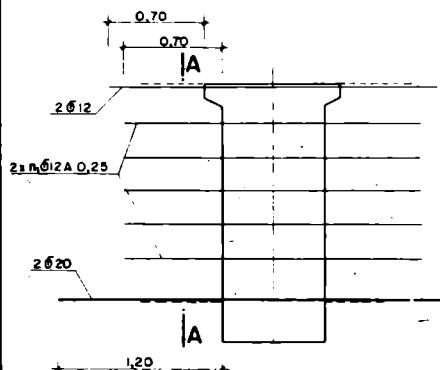
1 - LAS VIGAS, ADemas DE LA ARMADURA AQUí DEFINIDA, LLEVARAN LA ARMADURA ADICIONAL QUE SE INDICA EN EL PLANO 2 11

2 - LOS RECOBRIENTOS SERAN DE 0,02 m

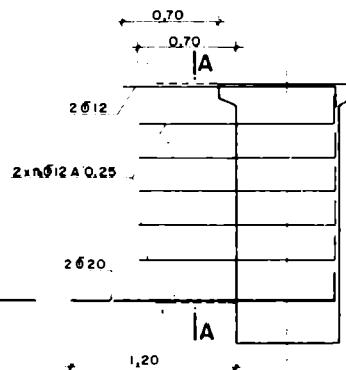
## ARMADURA DE VIGAS (II)

## ARMADURA ADICIONAL DE ESPERA DE VIGAS RIOSTRAS

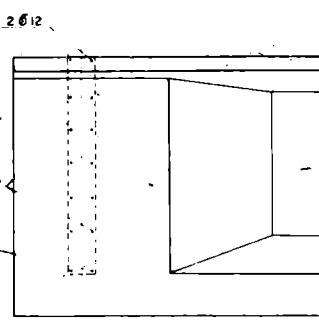
## VIGA INTERIOR



## VIGA EXTERIOR



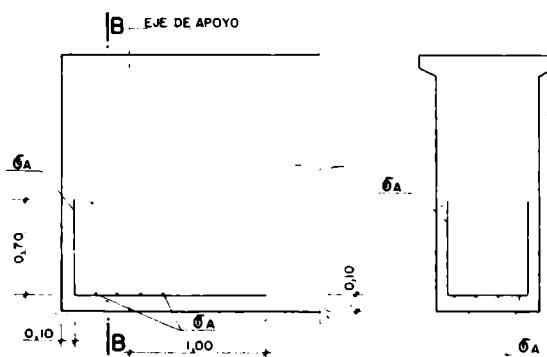
## SECCION A-A



EJE DE APOYOS

## ARMADURA ADICIONAL EN APOYOS

## SECCION B-B



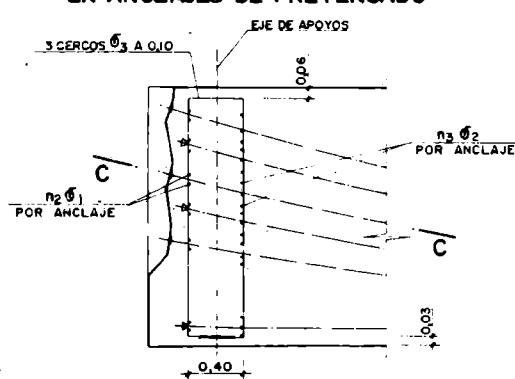
## ARMADURA 6A EN APOYOS

VIGA	6A
I	4 6 16 A 0,15
II	5 6 16 A 0,10
III	4 6 20 A 0,10
IV	4 6 20 A 0,10
V	5 6 20 A 0,10

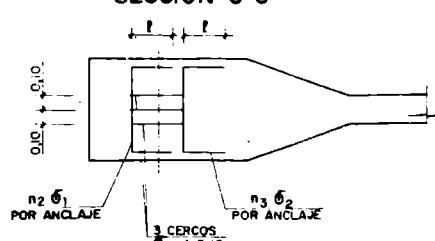
NUMERO n<sub>i</sub> DE BARRAS EN TRAVIESAS

VIGA	n <sub>i</sub>
I, II	4
III	5
IV, V	6

## ARMADURA ADICIONAL DE REFUERZO EN ANCLAJES DE PRETENSADO



## SECCION C-C



## NUMERO DE BARRAS Y DIAMETROS Ø EN REFUERZO DE ANCLAJES

VIGA	n <sub>2</sub>	Ø <sub>1</sub>	n <sub>3</sub>	Ø <sub>2</sub>	Ø <sub>3</sub>	t
I, II, III, IV-A	2	16	3	16	16	0,35
IV-B, V	3	20	3	20	20	0,45

## NOTAS:

1 - LA ARMADURA AQUÍ DIBUJADA ES ADICIONAL DE LA DEFINIDA EN EL PLANO 210

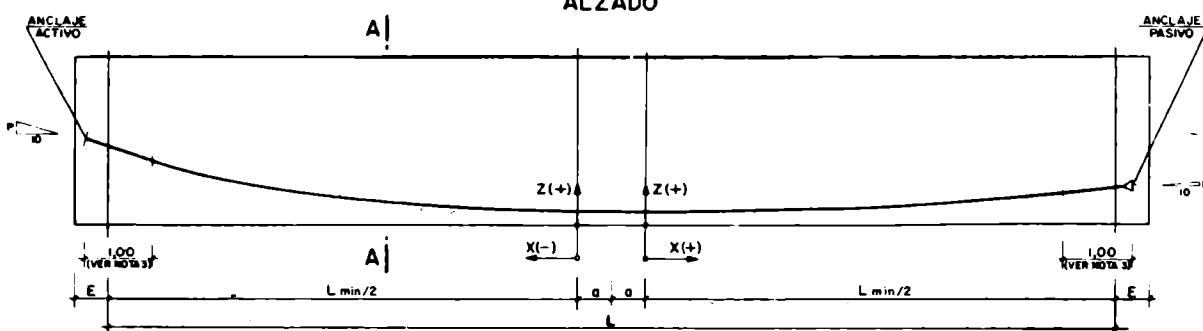
2 - LOS RECOBRIENTOS SERAN DE 0,02 m

## CONTROL DE CALIDAD

HORMIGON	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
	VIGAS	H-350	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
ACERO	FORJADOS Y VIGAS RIOSTRAS	H-250	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
	ARMADURAS PASIVAS	AEH-400	NORMAL $\gamma_c = 1,15$
	ARMADURAS ACTIVAS	$P_{r1} \geq 113 \text{ MP}$ $P_{r2} \geq 226 \text{ MP}$	NORMAL $\gamma_c = 1,15$
	EJECUCION		INTENSO $\gamma_f = 1,50$

## PRETENSADO DE VIGAS (I)

## ALZADO

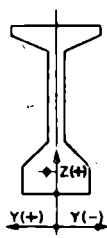


## PLANTA



## PRETENSADO DE VIGAS

## SECCION A-A



VIGA	NUMERO DE TENDONES	TIPO DE LOS TENDONES	FUERZA DE TESADO (kN)	
			A LOS 200 kPa/m²	A LOS 21 DIAS 300 kPa/m²
I	4	(1)	40,00	84,75
II-A	4	(1)	45,00	84,75
II-B	5	(1)	42,00	84,75
III	6	(1)	45,00	84,75
IV-A	7	(1)	45,00	84,75
IV-B	4	(2)	92,50	169,50
V	5	(2)	95,00	169,50

## CARACTERISTICAS DE LOS TENDONES

TIPO DE TENDON	AREA (cm²)	CARGA DE ROTURADA	CARGA AL LIMITE ELASTICO (kN)
(1)	5,92	113,00	101,70
(2)	11,84	226,00	203,40

## NOTAS :

- 1 -  $L_{min}$  ES LA LUZ MINIMA DEL TIPO DE VIGA ELEGIDO
- 2 - LA DIFERENCIA ENTRE LA LUZ DE LA VIGA (L) Y SU LUZ MINIMA ( $L_{min}$ ) ES 20
- 3 - EL TRAZADO DEL TENDON EN EL ULTIMO METRO EN PROYECCION HORIZONTAL Y HASTA EL ANCLAJE, ES RECTO Y SIGUE LA DIRECCION DE LA PENDIENTE INDICADA POR P
- 4 - LOS TENDONES SE TESAN EN DOS FASES: PRIMERO CUANDO EL HORIGON ALCANCE LOS 200 kPa/m² DE RESISTENCIA CARACTERISTICA Y SEGUNDO A LOS 21 DIAS O CUANDO SE ALCANCEN LOS 300 kPa/cm² DE RESISTENCIA CARACTERISTICA
- 5 - LAS PERDIDAS POR ROZAMIENTO SE HAN DETERMINADO MEDIANTE LA FORMULA :  $AP = Po \cdot (a \cdot a + K \cdot x)$  CON LOS COEFICIENTES SIGUIENTES: COEFICIENTE DE ROZAMIENTO EN CURVA:  $a = 0,21$  COEFICIENTE DE ROZAMIENTO PARASITO - TENDON TIPO (1) :  $K = 0,00169$  - TENDON TIPO (2) :  $K = 0,00126$
- 6 - LA PENETRACION DE CUÑAS SERA IGUAL O INFERIOR A 4 mm
- 7 - LA RELAJACION DE LAS ARMADURAS ACTIVAS A 20° C Y 0,7 fm/s SERA IGUAL O INFERIOR A LOS SIGUIENTES VALORES EN ENSAYO A 120 HORAS - 1,35% EN ENSAYO A 1000 HORAS - 2 %
- 8 - LOS ALARGAMIENTOS SE HAN DETERMINADO PARA  $E_f = 1,9 \times 10^5$  kp/cm²

## CONTROL DE CALIDAD

	DEFINICION		NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
	VIGAS	H-350		
HORMIGON	FORJADOS Y VIGAS RIESTRAS	H-250	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
	ARMADURAS PASIVAS	AEH-400	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
ACERO	ARMADURAS ACTIVAS	$P_{c1} = 113 \text{ Mp}$ $P_{c2} = 226 \text{ Mp}$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
	EJECUCION		INTENSO	$\gamma_f = 1,50$

NOTA: a EN METROS

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

COLECCION DE PUENTES  
DE VIGAS PRETENSADAS IC

2.12

**PRETENSADO DE VIGAS (II)**  
**REPLANTEO DE TENDONES**

VIGA I

ANCLAJE			ACTIVO/PASIVO																									PASIVO/ACTIVO	
TENDON	X	P	-7,78	-7,66	-7,50	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	7,50	7,66	7,78	P				
1	Y	2,68	0	-	0	0	0	0	0	5	35	50	50	50	50	50	50	34	4	0	0	0	0	0	0	-	2,38		
	Z		1550	-	1283	1149	891	872	493	354	256	193	175	175	175	196	259	364	511	700	929	1048	1086	-	-				
2	Y	1,80	0	-	0	0	0	2	18	42	50	50	50	50	50	50	45	32	13	2	0	0	0	0	-	0,20			
	Z		864	-	813	711	518	359	235	146	93	75	75	75	75	77	82	91	103	118	137	147	150	-	-				
3	Y	2,38	-	0	0	0	0	0	-4	-34	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-35	-5	0	0	0	0	0	0	-	2,68			
	Z		-	1086	1048	929	700	511	364	259	196	175	175	195	255	354	493	672	891	1149	1283	-	1350	-					
4	Y	0,20	-	0	0	0	-2	-13	-32	-45	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-42	-18	-2	0	0	0	0	-	0	1,80			
	Z		-	150	147	137	118	103	91	82	77	75	75	75	75	93	146	235	359	518	711	813	-	864					

VIGA II-A

ANCLAJE			ACTIVO/PASIVO																										PASIVO/ACTIVO	
TENDON	X	P	-8,55	-8,46	-8,25	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	8,25	8,46	8,55	P			
1	Y	3,09	0	-	0	0	0	0	0	6	33	47	50	50	50	50	50	47	25	3	0	0	0	0	-	2,90				
	Z		1550	-	1457	1380	1077	811	586	402	289	197	93	75	75	75	97	165	277	434	635	882	1167	1239	1300	-				
2	Y	2,49	0	-	0	0	0	1	29	93	139	150	150	150	150	150	150	149	129	82	29	3	0	0	-	0,22				
	Z		1070	-	995	933	691	485	321	199	118	79	75	75	75	75	75	80	88	101	119	140	145	150	-					
3	Y	2,90	-	0	0	0	0	0	-3	-25	-47	-50	-50	-50	-50	-50	-47	-33	-6	0	0	0	0	-	0	3,09				
	Z		-	1300	1239	1167	882	635	434	277	165	97	75	75	95	157	259	402	586	811	1077	1380	1457	-	1550					
4	Y	0,22	-	0	0	0	-3	-29	-82	-129	-149	-150	-150	-150	-150	-150	-139	-93	-29	-1	0	0	0	-	0	2,49				
	Z		-	150	145	140	119	101	88	80	75	75	75	75	75	79	118	199	321	485	691	933	995	-	1070					

VIGA II-B

ANCLAJE			ACTIVO/PASIVO																										PASIVO/ACTIVO	
TENDON	X	P	-9,55	-9,46	-9,25	-9,00	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	9,25	9,46	9,55	P	
1	Y	2,61	0	-	0	0	0	0	0	3	25	47	50	50	50	50	50	47	25	3	0	0	0	0	0	-	2,38			
	Z		1550	-	1472	1407	1151	922	724	556	419	312	236	190	175	175	191	239	318	430	574	749	956	1190	1250	1300	-			
2	Y	2,19	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1,86		
	Z		1070	-	1004	949	735	549	393	269	175	112	80	75	75	75	75	80	112	175	270	385	551	734	781	820	-			
3	Y	1,85	0	-	0	0	0	6	50	94	100	100	100	100	100	100	100	100	94	66	24	2	0	0	0	-	0,21			
	Z		830	-	775	729	548	395	271	176	114	81	75	75	75	75	75	76	80	89	102	120	141	146	150	-				
4	Y	2,38	-	0	0	0	0	0	-3	-25	-47	-50	-50	-50	-50	-50	-47	-25	-3	0	0	0	0	0	-	0	2,61			
	Z		-	1300	1250	1190	956	749	574	430	318	239	191	175	175	190	236	312	419	556	724	922	1151	1407	1472	-	1550			
5	Y	0,19	-	0	0	0	-2	-24	-66	-94	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-99	-65	-12	0	0	0	0	-	0	2,19			
	Z		-	150	146	141	123	107	95	85	79	75	75	75	75	80	112	175	269	393	549	735	949	1004	-	1070				

**NOTAS:**

- 1 - COORDENADAS "X" EN METROS E "Y" Y "Z" EN MILÍMETROS  
2 - PARA NOTAS Y CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.12

**PRETENSADO DE VIGAS (III)**  
**REPLANTEO DE TENDONES**

VIGA III

ANCLAJE			ACTIVO	PASIVO																									PASIVO	ACTIVO	
TENDON	X	P	-10,80	-10,51	-10,25	-10,00	-9,00	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	10,25	10,51	10,80	P
1	Y	2,72	0	-	0	0	0	0	0	1	18	44	50	50	50	50	50	50	50	39	11	0	0	0	0	0	0	0	-	2,52	
	Z		1750	-	1655	1587	1321	1080	868	684	529	401	302	232	189	175	175	190	234	308	412	545	708	901	1123	1371	1434	1500	-		
2	Y	2,34	0	-	0	0	0	0	0	10	31	46	50	50	50	50	50	50	50	50	46	31	10	0	0	0	0	0	-	2,07	
	Z		1270	-	1188	1129	900	697	523	377	260	172	112	80	75	75	75	75	80	112	174	264	384	533	711	914	966	1020	-		
3	Y	1,70	0	-	0	0	1	13	42	87	124	145	150	150	150	150	150	150	150	146	127	92	48	17	2	0	0	0	-	0,20	
	Z		790	-	731	688	523	383	269	181	119	84	75	75	75	75	75	75	75	75	76	81	90	103	120	140	145	150	-		
4	Y	2,92	-	0	0	0	0	0	0	0	-11	-39	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-44	-18	-1	0	0	0	0	0	-	2,72	
	Z		-	1500	1434	1371	1123	901	708	545	412	308	234	190	175	175	175	189	232	302	401	529	684	868	1080	1321	1587	1655	-	1750	
5	Y	2,07	-	0	0	0	0	0	-10	-31	-46	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-46	-31	-10	0	0	0	0	0	-	2,34	
	Z		-	1020	966	914	711	533	384	264	174	112	80	75	75	75	75	80	112	172	260	377	523	697	900	1129	1118	-	1270		
6	Y	0,20	-	0	0	0	-2	-17	-48	-92	-127	-146	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-145	-124	-87	-42	-13	-1	0	0	0	-	1,70	
	Z		-	150	145	140	120	103	90	81	76	75	75	75	75	75	75	75	75	75	84	119	181	269	383	523	688	731	-	790	

VIGA IV - A

ANCLAJE			ACTIVO	PASIVO																									PASIVO	ACTIVO			
TENDON	X	P	-12,15	-12,06	-11,75	-11,00	-10,00	-9,00	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	11,75	12,06	12,15	P
1	Y	2,70	0	-	0	0	0	0	0	0	8	32	68	92	100	100	100	100	100	92	68	32	8	0	0	0	0	0	-	2,53			
	Z		1950	-	1842	1640	1386	1156	950	768	611	478	369	284	223	187	175	175	188	225	288	376	489	628	791	979	1193	1432	1622	1700	-		
2	Y	2,28	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2,52			
	Z		1470	-	1379	1208	996	809	645	506	392	301	235	193	176	175	175	175	175	176	198	250	333	446	590	764	968	1203	1392	1470	-		
3	Y	1,84	0	-	0	0	0	11	39	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	42	25	6	0	0	0	0	-	2,06		
	Z		990	-	917	779	610	465	342	243	166	113	83	75	75	75	75	75	75	75	85	124	194	293	423	582	771	926	990	-			
4	Y	1,49	0	-	0	0	8	33	75	117	142	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	142	17	75	33	8	0	0	0	-	0,19		
	Z		750	-	690	579	444	330	237	165	114	84	75	75	75	75	75	75	75	75	75	81	88	99	113	130	144	150	-				
5	Y	2,53	-	0	0	0	0	0	-8	-32	-68	-92	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-92	-68	-32	-8	0	0	0	0	0	-	2,70				
	Z		-	1700	1622	1432	1193	979	791	628	489	376	288	225	188	175	175	187	223	284	365	478	611	768	950	1156	1386	1640	1842	-	1950		
6	Y	2,35	-	0	0	0	0	-11	-39	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-42	-25	-6	0	0	0	0	-	2,12			
	Z		-	1220	1147	970	752	584	407	280	183	117	82	75	75	75	75	75	75	75	80	108	160	236	336	461	609	781	977	1135	-	1220	
7	Y	0,19	-	0	0	0	-8	-33	-75	-117	-142	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-142	-117	-75	-33	-8	0	0	-	0	1,49		
	Z		-	150	144	130	113	99	88	81	76	75	75	75	75	75	75	75	75	75	84	114	165	237	330	444	579	690	-	750			

**NOTAS:**

- 1 - COORDENADAS "X" EN METROS E "Y" Y "Z" EN MILIMETROS  
2 - PARA NOTAS Y CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 212

## PRETENSADO DE VIGAS (IV) REPLANTEO DE TENDONES

VIGA IV - 8

ANCLAJE		ACTIVO PASIVO		PASIVO ACTIVO	
TENDON	X	P	-13,80 -13,62 -13,28 -13,00 -12,00 -11,00 -10,00 -9,00 -8,00 -7,00 -6,00 -5,00 -4,00 -3,00 -2,00 -1,00 0,00 0,00 1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 13,25 13,52 13,60	P	
1	Y	2,50	0 - 0 0 0 0 0 0 0 8 32 56 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 64 47 10 0 0 0 0 0 0 0 -	2,22	
	Z	1920	- 1833 1770 1524 1296 1086 899 731 582 453 344 255 185 136 106 96 96 96 106 135 183 251 337 444 589 714 878 1062 1284 1484 1540 1600 -		
2	Y	1,97	0 - 0 0 0 0 0 0 11 43 96 149 181 192 192 192 192 192 192 192 192 192 192 188 175 154 124 87 52 27 10 1 0 0 0 -	0,15	
	Z	1280	- 1211 1162 969 784 638 502 386 285 212 154 116 96 96 96 96 96 96 96 96 96 96 96 101 106 113 121 131 143 157 172 176 180 -		
3	Y	2,22	- 0 0 0 0 0 0 0 -10 -47 -64 -64 -64 -64 -64 -64 -64 -64 -64 -64 -64 -64 -32 -8 0 0 0 0 0 0 -	2,50	
	Z	1600	1540 1484 1264 1062 878 714 569 444 337 251 183 135 106 96 96 96 106 136 185 255 344 453 582 731 899 1068 1296 1524 1770 1833 - 1920		
4	Y	0,15	- 0 0 0 -1 -10 -27 -52 -87 -124 -154 -175 -188 -192 -192 -192 -192 -192 -192 -192 -192 -192 -181 -149 -96 -43 -11 0 0 0 0 0 -	1,97	
	Z	180	176 172 157 143 131 121 113 106 101 98 96 96 96 96 96 96 96 96 96 96 96 96 116 154 212 289 386 502 638 794 969 1162 1211 - 1280		

VIGA V

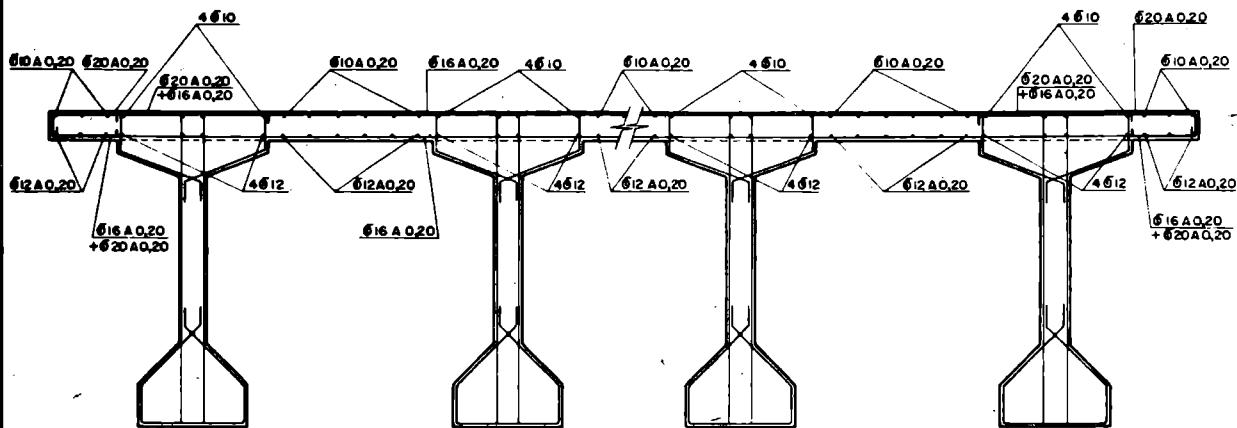
## NOTAS:

1.- COORDENADAS "X" EN METROS E "Y" Y "Z" EN MILÍMETROS

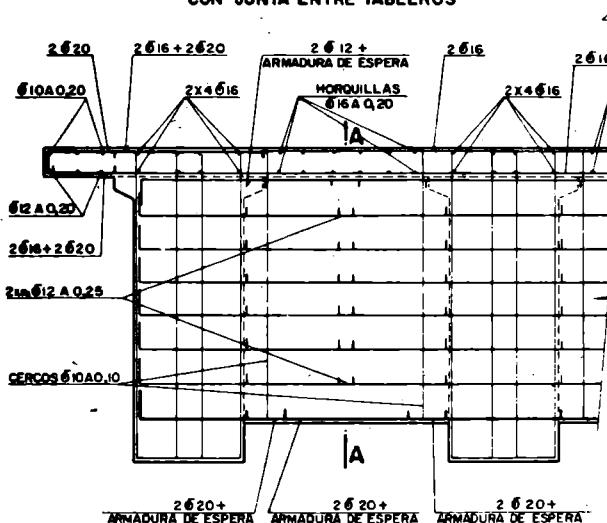
2.-PARA NOTAS Y CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 212

## ARMADURA DE LOSA

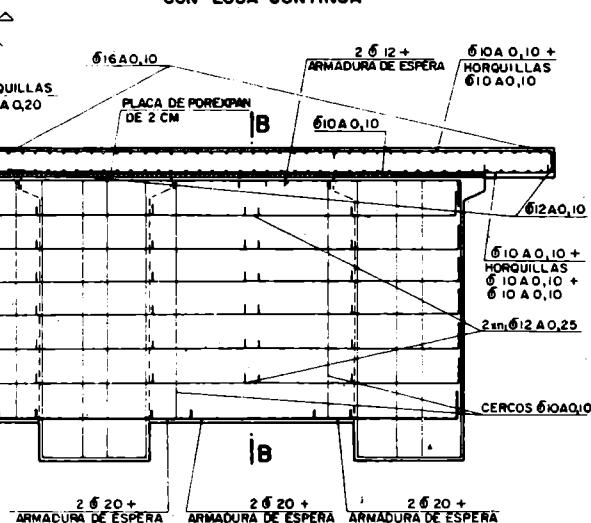
### SECCION TRANSVERSAL POR CENTRO DE VANO



## SECCION CON JUNTA ENTRE TABLEROS

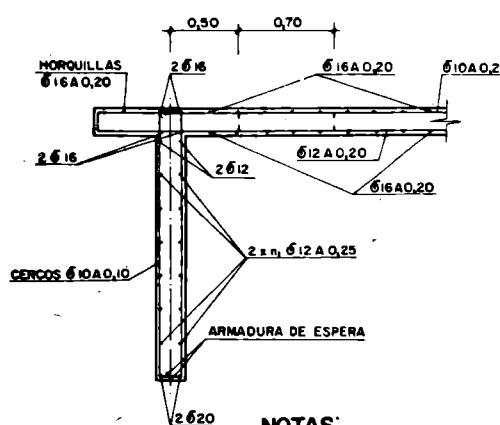


### CON LOSA CONTINUA

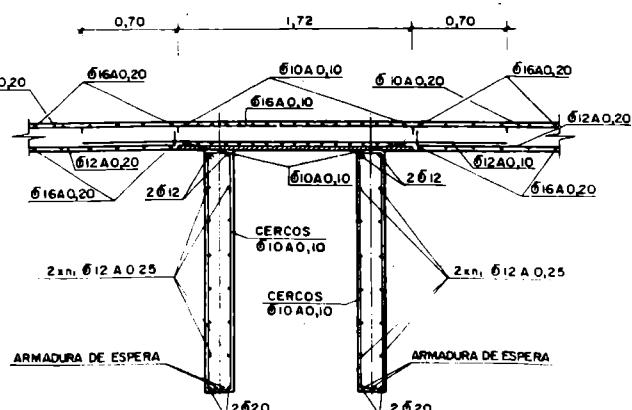


NOTA: PARA MAYOR CLARIDAD DEL DIBUJO NO SE HA REPRESENTADO NI ACOTADO LA ARMADURA LONGITUDINAL DE LA VIGA.

## SECCION A-A



**SECCION B-B**



## NOTAS:

- 1- PARA VER PLANO 2 II  
2- PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2 ID

## ACCIONES SOBRE LOS APOYOS ELASTOMERICOS

LUZ (m)	VIGA TIPO	REACCIONES (Mp)		GIRO (Rad x 10 <sup>-3</sup> )	FUERZA HORIZONTAL TOTAL POR TABLERO DEBIDA AL SISMO (Mp)		
		MINIMA*	MAXIMA		A = 12,00	A = 10,00	A = 7,00
15	I	27,5	67,3	0,77	23,9	20,4	16,1
17	I	30,9	72,5	1,07	26,7	22,8	18,0
	II-A	34,4	76,1	0,70	30,1	25,6	20,2
19	II-A	38,2	81,5	0,93	33,2	28,3	22,3
	II-B	38,2	81,5	0,93	33,2	28,3	22,3
21	II-A	42,1	86,9	1,22	36,4	31,0	24,4
	II-B	42,1	86,9	1,22	36,4	31,0	24,4
	III	46,6	91,5	0,85	40,7	34,6	27,3
23	II-B	45,9	92,1	1,56	39,5	33,7	26,6
	III	50,7	97,1	1,09	44,2	37,5	29,7
25	III	54,4	101,6	1,35	47,6	40,5	32,0
	IV-A	57,4	105,8	1,00	51,5	43,7	34,6
27	III	56,7	105,4	1,65	51,1	43,4	34,3
	IV-A	61,0	109,9	1,21	55,2	46,9	37,0
	IV-B	61,0	109,9	1,21	55,2	46,9	37,0
29	IV-A	65,0	114,3	1,47	58,9	50,0	39,5
	IV-B	65,0	114,3	1,46	58,9	50,0	39,5
31	IV-A	68,6	118,3	1,74	62,5	53,1	42,0
	IV-B	68,6	118,3	1,73	62,5	53,1	42,0
	V	73,2	123,0	1,32	67,0	56,9	45,0
33	IV-B	72,5	122,6	2,04	66,2	56,6	44,5
	V	77,4	127,6	1,56	70,9	60,2	47,6
35	V	81,1	131,6	1,82	74,8	63,5	50,2
37	V	84,8	135,7	2,10	78,7	66,8	52,8

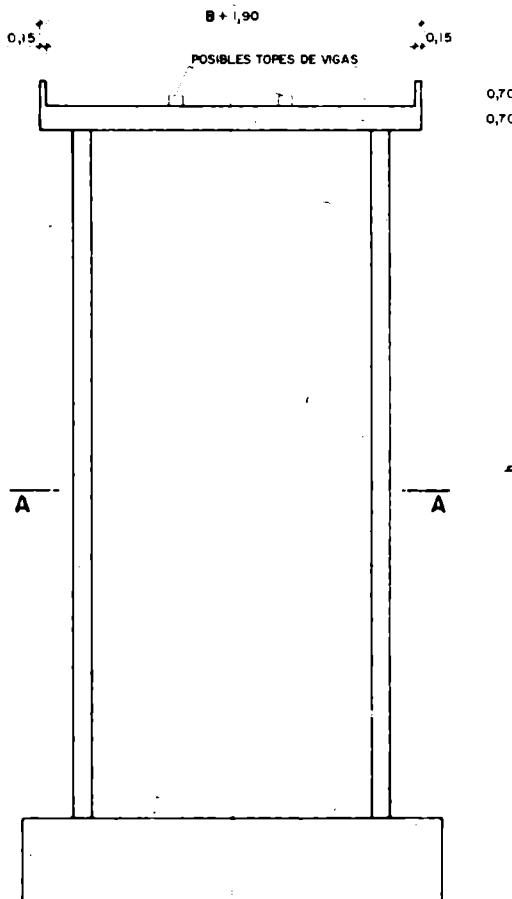
## NOTAS:

- 1- LOS VALORES INDICADOS EN EL CUADRO SE PODRAN INTERPOLAR PARA LUCES INTERMEDIAS
- 2- EN TABLEROS DE PLANTA CURVA, LOS VALORES DE LA FUERZA CENTRIFUGA HABRAN DE SER CALCULADOS EN CADA CASO
- 3- EN CADA CASO SE CALCULARA LA FUERZA HORIZONTAL DEBIDA A VIENTO

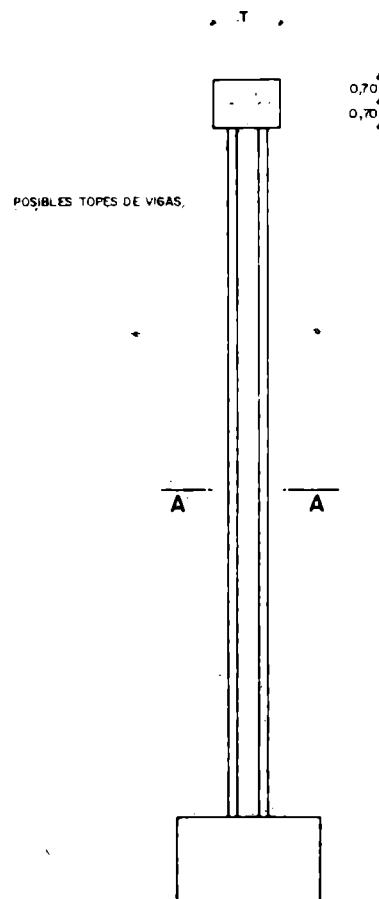
\* EN HIPOTESIS SISMICAS, LOS VALORES DE LA REACCION MINIMA DEBERAN MULTIPLICARSE POR EL FACTOR 0,88

## DEFINICION GEOMETRICA DE PILAS

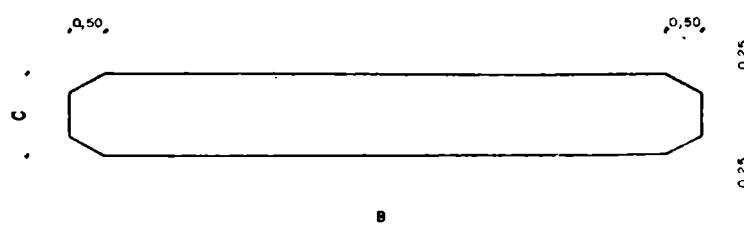
## ALZADO FRONTAL



## ALZADO LATERAL



## SECCION A-A



## DEFINICION DE LAS VARIABLES GEOMETRICAS

$$B = \begin{cases} 6,10 & \text{PARA } A = 7,00m \\ 9,10 & \text{PARA } A = 10,00m \\ 11,10 & \text{PARA } A = 12,00m \end{cases}$$

$$C = \begin{cases} 1,05 & \text{PARA } H_{max} \leq 10,00 \\ 1,15 & \text{PARA } 10,00 < H_{max} \leq 20,00 \\ 1,35 & \text{PARA } 20,00 < H_{max} \leq 30,00m \end{cases}$$

$$T = \begin{cases} 1,96 & \text{PARA VIGAS I Y II} \\ 2,26 & \text{PARA VIGAS III, IV Y V} \end{cases}$$

## NOTAS:

1-EL ANCHO DE LA PILA ES INDEPENDIENTE DEL TIPO DE BARRERA UTILIZADA

2-SE DENOMINA ALTURA DE PILA  $H$ , A LA DISTANCIA ENTRE LA CARA SUPERIOR DE ZAPATA Y LA CARA INFERIOR DE Dintel

3-SE DENOMINA ALTURA MAXIMA DE LA PILA  $H_{max}$  A LA ALTURA  $H$  DE LA PILA MAS ALTA EXISTENTE EN EL PUENTE

4-EL ANCHO DE PLATAFORMA (A) ESTA FORMADO POR CALZADA MAS ARCENES

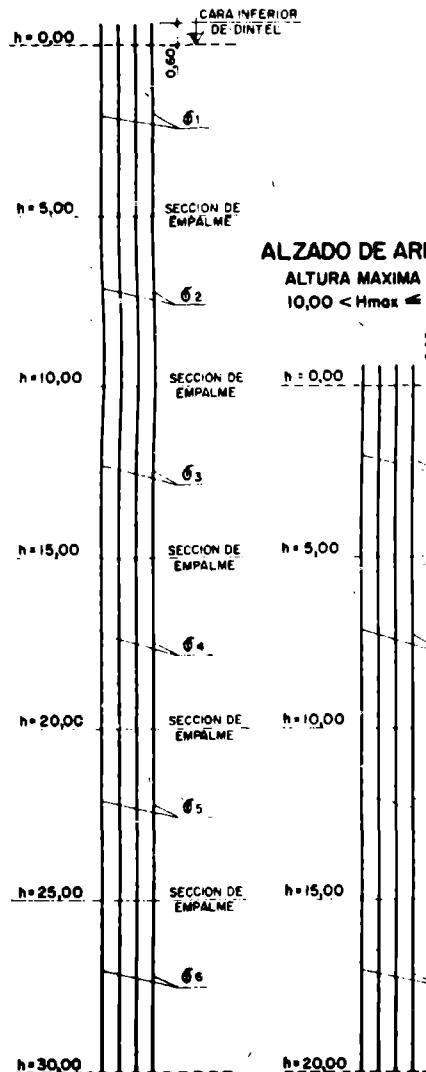
5-PARA DEFINICION DE TOPES DE VIGAS VER PLANOS 2-69 Y 2-70

6-PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2-19

## ARMADURAS DE PILAS (I)

## ALZADO DE ARMADURAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  
 $20,00 < H_{max} \leq 30,00$  m

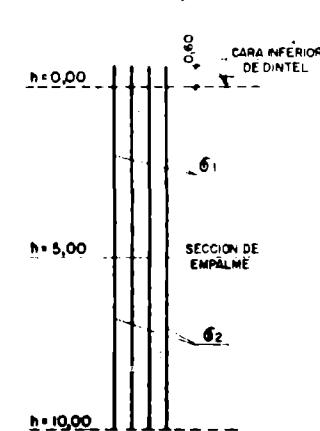


## ALZADO DE ARMADURAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  
 $10,00 < H_{max} \leq 20,00$  m

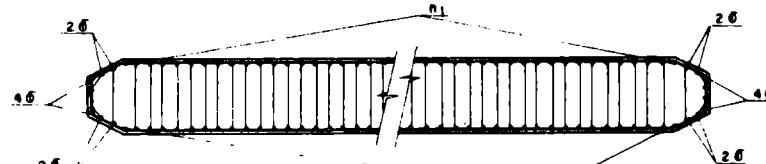
## ALZADO DE ARMADURAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  
 $H_{max} \leq 10,00$  m



## DISPOSICIONES TIPO DE ARMADURA

## DISPOSICION A



## DISPOSICION B



## DISPOSICION C



## NOTAS:

1 -  $n_T$  ES EL NUMERO TOTAL DE BARRAS EN LA SECCION

2 -  $n_1$  ES EL NUMERO DE BARRAS EN EL PARAMENTO SEGUN ESQUEMA

ANCHO	$n_T$	$n_1$	DISPOSICION DE ARMADURAS
7,00	70	27	A
	140	53	B
	210	80	C
10,00	98	41	A
	196	81	B
	294	122	C
12,00	118	51	A
	235	101	B
	354	152	C

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	$H = 250$	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	$A_{EH} = 400$	$\gamma_c = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_f = 1,0$

## ARMADURA DE PILAS (II)

ALTURA MAXIMA DE PILA  $H_{max} \leq 10,00m$ 

GRADO SISMICO	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
		VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G=VII	6 <sub>1</sub>	70616	70616	70616	70616	70616	98616	98616	98616	98616	98616	118616	118616	118616	118616	118616
	6 <sub>2</sub>	70620	140616	140616	140616	140616	98620	98620	98620	98620	98620	118620	118620	118620	118620	118620
G=VIII	6 <sub>1</sub>	70620	70620	70620	70625	70625	98616	98620	98620	98620	98625	118616	118620	118620	236616	118625
	6 <sub>2</sub>	70625	70625	70625	70625	70620	98620	98625	98625	196620	98625	118620	118625	236620	236620	118625

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < H_{max} \leq 20,00m$ 

GRADO SISMICO	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
		VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G=VII	6 <sub>1</sub>	70616	70616	70616	70616	70620	98616	98616	98616	98616	98620	118616	118616	118616	118616	118616
	6 <sub>2</sub>	70620	70620	70620	70620	70625	98620	98620	98620	98620	98625	118620	118620	118620	118620	118620
	6 <sub>3</sub>	70625	70625	70625	70625	70620	140625	98625	98625	98625	98625	118625	118625	118625	118625	118625
	6 <sub>4</sub>	70632	70632	70632	70632	70625	140632	196625	196625	196625	98632	236625	236625	236625	236625	118632
G=VIII	6 <sub>1</sub>	70620	70620	70620	70620	70620	98616	98616	98620	98620	98625	118616	118616	118620	118620	118620
	6 <sub>2</sub>	70625	70625	70625	70625	70620	98620	98620	98625	98625	98625	118620	118620	118625	118625	118625
	6 <sub>3</sub>	70625	70625	70625	70625	70620	140625	140625	196625	196625	196625	118625	118625	236625	236625	236625
	6 <sub>4</sub>	70632	70632	70632	140632	140632	196632	98632	98632	196632	196632	118632	118632	236632	236632	236632

ALTURA MAXIMA DE PILA  $20,00 < H_{max} \leq 30,00m$ 

GRADO SISMICO	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
		VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G=VII	6 <sub>1</sub>	70616	70616	70616	70616	70616	98616	98616	98616	98616	98616	118616	118616	118616	118616	118616
	6 <sub>2</sub>	70616	70616	70616	70616	70616	98616	98616	98616	98616	98616	118616	118616	118616	118616	118616
	6 <sub>3</sub>	70620	70620	70620	70620	70620	98620	98620	98620	98620	98620	118620	118620	118620	118620	118620
	6 <sub>4</sub>	140620	140620	140620	70625	70625	98625	98625	98625	98625	98625	118625	118625	118625	118625	118625
	6 <sub>5</sub>	140625	140625	140625	70632	70632	98625	196625	196625	196625	196625	118625	118625	236625	236625	236625
	6 <sub>6</sub>	140632	140632	140632	70632	70632	98632	98632	98632	98632	98632	118632	118632	236632	236632	236632
	6 <sub>7</sub>	70616	70616	70616	70616	70616	98616	98616	98620	98620	98625	118616	118616	118616	118616	118616
	6 <sub>8</sub>	70620	70620	70620	70620	70620	98620	98620	98625	98625	98625	118620	118620	118620	118620	118620
G=VIII	6 <sub>1</sub>	70625	70625	70625	70625	70625	196620	196620	196620	196620	196620	118625	118625	118625	118625	118625
	6 <sub>2</sub>	70620	70620	70620	70620	70620	98620	98620	98625	98625	98625	118620	118620	118620	118620	118620
	6 <sub>3</sub>	70625	70625	70625	70625	70620	140625	98625	98625	98625	98625	118620	118620	118620	118620	118620
	6 <sub>4</sub>	140625	140625	140625	70632	70632	196625	196625	196625	196625	196625	118625	118625	118632	118632	118632
	6 <sub>5</sub>	140632	140632	140632	70632	70632	196632	196632	196632	196632	196632	118632	118632	236632	236632	236632
	6 <sub>6</sub>	210632	210632	210632	210632	210632	294632	294632	294632	294632	294632	354632	354632	354632	354632	354632

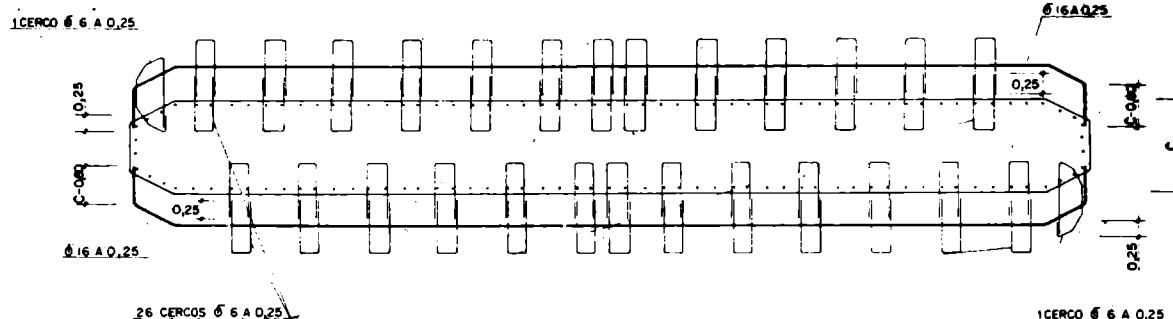
NOTA: PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2-21

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

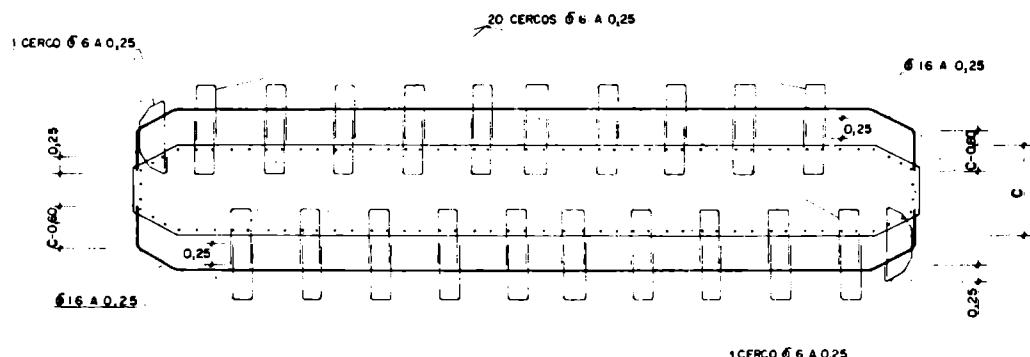
COLECCION DE PUENTES  
DE VIGAS PRETENSADAS IC

## ARMADURA DE PILAS (III)

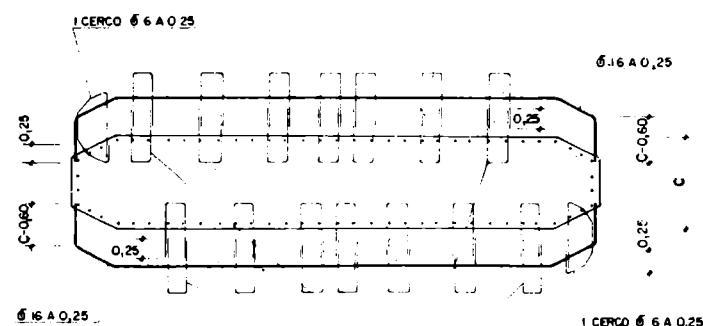
## DESPIECE DE CERCOS PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 12,00m



## DESPIECE DE CERCOS PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 10,00m



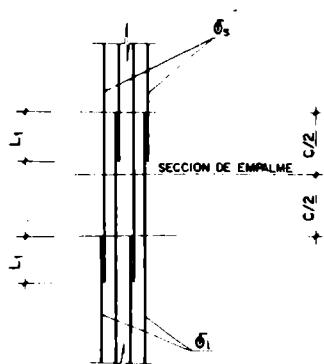
## DESPIECE DE CERCOS PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 7,00m



## NOTAS:

- LOS RECURBIMIENTOS DE LA ARMADURA TRANSVERSAL SERAN DE 0,02m
- LA ARMADURA VERTICAL DE LA PILA TERMINA EN LA CARA SUPERIOR DE LA ZAPATA
- CUANDO LA ALTURA  $h$  DE LA PILA, DISTE MENOS DE  $C/2$  DE LA SECCION DE EMPALME MAS PROXIMA, NO SE COLOCARA LA ARMADURA INFERIOR  $\phi_s$ , PROLONGANDOSE LA SUPERIOR  $\phi_s$ , HASTA ALCANZAR LA CARA SUPERIOR DE ZAPATA
- LA COTA  $C$  INDICA EL ANCHO DE PILA

## DETALLE DE EMPALME DE ARMADURAS



LONGITUD DE EMPALME $L_1$ (m)				
$\phi_s$	$\phi 32$	$\phi 25$	$\phi 20$	$\phi 16$
$\phi 32$	2,20	2,20	—	—
$\phi 25$	2,20	1,35	1,35	—
$\phi 20$	—	1,35	0,90	0,90
$\phi 16$	—	—	0,90	0,60

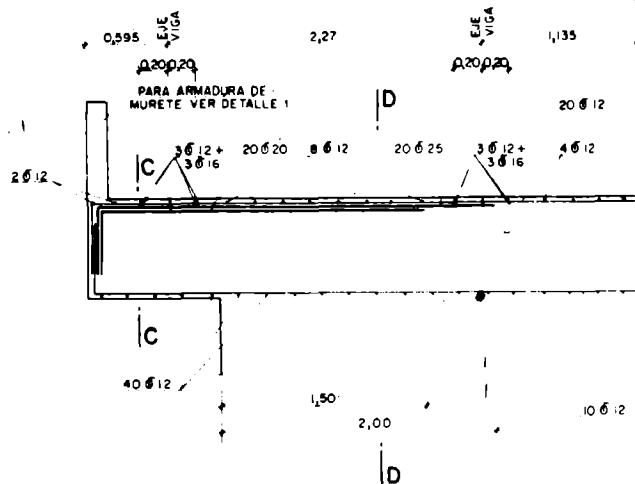
## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
MORMIGON	M - 250	NORMAL $\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH - 400	NORMAL $\gamma_c = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

## ARMADURA DE Dintel PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 7,00 m Y VIGAS TIPO I y II

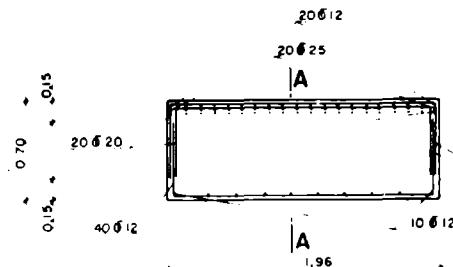
## SEMI-SECCION A-A (BARRERA SEMIRRIGIDA)

ESCALA A



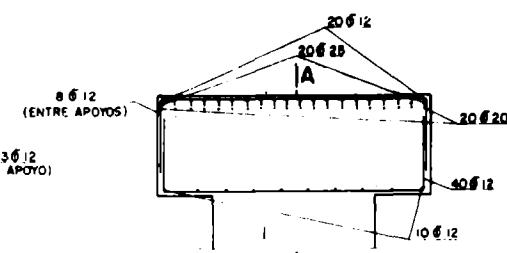
## SECCION C-C

ESCALA A



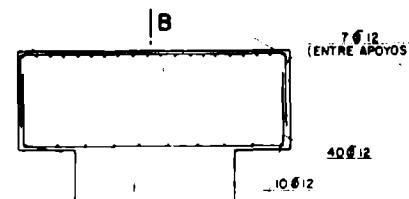
## SECCION D-D

ESCALA A



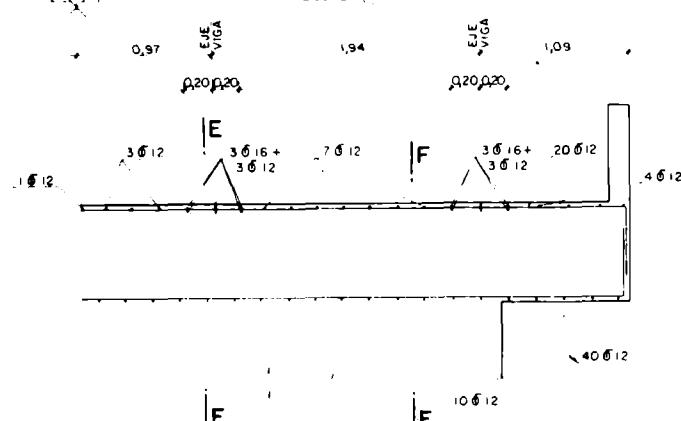
## SECCION F-F

ESCALA A

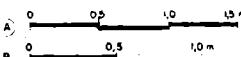


## SEMI-SECCION B-B (BARRERA RIGIDA)

ESCALA A

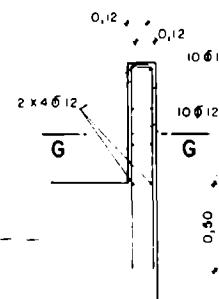


ESCALAS GRAFICAS



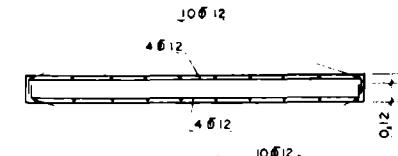
## DETALLE 1

ESCALA B



## SECCION G-G

ESCALA B



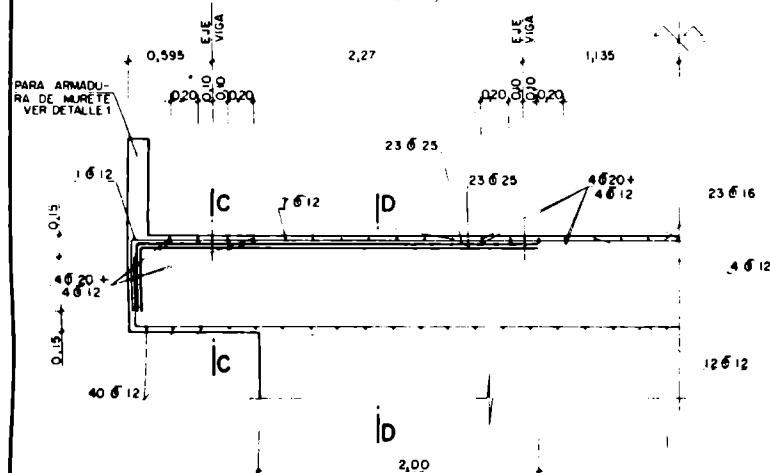
## NOTAS:

- 1- LOS RECOBRIMIENTOS SERAN DE 0,02 m
- 2- PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 228

## ARMADURA DE Dintel PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 7,00m Y VIGAS TIPO III, IV y V

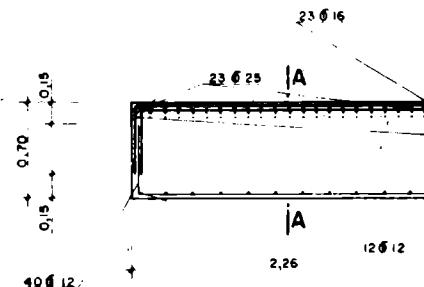
## SEMI-SECCION A-A (BARRERA SEMIRRIGIDA)

ESCALA (A)



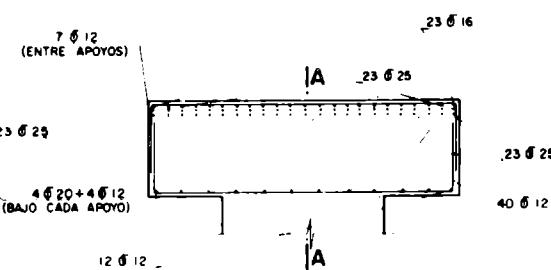
## SECCION C-C

ESCALA (A)



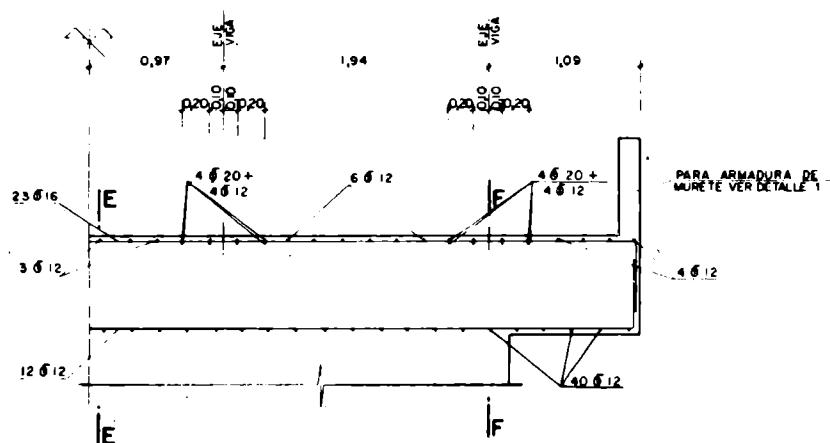
## SECCION D-D

ESCALA (A)



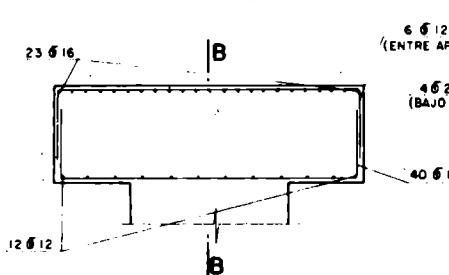
## SEMI-SECCION B-B (BARRERA RIGIDA)

ESCALA (A)



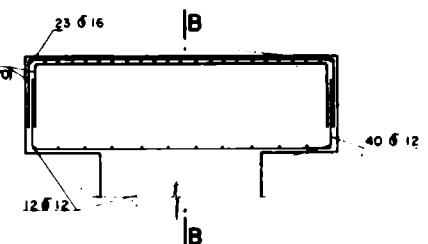
## SECCION E-E

ESCALA (A)



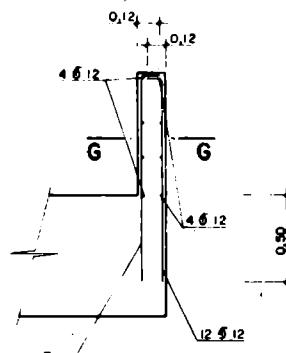
## SECCION F-F

ESCALA (A)



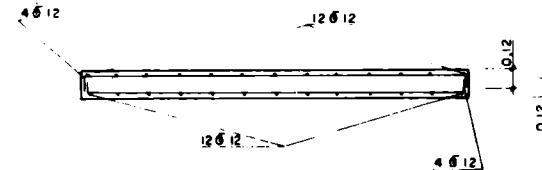
## DETALLE 1

ESCALA (B)



## SECCION G-G

ESCALA (B)



## NOTAS:

- 1-LOS REQUERIMIENTOS SERAN DE 0,02m
- 2-PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.20

ESCALAS GRAFICAS

(A) 0 0,8 1,6 2,4

(B) 0 0,8 1,6

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

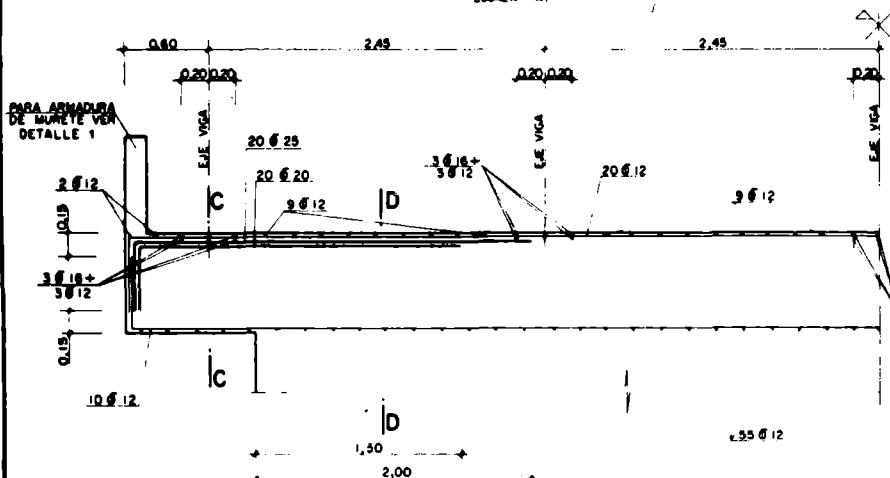
COLECCION DE PUENTES  
DE VIGAS PRETENSADAS IC

2.23

**ARMADURA DE DINTEL PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 10,00 m Y VIGAS TIPO I y II**

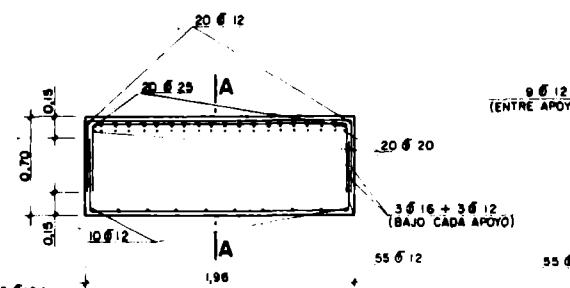
### SEMI-SECCION A-A (BARRERA SEMIRRIGIDA)

**ESCALA**



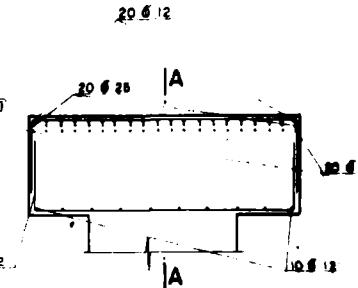
**SECCION C-C**

### ESCALA (



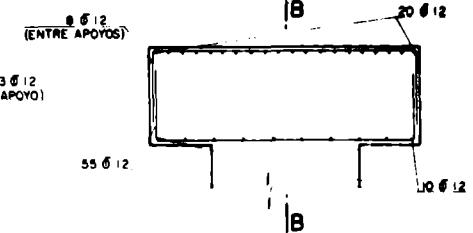
**SECCION D-D**

## ESCALA



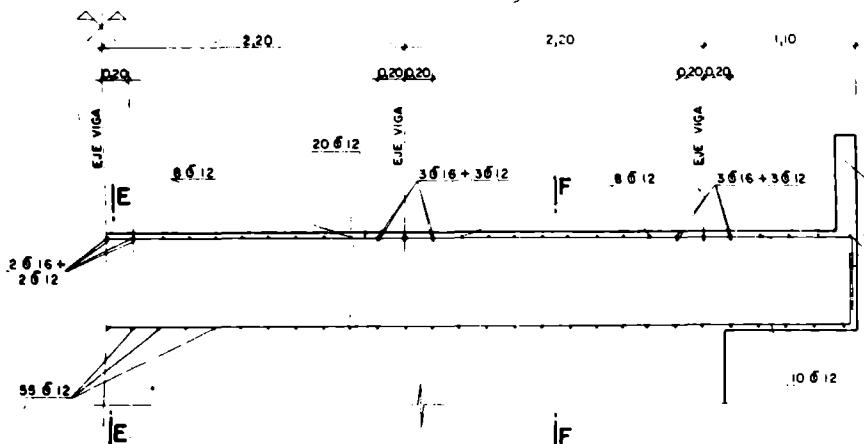
**SECCION F - F**

ESCALA



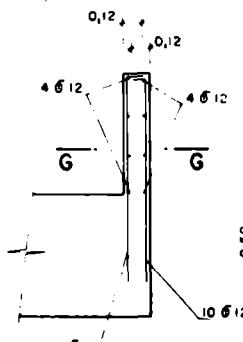
**SEMI-SECCION B-B (BARRERA RIGIDA)**

### ESCALA $\hat{A}$



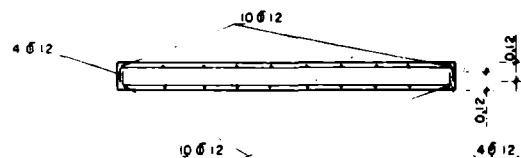
## DETALLE

## ESCALA



**SECCION G - G**

#### ESCALA



## NOTAS:

1.- LOS REQUERIMIENTOS SERAN DE 0,02 m

2 - PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.28

## ESCALAS GRAFICAS

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

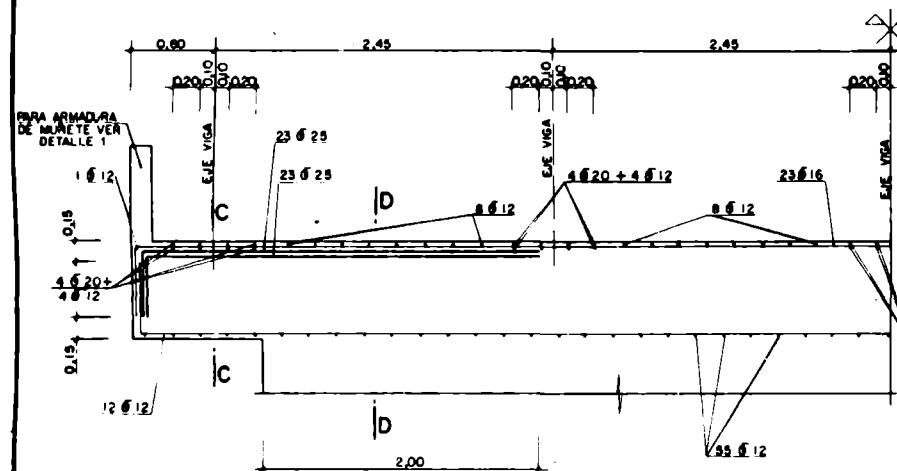
## COLECCIÓN DE PUENTES DE VIGAS PRETENSADAS IC

2,24

## ARMADURA DE Dintel PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 10,00m Y VIGAS TIPO III, IV y V

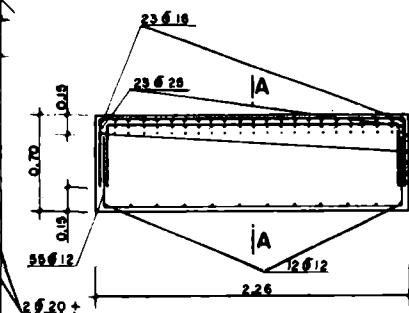
## SEMI SECCION A-A (BARRERA SEMIRRIGIDA)

ESCALA ④



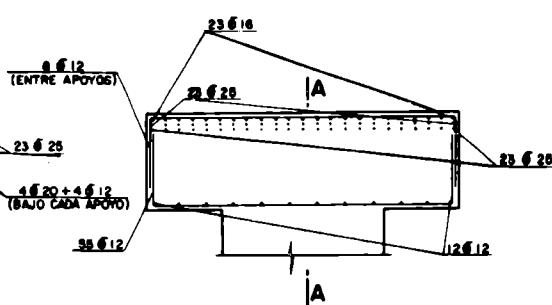
## SECCION C-C

ESCALA ④



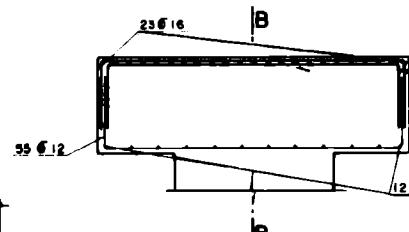
## SECCION D-D

ESCALA ④



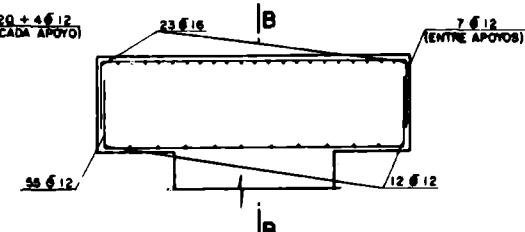
## SECCION E-E

ESCALA ④



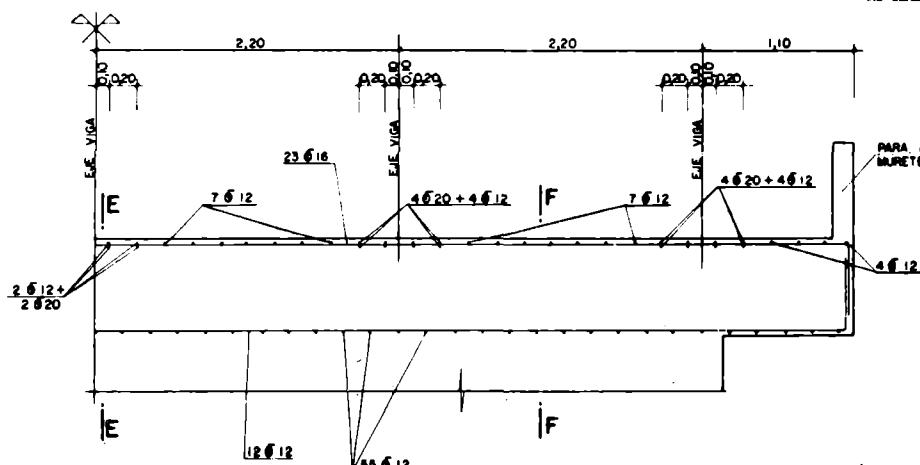
## SECCION F-F

ESCALA ④



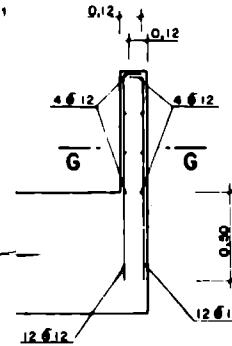
## SEMI-SECCION B-B (BARRERA RIGIDA)

ESCALA ④



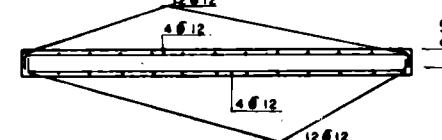
## DETALLE 1

ESCALA ④



## SECCION G-G

ESCALA ④



## NOTAS:

- 1- LOS RECREMOS SERAN DE 0,05m
- 2- PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.28

ESCALAS GRÁFICAS

(A) 0 0.5 1.0 1.5

(B) 0 0.5 1.0

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

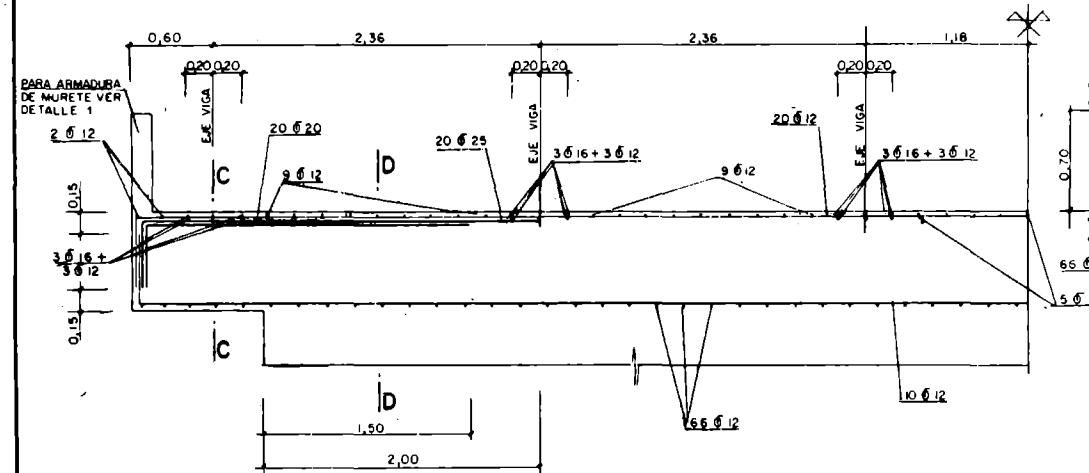
COLECCION DE PUENTES  
DE VIGAS PRETENSADAS IC

2.28

## ARMADURA DE Dintel PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 12,00m Y VIGAS TIPO I y II

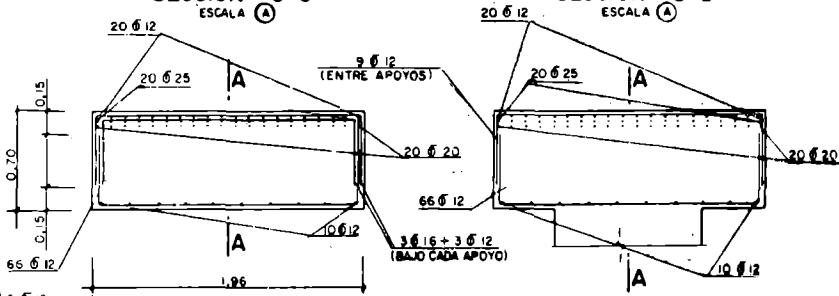
## SEMI-SECCION A-A (BARRERA SEMIRRIGIDA)

ESCALA (A)



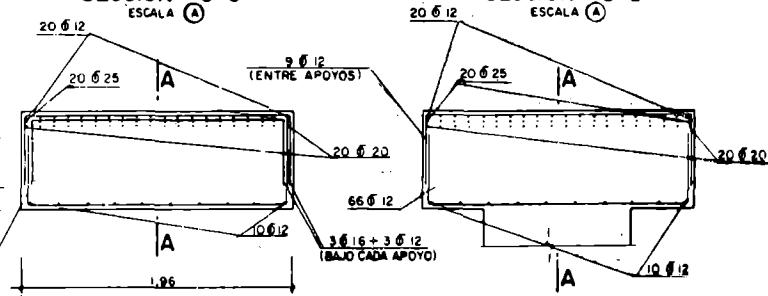
## SECCION C-C

ESCALA (A)



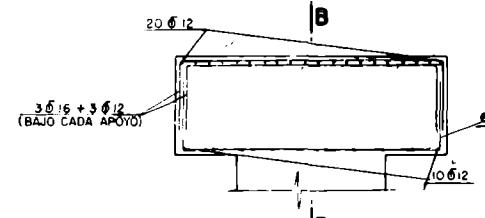
## SECCION D-D

ESCALA (A)



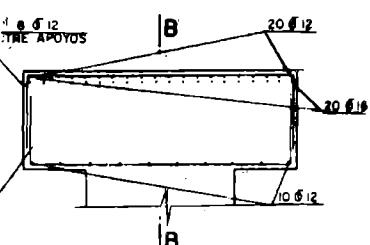
## SECCION E-E

ESCALA A



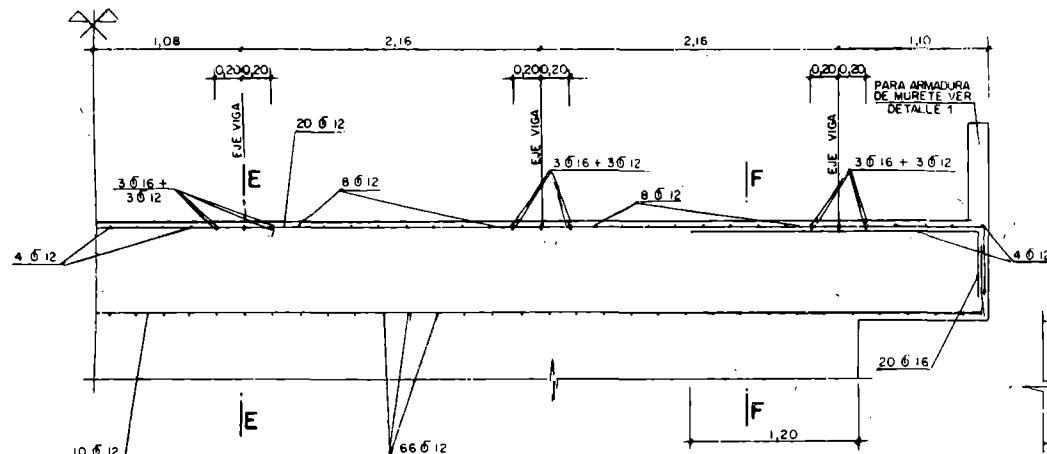
## SECCION F-F

ESCALA (A)



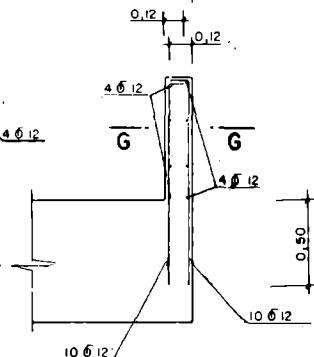
## SEMI-SECCION B-B (BARRERA RIGIDA)

ESCALA (A)



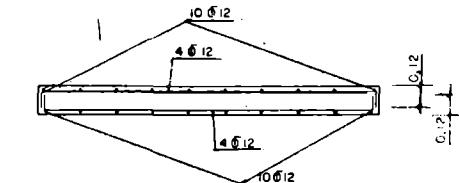
## DETALLE 1

ESCALA (B)



## SECCION G-G

ESCALA (B)



## NOTAS:

- 1- LOS RECOBRIMIENTOS SERAN DE 0,02m
- 2- PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2 228

ESCALAS GRAFICAS  
 (A) 0 0,5 1,00 1,50  
 (B) 0 0,5 1,00m

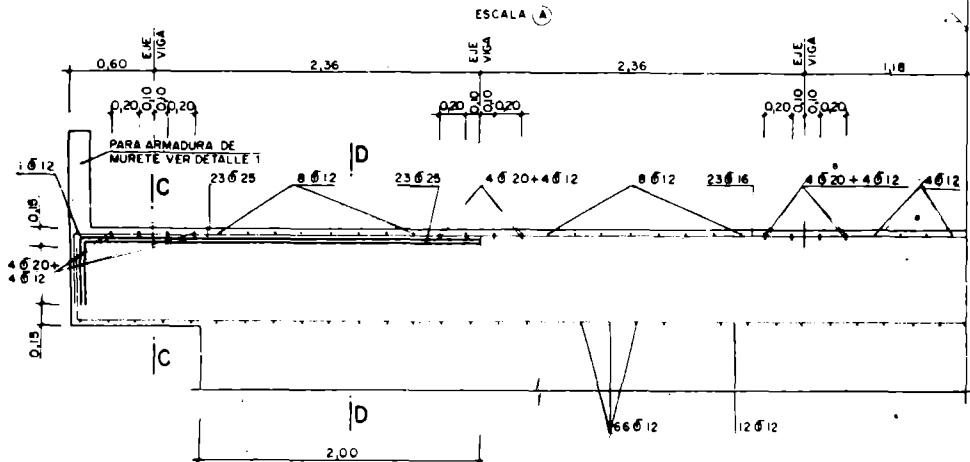
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

COLECCION DE PUENTES  
DE VIGAS PRETENSADAS JC

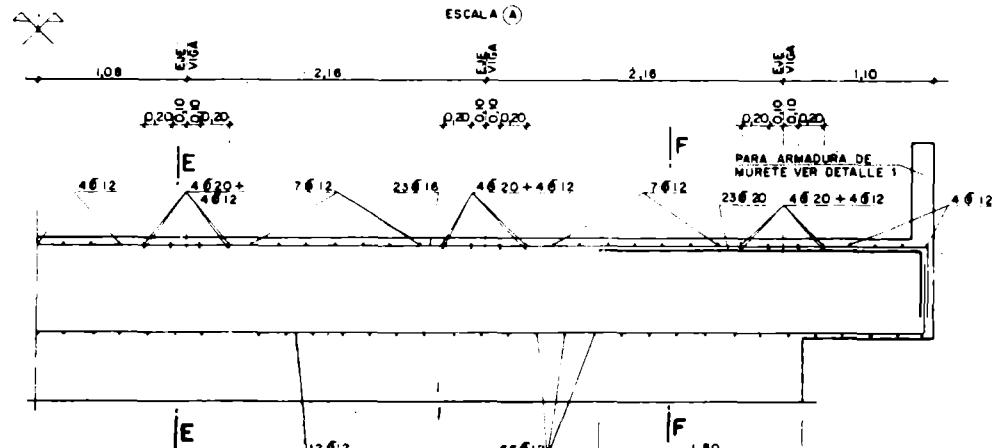
2.26

## ARMADURA DE Dintel PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 12,00m Y VIGAS TIPO III, IV y V

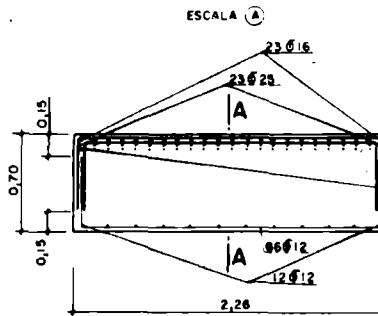
### SEMI-SECCION A-A (BARRERA SEMIRRIGIDA)



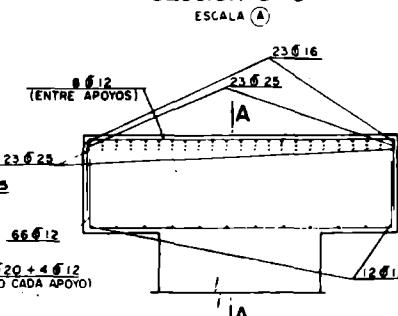
### SEMI - SECCION B-B (BARRERA RIGIDA)



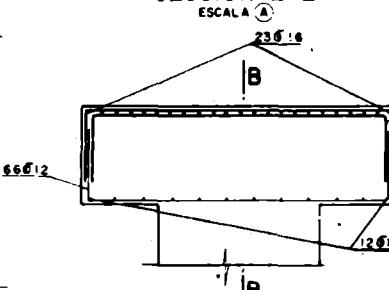
## SECCION C-C



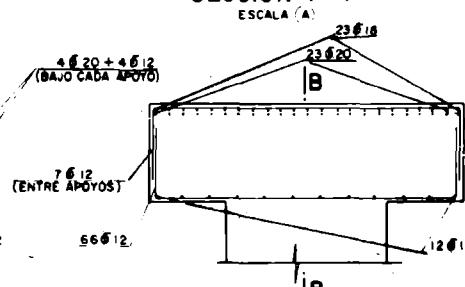
**SECCION D - D**



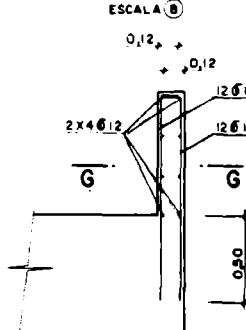
**SECCION E-E**



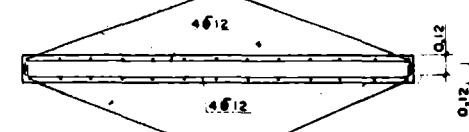
**SECCION F - F**



## DETALLE 1



**SECCION G-G**



## NOTAS:

1.- LOS RECURBIMIENTOS SERAN DE 0,02

2 - PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.28

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS**

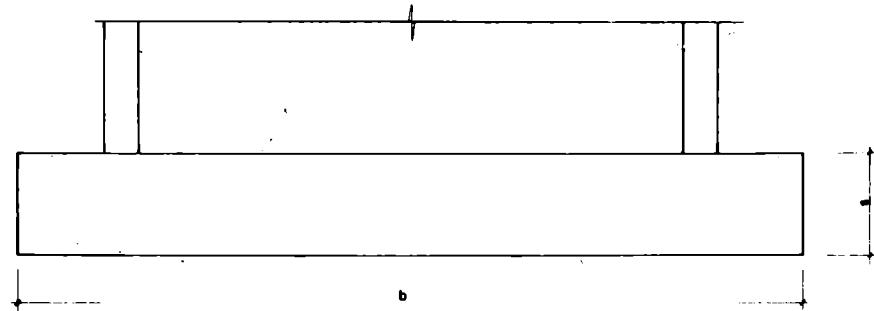
## COLECCION DE PUENTES DE VIGAS PRETENSADAS IC

4

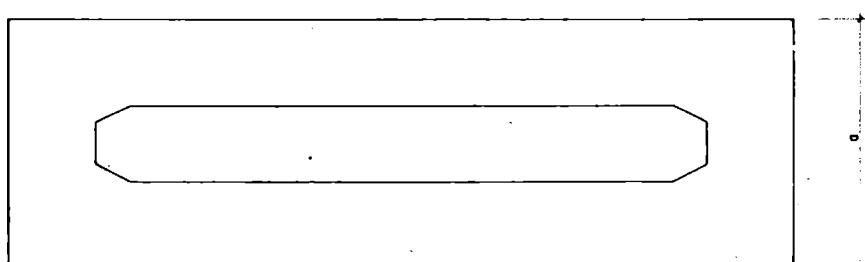
## ZAPATAS

## DEFINICION GEOMETRICA

## ALZADO

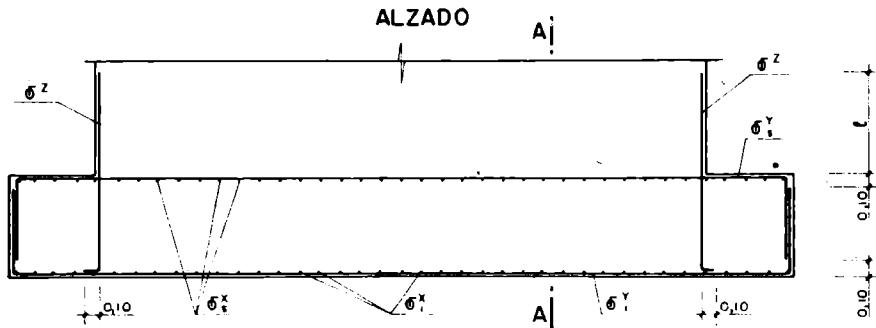


## PLANTA

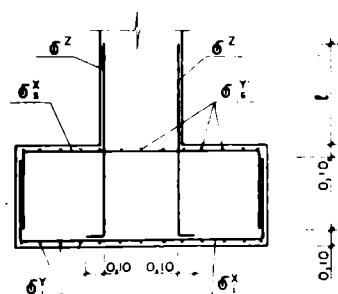


## ARMADURA

## ALZADO



## SECCION A-A



## NOTAS

- 1 - LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20 m ENTRE SI
- 2 - LA ARMADURA  $\phi_z$  ES LA MISMA QUE LA ARMADURA VERTICAL EN LA PARTE INFERIOR DE LA PILA
- 3 - LOS RECURBIMIENTOS SERAN DE 0,03 m

## CONTROL DE CALIDAD

	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H - 200	NORMAL	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH - 400 N ó F	NORMAL	$\gamma_b = 1,15$
EJECUCION		NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

LONGITUDES  $\ell$  DE SOLAPE (m)

$\phi$	16	20	25	32
$\ell$	0,65	1,00	1,50	2,45

## DIMENSIONES Y ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $h_{max} \leq 10,00 \text{ m}$ TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 2,00 \text{ kp/cm}^2$ 

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = VI	0 < h ≤ 5,00	b	9,40	10,00	10,40	11,00	11,40	12,20	12,80	13,20	13,80	14,40	14,20	14,60	15,20	15,80	16,40
		a	4,35	4,95	5,35	5,95	6,35	4,15	4,75	5,15	5,75	6,35	4,15	4,55	5,15	5,75	6,35
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	5,00 < h ≤ 10,00	b	9,80	10,20	10,80	11,20	11,80	12,80	13,20	13,60	14,20	14,80	14,80	15,00	15,60	16,20	16,80
		a	4,75	5,15	5,75	6,15	6,75	4,75	5,15	5,55	6,15	6,75	4,75	4,95	5,55	6,15	6,75
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15
G = VII	0 < h ≤ 5,00	b	9,60	10,00	10,40	11,00	11,40	12,40	12,80	13,20	13,80	14,40	14,40	14,60	15,20	15,80	16,40
		a	4,55	4,95	5,35	5,95	6,35	4,35	4,75	5,15	5,75	6,35	4,35	4,55	5,15	5,75	6,35
		s	1,05	1,05	1,05	1,15	1,25	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15
	5,00 < h ≤ 10,00	b	9,80	10,20	10,80	11,20	11,80	12,80	13,20	13,60	14,20	14,80	14,80	15,00	15,60	16,20	16,80
		a	4,75	5,15	5,75	6,15	6,75	4,75	5,15	5,55	6,15	6,75	4,75	4,95	5,55	6,15	6,75
		s	1,05	1,05	1,15	1,25	1,35	1,05	1,05	1,05	1,15	1,25	1,05	1,05	1,05	1,15	1,25

DIAMETROS  $\delta$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = VI	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x^x$	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		$\delta_y^y$	20	16+16	16+16	20+20	20+20	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		$\delta_x^x, \delta_y^y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x^x$	20	16+16	25	20+20	20+20	20	16+16	25	20+20	20+20	20	16+16	25	20+20	20+20
		$\delta_y^y$	16+16	16+16	25	20+20	32	16+16	16+16	25	20+20	20+20	20	16+16	25	20+20	20+20
		$\delta_x^x, \delta_y^y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
G = VII	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x^x$	20	20	16+16	25	25	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		$\delta_y^y$	20	16+16	16+16	25	25	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		$\delta_x^x, \delta_y^y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x^x$	20	16+16	25	25	20+20	20	16+16	25	25	20+20	20	16+16	25	25	20+20
		$\delta_y^y$	16+16	16+16	25	25	20+20	20	16+16	25	20+20	20+20	20	16+16	25	25	20+20
		$\delta_x^x, \delta_y^y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

## CONTROL DE CALIDAD

## NOTAS:

1 - DIMENSIONES b, a y s EN m

2 - LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20 m ENTRE SI

3 - LOS RECOBRIMIENTOS SERAN DE 0,03 m

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORNIGON	H - 200	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH - 400 N/F	$\gamma_c = 1,5$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_c = 1,6$

## DIMENSIONES Y ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $h_{max} \leq 10,00\text{m}$   
 TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 3,00 \text{ kp/cm}^2$

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA					I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
			b	8,40	8,60	9,00	9,40	9,80	11,00	11,40	11,80	12,20	12,60	13,00	13,40	13,60	14,20
G = VI	0 < h ≤ 5,00	b	3,35	3,55	3,95	4,35	4,75	2,85	3,35	3,75	4,15	4,55	2,95	3,35	3,55	4,15	4,55
		a	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
		b	8,80	9,00	9,20	9,80	10,20	11,60	11,80	12,00	12,60	12,80	13,60	13,80	14,00	14,40	14,80
	5,00 < h ≤ 10,00	a	3,75	3,95	4,15	4,75	5,15	3,55	3,75	3,95	4,55	4,75	3,55	3,75	3,95	4,35	4,75
		b	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
		a	8,60	8,60	9,00	9,40	9,80	11,20	11,40	11,80	12,20	12,60	13,20	13,40	13,60	14,20	14,60
G = VII	0 < h ≤ 5,00	a	3,55	3,55	3,95	4,35	4,75	3,15	3,35	3,75	4,15	4,55	3,15	3,35	3,55	4,15	4,55
		b	1,05	1,05	1,05	1,15	1,25	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15
		b	8,80	9,00	9,20	9,80	10,20	11,60	11,80	12,00	12,60	12,80	13,60	13,80	14,00	14,40	14,80
	5,00 < h ≤ 10,00	a	3,75	3,95	4,15	4,75	5,15	3,75	3,75	3,95	4,55	4,75	3,75	3,75	3,95	4,35	4,75
		b	1,05	1,05	1,05	1,25	1,35	1,05	1,05	1,05	1,15	1,25	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15

DIAMETROS  $\delta$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA					I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
			$\delta_x$	20	20	20	16+16	25	16	20	20	16+16	25	16	20	20	16+16
G = VII	0 < h ≤ 5,00	$\delta_y$	20	20	20	16+16	25	20	20	20	16+16	25	16	20	20	16+16	25
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		$\delta_x$	20	20	16+16	25	20+20	20	20	25	25	20	20	20	20	16+16	25
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_y$	20	16+16	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		$\delta_x$	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	16+16	16+16	16	20	20	20	16+16
G = VIII	0 < h ≤ 5,00	$\delta_y$	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	16+16	16+16
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		$\delta_x$	20	20	16+16	16+16	25	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	16+16	25
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_y$	20	16+16	16+16	25	25	20	20	20	16+16	25	20	20	20	16+16	25
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		$\delta_x$	20	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	16+16	20	20	20	16+16	25

## CONTROL DE CALIDAD

## NOTAS:

1 - DIMENSIONES b, a Y  $\delta$  EN m

2 - LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20 m ENTRE SI

3 - LOS RECOBRIENTES SERAN DE 0,03 m

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	M - 200	NORMAL
ACERO	AEH - 400 N o F	NORMAL
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

## DIMENSIONES Y ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $h_{max} \leq 10,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 5,00$  kp/cm<sup>2</sup>

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = VI	0 < h ≤ 5,00	b	7,60	7,60	7,80	8,20	8,40	10,40	10,40	10,60	10,80	11,20	12,10	12,40	12,60	12,80	13,00
		a	2,55	2,55	2,75	3,15	3,35	2,35	2,35	2,55	2,75	3,15	2,85	2,85	2,55	2,75	2,95
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,00	8,00	8,20	8,40	8,60	10,80	10,80	11,00	11,20	11,40	12,60	12,80	13,00	13,20	13,40
		a	2,95	2,95	3,15	3,35	3,55	2,75	2,75	2,95	3,15	3,35	2,85	2,85	2,95	3,15	3,35
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
G = VII	0 < h ≤ 5,00	b	7,80	7,80	7,80	8,20	8,40	10,40	10,40	10,60	10,80	11,20	12,10	12,40	12,60	12,80	13,00
		a	2,75	2,75	2,75	3,15	3,35	2,35	2,35	2,55	2,75	3,15	2,85	2,85	2,55	2,75	2,95
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,20	8,20	8,20	8,40	8,60	11,00	11,00	11,00	11,20	11,40	13,00	13,00	13,00	13,20	13,40
		a	3,15	3,15	3,15	3,35	3,55	2,95	2,95	2,95	3,15	3,35	2,85	2,85	2,95	3,15	3,35
		s	1,05	1,05	1,05	1,15	1,25	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

DIAMETROS  $\delta$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = VI	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x$	16	16	20	20	16+16	16	16	16	20	20	16	16	16	20	20
		$\delta_y$	20	20	20	20	16+16	16	16	20	20	20	16	16	20	20	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x$	20	20	20	16+16	16+16	16	20	20	20	16+16	16	20	20	20	20
		$\delta_y$	20	20	20	16+16	25	20	20	20	20	16+16	20	20	20	20	16+16
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
G = VII	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x$	16	16	20	20	16+16	16	16	16	20	20	16	16	16	20	20
		$\delta_y$	20	16	20	20	16+16	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x$	20	20	20	20	16+16	16+16	16	16	20	20	20	16	16	20	20
		$\delta_y$	20	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	20	16+16	20	20	20	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

## CONTROL DE CALIDAD

## NOTAS :

1 - DIMENSIONES b, a Y  $\delta$  EN m

2 - LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20 m ENTRE SI

3 - LOS RECOBRIMIENTOS SERAN DE 0,03 m

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H - 200	$\gamma_s = 1,5$
ACERO	AEH - 400 N/F	$\gamma_s = 1,5$
EJECUCION		NORMAL $\gamma_s = 1,6$

## DIMENSIONES Y ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $h_{max} \leq 10,00 \text{ m}$ TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 7,00 \text{ kp/cm}^2$ 

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00						
			VIGA		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
			b	g	7,10	7,40	7,40	7,60	7,80	10,10	10,10	10,10	10,40	10,40	12,10	12,10	12,10	12,40	12,40
G = VI	0 < h ≤ 5,00	b	7,10	7,40	7,40	7,60	7,80	10,10	10,10	10,10	10,40	10,40	12,10	12,10	12,10	12,40	12,40		
		g	2,05	2,35	2,35	2,55	2,75	2,05	2,05	2,05	2,35	2,35	2,05	2,05	2,05	2,35	2,35		
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05		
	5,00 < h ≤ 10,00	b	7,60	7,60	7,80	7,80	8,00	10,40	10,40	10,60	10,60	10,80	12,40	12,40	12,60	12,60	12,80		
		g	2,55	2,55	2,75	2,75	2,95	2,35	2,35	2,55	2,55	2,75	2,35	2,35	2,35	2,55	2,75		
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05		
G = VII	0 < h ≤ 5,00	b	7,10	7,40	7,40	7,60	7,80	10,10	10,10	10,10	10,40	10,40	12,10	12,10	12,10	12,40	12,40		
		g	2,05	2,35	2,35	2,55	2,75	2,05	2,05	2,05	2,35	2,35	2,05	2,05	2,05	2,35	2,35		
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05		
	5,00 < h ≤ 10,00	b	7,80	7,80	7,80	7,80	8,00	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	12,60	12,80	12,80	12,80	12,80		
		g	2,75	2,75	2,75	2,75	2,95	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75		
		s	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05		

DIAMETROS  $\delta$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00						
			VIGA		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
			$\delta_x$	$\delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
G = VI	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x$	16	16	16	20	20	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
		$\delta_y$	16	20	20	20	20	16	16	16	20	20	16	16	16	20	20	20	
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x$	20	20	20	20	16+16	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20	20	
		$\delta_y$	20	20	20	20	16+16	16	20	20	20	20	16	20	20	20	20	20	
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
G = VII	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x$	16	16	16	20	20	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
		$\delta_y$	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20	16	16	16	16	20	20	
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x$	20	16	20	20	20	16	16	16	16	20	16	16	16	16	20	20	
		$\delta_y$	20	20	20	20	16+16	20	16	20	20	20	16	16	16	20	20	20	
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	

## CONTROL DE CALIDAD

	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	$H = 200$	NORMAL	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	$AEH = 400 \text{ N/}\text{f}$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
	EJECUCION	NORMAL	$\gamma_t = 1,6$

## NOTAS :

1 - DIMENSIONES  $b, g$  Y  $s$  EN m

2 - LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20 m ENTRE SI

3 - LOS RECOBRIENTOS SERAN DE 0,03 m

## DIMENSIONES DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < h_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 2,00 \text{ kp/cm}^2$ 

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
$G \leq III$	$0 < h \leq 5,00$	b	9,40	10,00	10,40	11,00	11,40	12,20	12,80	13,20	13,80	14,40	14,20	14,60	15,20	15,80	16,40
		a	4,45	5,05	5,45	6,05	6,45	4,25	4,85	5,25	5,85	6,45	4,25	4,65	5,25	5,85	6,45
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	$5,00 < h \leq 10,00$	b	9,80	10,40	10,80	11,40	11,80	12,80	13,20	13,60	14,20	14,80	14,80	15,20	15,60	16,40	16,80
		a	4,85	5,45	5,85	6,45	6,85	4,85	5,25	5,65	6,25	6,85	4,85	5,25	5,65	6,45	6,85
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	$10,00 < h \leq 15,00$	b	10,60	10,80	11,20	11,80	12,40	13,60	13,80	14,20	14,80	15,40	15,60	15,80	16,20	16,80	17,40
		a	5,65	5,85	6,25	6,85	7,45	5,65	5,85	6,25	6,85	7,45	5,65	5,85	6,25	6,85	7,45
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25
	$15,00 < h \leq 20,00$	b	11,20	11,40	11,80	12,20	12,80	14,20	14,80	14,80	15,40	16,00	16,40	16,60	17,00	17,40	18,00
		a	6,25	6,45	6,85	7,25	7,85	6,25	6,65	6,85	7,45	8,05	6,45	6,65	7,05	7,45	8,05
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35
$G \geq III$	$0 < h \leq 5,00$	b	9,60	10,00	10,40	11,00	11,40	12,40	12,80	13,20	13,80	14,40	14,40	14,60	15,20	15,80	16,40
		a	4,65	5,05	5,45	6,05	6,45	4,45	4,85	5,25	5,85	6,45	4,45	4,65	5,25	5,85	6,45
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	$5,00 < h \leq 10,00$	b	9,80	10,40	10,80	11,40	11,80	12,80	13,20	13,60	14,20	14,80	14,80	15,20	15,60	16,40	16,80
		a	4,85	5,45	5,85	6,45	6,85	4,85	5,25	5,65	6,25	6,85	4,85	5,25	5,65	6,45	6,85
		s	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35	1,15	1,15	1,15	1,35	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35	1,35
	$10,00 < h \leq 15,00$	b	10,80	10,80	11,20	11,80	12,40	13,80	13,80	14,20	14,80	15,40	15,80	15,80	16,20	16,80	17,40
		a	5,85	5,85	6,25	6,85	7,45	5,85	5,85	6,25	6,85	7,45	5,85	5,85	6,25	6,85	7,45
		s	1,15	1,15	1,25	1,35	1,45	1,15	1,15	1,25	1,35	1,45	1,15	1,15	1,25	1,35	1,45
	$15,00 < h \leq 20,00$	b	11,40	11,40	11,80	12,20	12,80	14,60	14,60	14,80	15,40	16,00	16,60	16,80	17,00	17,40	18,00
		a	6,45	6,45	6,85	7,25	7,85	6,65	6,65	6,85	7,45	8,05	6,65	6,85	7,05	7,45	8,05
		s	1,35	1,35	1,45	1,55	1,65	1,45	1,45	1,55	1,65	1,75	1,55	1,65	1,75	1,75	1,75

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H-200	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH-400 N ó F	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

## NOTA:

DIMENSIONES b, a Y s EN m

## ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < h_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 2,00$  kp/cm<sup>2</sup>DIAMETROS  $\delta$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G=VI	0 < h < 5,00	$\delta_i^X$	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	16+16	20+20	20	20	16+16	16+16	20+20
		$\delta_i^Y$	20	16+16	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h < 10,00	$\delta_i^X$	20	16+16	25	20+20	20+20	20	16+16	16+16	25	20+20	20	16+16	16+16	20+20	20+20
		$\delta_i^Y$	20	16+16	25	20+20	20+20	20	16+16	16+16	20+20	20+20	20	16+16	16+16	20+20	20+20
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h < 15,00	$\delta_i^X$	16+16	25	20+20	20+20	32	16+16	25	25	20+20	32	16+16	25	20+20	20+20	32
		$\delta_i^Y$	25	25	20+20	32	32	25	25	20+20	32	32	25	25	20+20	32	32
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h < 20,00	$\delta_i^X$	20+20	20+20	20+20	32	32	20+20	20+20	20+20	32	32	20+20	20+20	32	32	32
		$\delta_i^Y$	20+20	20+20	32	32	32	20+20	32	32	32	32	20+20	32	32	32	25+25
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
G=VII	0 < h < 5,00	$\delta_i^X$	20	20	16+16	25	25	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	20+20	
		$\delta_i^Y$	20	20	16+16	25	25	20	20	16+16	25	25	20	20	16+16	16+16	20+20
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h < 10,00	$\delta_i^X$	20	16+16	25	25	20+20	20	16+16	16+16	25	25	20	16+16	16+16	25	20+20
		$\delta_i^Y$	20	16+16	25	25	20+20	20	16+16	16+16	25	20+20	20	16+16	16+16	25	20+20
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h < 15,00	$\delta_i^X$	16+16	25	25	20+20	20+20	16+16	16+16	25	20+20	20+20	16+16	16+16	25	20+20	20+20
		$\delta_i^Y$	16+16	25	25	20+20	20+20	16+16	25	25	20+20	20+20	16+16	25	25	20+20	20+20
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h < 20,00	$\delta_i^X$	16+16	25	25	20+20	20+20	16+16	25	25	25	20+20	16+16	25	25	20+20	20+20
		$\delta_i^Y$	25	25	25	20+20	20+20	16+16	25	25	25	20+20	25	25	25	20+20	20+20
		$\delta_s^X, \delta_s^Y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20	16	16	20	20

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H-200	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH-400 N ó F	$\gamma_c = 1,5$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_c = 1,6$

## NOTAS:

- 1- LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20m ENTRE SI  
 2- LOS RECOBRIENTOS SERAN DE 0,03 m

## DIMENSIONES DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 \leq H_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 3,00 \text{ kp/cm}^2$ 

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00						
			VIGA		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
			b	a	8,40	8,60	9,00	9,40	9,80	11,00	11,40	11,80	12,20	12,60	13,00	13,20	13,60	14,20	14,60
G = VI	0 < h ≤ 5,00	b	8,40	8,60	9,00	9,40	9,80	10,20	11,00	11,40	11,80	12,20	12,60	13,00	13,20	13,60	14,20	14,60	
		a	3,45	3,65	4,05	4,45	4,85	5,05	5,45	5,85	4,05	4,45	4,85	5,05	5,45	5,85	4,05	4,45	4,85
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,80	9,00	9,20	9,80	10,20	11,00	11,40	12,00	12,60	13,00	13,60	13,80	14,00	14,40	14,80		
		a	3,85	4,05	4,25	4,85	5,25	3,65	3,85	4,05	4,45	5,05	3,65	3,85	4,05	4,45	4,85		
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	
	10,00 < h ≤ 15,00	b	9,40	9,60	9,80	10,00	10,40	12,20	12,40	12,60	13,00	13,20	14,20	14,40	14,60	15,00	15,20		
		a	4,45	4,65	4,85	5,05	5,45	4,25	4,45	4,65	5,05	5,25	4,25	4,45	4,65	5,05	5,25		
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15		
	15,00 < h ≤ 20,00	b	10,00	10,00	10,20	10,60	10,80	12,80	13,00	13,20	13,60	13,80	14,80	15,00	15,20	15,60	16,00		
		a	5,05	5,05	5,05	5,65	5,85	4,85	5,05	5,25	5,65	5,85	4,85	5,05	5,25	5,65	6,05		
		s	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35		
G = VII	0 < h ≤ 5,00	b	8,60	8,60	9,00	9,40	9,80	11,20	11,40	11,80	12,20	12,60	13,20	13,60	14,20	14,60			
		a	3,65	3,65	4,05	4,45	4,85	3,25	3,45	3,85	4,25	4,65	3,25	3,45	3,85	4,25	4,65		
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15		
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,80	9,00	9,20	9,80	10,20	11,00	11,80	12,00	12,60	13,00	13,80	13,80	14,00	14,40	14,80		
		a	3,85	4,05	4,25	4,85	5,25	3,85	3,85	4,05	4,45	5,05	3,85	3,85	4,05	4,45	4,85		
		s	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35	1,15	1,15	1,15	1,25	1,35	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15		
	10,00 < h ≤ 15,00	b	9,60	9,60	9,80	10,00	10,40	12,60	12,60	12,60	13,00	13,20	14,60	14,60	14,60	15,20	15,20		
		a	4,65	4,65	4,85	5,05	5,45	4,65	4,65	4,65	5,05	5,25	4,65	4,65	4,65	5,25	5,25		
		s	1,25	1,25	1,35	1,35	1,45	1,25	1,25	1,25	1,35	1,45	1,25	1,25	1,35	1,35	1,35		
	15,00 < h ≤ 20,00	b	10,40	10,40	10,40	10,80	10,80	13,60	13,60	13,60	13,60	14,00	15,80	15,80	15,80	16,00			
		a	5,45	5,45	5,45	5,85	5,85	5,65	5,65	5,65	5,65	6,05	5,85	5,85	5,85	6,05			
		s	1,55	1,55	1,55	1,55	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,75		

## NOTA:

DIMENSIONES b, a Y s EN m

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H - 200	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH - 400 N 6 F	$\gamma_s = 1,5$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

## ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < h_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 3,00$  kp/cm<sup>2</sup>DIAMETROS  $\phi$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = VI	0 < h ≤ 5,00	$\phi_x$	20	20	20	16+16	25	16	20	20	20	16+16	16	16	20	20	16+16
		$\phi_y$	20	20	20	16+16	25	16	20	20	16+16	16+16	16	20	20	16+16	16+16
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\phi_x$	20	20	16+16	25	20+20	20	20	20	16+16	25	20	20	20	16+16	25
		$\phi_y$	20	20	16+16	25	20+20	20	20	20	16+16	25	20	20	20	16+16	25
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h ≤ 15,00	$\phi_x$	16+16	16+16	25	20+20	20+20	16+16	16+16	16+16	16+16	25	20+20	20	16+16	16+16	25
		$\phi_y$	16+16	25	25	20+20	20+20	16+16	16+16	25	20+20	20+20	16+16	25	20+20	20+20	25
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h ≤ 20,00	$\phi_x$	25	25	20+20	20+20	20+20	25	25	20+20	20+20	20+20	25	25	20+20	20+20	20+20
		$\phi_y$	20+20	20+20	20+20	32	32	20+20	20+20	32	32	20+20	20+20	32	32	32	32
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
G = VII	0 < h ≤ 5,00	$\phi_x$	20	20	20	16+16	16+16	16	16	20	20	16+16	16	16	20	20	16+16
		$\phi_y$	20	20	20	16+16	6+16	20	20	20	16+16	16+16	16	20	20	20	16+16
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\phi_x$	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	25	20	20	20	16+16	25	
		$\phi_y$	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	25	20	20	20	16+16	25	
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h ≤ 15,00	$\phi_x$	16+16	16+16	16+16	25	25	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	16+16	25
		$\phi_y$	16+16	16+16	16+16	25	25	16+16	16+16	16+16	16+16	25	16+16	16+16	16+16	16+16	25
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h ≤ 20,00	$\phi_x$	16+16	16+16	16+16	25	25	16+16	20	16+16	25	25	16+16	20	16+16	25	25
		$\phi_y$	16+16	16+16	16+16	25	25	20+20	20+20	16+16	25	25	16+16	16+16	16+16	25	25
		$\phi_{s,x}, \phi_{s,y}$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	M - 200	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEM - 400 N ó F	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_l = 1,6$

## NOTAS:

1 - LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20m ENTRE SI

2 - LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 0,03 m

## DIMENSIONES DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < H_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 5,00$  kp/cm<sup>2</sup>

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = VI	0 < h ≤ 5,00	b	7,60	7,60	7,80	8,00	8,40	10,60	10,60	10,60	10,80	11,00	12,10	12,60	12,60	12,80	13,00
		a	2,65	2,65	2,85	3,05	3,45	2,65	2,65	2,65	2,85	3,05	2,5	2,65	2,65	2,85	3,05
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,00	8,00	8,20	8,40	8,60	10,60	10,80	11,00	11,20	11,40	12,60	12,80	12,80	13,00	13,20
		a	3,05	3,05	3,25	3,45	3,65	2,65	2,85	3,05	3,25	3,45	2,65	2,85	3,05	3,25	3,25
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	10,00 < h ≤ 15,00	b	8,40	8,40	8,60	8,80	9,00	11,20	11,40	11,40	11,60	11,80	13,20	13,20	13,40	13,60	13,80
		a	3,45	3,45	3,65	3,85	4,05	3,25	3,45	3,45	3,65	3,85	3,25	3,25	3,45	3,65	3,85
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
G = VII	15,00 < h ≤ 20,00	b	9,00	9,00	9,00	9,20	9,40	11,80	11,80	12,00	12,00	12,20	13,80	13,80	14,00	14,00	14,20
		a	4,00	4,05	4,05	4,25	4,45	3,85	3,85	4,05	4,05	4,25	3,85	3,85	4,05	4,05	4,25
		s	1,15	1,15	1,15	1,25	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25
	0 < h ≤ 5,00	b	7,60	7,60	7,80	8,00	8,40	10,60	10,60	10,60	10,80	11,00	12,10	12,60	12,60	12,80	13,00
		a	2,65	2,65	2,85	3,05	3,45	2,65	2,65	2,65	2,85	3,05	2,5	2,75	2,65	2,85	3,05
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,20	8,20	8,20	8,40	8,60	11,00	11,00	11,00	11,20	11,40	12,80	12,80	12,80	13,20	13,20
		a	3,25	3,25	3,25	3,45	3,65	3,05	3,05	3,25	3,45	2,85	2,85	2,85	3,25	3,25	3,25
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,25	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	10,00 < h ≤ 15,00	b	8,80	8,80	8,80	8,80	9,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	13,20	14,00	14,00	14,00	14,00
		a	3,85	3,85	3,85	3,85	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	3,25	4,05	4,05	4,05	4,05
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,45	1,35	1,35	1,35	1,35	1,25	1,15	1,35	1,35	1,35	1,35
	15,00 < h ≤ 20,00	b	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,80	15,00	15,00	15,00	15,00
		a	4,85	4,85	4,85	4,65	4,85	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	3,85	5,05	5,05	5,05	5,05
		s	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,15	1,85	1,85	1,85	1,85

## NOTA:

DIMENSIONES b, a Y s EN m

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H = 200	$\beta_c = 1,5$
ACERO	$\Delta E H = 400 \text{ N o F}$	$\beta_s = 1,5$
EJECUCION	NORMAL	$\beta_f = 1,6$

## ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < h_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 5,00$  kp/cm<sup>2</sup>DIAMETROS  $\phi$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00					
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
G = VI	0 < h ≤ 5,00	$\phi_x$	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20	16	16	16	16	20	
		$\phi_y$	16	20	20	20	20	16+16	16	16	16	20	20	16	16	16	20	20
		$\phi_x, \phi_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\phi_x$	20	20	20	20	20	16+16	16	16	20	20	20	16	16	20	20	20
		$\phi_y$	20	20	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	20	16+16	16	20	20	20
		$\phi_x, \phi_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h ≤ 15,00	$\phi_x$	20	20	16+16	16+16	25	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	16+16	16+16	20
		$\phi_y$	20	20	16+16	16+16	25	20+20	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	16+16	25
		$\phi_x, \phi_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h ≤ 20,00	$\phi_x$	16+16	25	25	25	20+20	16+16	16+16	25	25	25	16+16	16+16	25	25	25	25
		$\phi_y$	25	25	20+20	20+20	20+20	25	25	20+20	20+20	20+20	25	25	20+20	20+20	20+20	20+20
		$\phi_x, \phi_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
G = VII	0 < h ≤ 5,00	$\phi_x$	16	16	16	20	20	16	16	16	16	20	16	16	16	16	20	
		$\phi_y$	16	20	20	20	20	16+16	16	16	20	20	16	16	16	16	20	20
		$\phi_x, \phi_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\phi_x$	20	20	20	20	20	16+16	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20
		$\phi_y$	20	20	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	20	16	20	20	20	20
		$\phi_x, \phi_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h ≤ 15,00	$\phi_x$	20	20	20	16+16	16+16	20	16	20	20	16+16	20	16	20	20	16+16	20
		$\phi_y$	20	20	20	16+16	16+16	25	20	20	20	16+16	20	20	20	20	20	16+16
		$\phi_x, \phi_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h ≤ 20,00	$\phi_x$	20	20	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		$\phi_y$	16+16	20	20	16+16	16+16	25	16+16	20	20	20	16+16	20	20	20	20	16+16
		$\phi_x, \phi_y$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H-200	$\chi_c = 1,5$
ACERO	AEH-400 N ó F	$\chi_s = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\chi_f = 1,6$

## NOTAS:

1.- LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20m ENTRE SI

2 - LOS RECOBRIENTOS SERAN DE 0,03 m

## DIMENSIONES DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < H_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 7,00$  kp/cm<sup>2</sup>

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00					
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
G = VI	0 < h ≤ 5,00	b	7,10	7,10	7,60	7,60	7,60	7,60	10,10	10,10	10,10	10,60	10,60	12,10	12,10	12,10	12,10	12,60
		a	2,15	2,15	2,65	2,65	2,65	2,65	2,15	2,15	2,15	2,65	2,65	2,15	2,15	2,15	2,15	2,65
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	5,00 < h ≤ 10,00	b	7,60	7,60	7,60	7,80	8,00	10,60	10,60	10,60	10,60	10,80	12,60	12,60	12,60	12,60	12,60	
		a	2,65	2,65	2,65	2,65	3,05	2,65	2,65	2,65	2,65	2,85	2,85	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	10,00 < h ≤ 15,00	b	8,00	8,00	8,00	8,20	8,20	10,80	10,80	10,80	11,00	11,20	12,80	12,80	12,80	13,00	13,00	
		a	3,05	3,05	3,05	3,25	3,25	2,65	2,85	2,85	3,05	3,25	2,85	2,85	2,85	3,05	3,05	3,05
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	15,00 < h ≤ 20,00	b	8,40	8,40	8,60	8,60	8,60	8,60	11,20	11,40	11,40	11,40	11,60	13,20	13,20	13,40	13,40	13,40
		a	3,45	3,45	3,65	3,65	3,65	3,65	3,25	3,45	3,45	3,45	3,65	3,25	3,25	3,45	3,45	3,45
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
G = VII	0 < h ≤ 5,00	b	7,10	7,60	7,60	7,60	7,60	10,10	10,10	10,10	10,60	10,60	12,10	12,10	12,10	12,10	12,60	
		a	2,15	2,15	2,65	2,65	2,65	2,15	2,15	2,15	2,65	2,65	2,15	2,15	2,15	2,15	2,65	2,65
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	5,00 < h ≤ 10,00	b	7,80	7,80	7,80	7,80	8,00	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	
		a	2,85	2,85	2,85	2,85	3,05	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85
		s	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	10,00 < h ≤ 15,00	b	8,00	8,60	8,60	8,60	8,60	10,80	11,60	11,60	11,60	11,60	12,80	13,60	13,60	13,60	13,60	
		a	3,15	3,65	3,65	3,65	3,65	2,85	3,65	3,65	3,65	3,65	2,85	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65
		s	1,15	1,45	1,45	1,45	1,45	1,15	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
	15,00 < h ≤ 20,00	b	8,40	9,40	9,40	9,40	9,40	11,60	12,40	12,40	12,40	12,40	13,20	13,60	13,40	14,40	14,40	
		a	3,45	4,45	4,45	4,45	4,45	3,25	3,65	4,45	4,45	4,45	3,25	3,65	4,45	4,45	4,45	4,45
		s	1,25	1,85	1,85	1,85	1,85	1,15	1,45	1,85	1,85	1,85	1,15	1,45	1,95	1,95	1,95	1,95

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H = 200	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH = 400 N.o F	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

## NOTA:

DIMENSIONES b, a y s en m

## ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $10,00 < h_{max} \leq 20,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 7,00$  kp/cm<sup>2</sup>DIAMETROS  $\delta$  DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = VI	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x$	16	16	16	20	20	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		$\delta_y$	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20	16	16	16	16	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x$	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20	16	16	16	16	20
		$\delta_y$	20	20	20	20	16+16	20	20	20	20	20	16	20	20	20	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h ≤ 15,00	$\delta_x$	20	20	20	16+16	16+16	20	20	20	20	20	16+16	20	20	20	20
		$\delta_y$	20	20	20	16+16	25	20	20	20	20	20	16+16	20	20	20	16+16
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h ≤ 20,00	$\delta_x$	16+16	16+16	25	25	25	16+16	16+16	16+16	16+16	25	16+16	16+16	16+16	16+16	25
		$\delta_y$	16+16	25	25	20+20	16+16	16+16	25	25	20+20	16+16	16+16	25	25	25	25
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
G = VII	0 < h ≤ 5,00	$\delta_x$	16	16	16	20	20	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16
		$\delta_y$	16	16	20	20	20	16	16	16	20	20	16	16	16	16	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	5,00 < h ≤ 10,00	$\delta_x$	16	16	16	20	20	16	16	16	16	20	16	16	16	16	16
		$\delta_y$	20	20	20	20	20	16	20	20	20	20	16	16	16	16	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10,00 < h ≤ 15,00	$\delta_x$	20	16	16	20	20	16	20	16	16	20	16	20	16	16	16
		$\delta_y$	20	20	20	20	16+16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	15,00 < h ≤ 20,00	$\delta_x$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	16	20	20	20	20
		$\delta_y$	16+16	16+16	20	20	16+16	20	20	16+16	20	20	20	16+16	20	20	20
		$\delta_x, \delta_y$	16	20	20	20	20	16	16	20	20	20	16	20	20	20	20

## CONTROL DE CALIDAD

	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H - 200	NORMAL	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH - 400 N 6 F	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION		NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

## NOTAS:

- 1- LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20m ENTRE SI  
 2- LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 0,03 m

## DIMENSIONES DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $20,00 < h_{max} \leq 30,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 2,00$  kp/cm<sup>2</sup>

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
$G \leq III$	$0 < h \leq 5,00$	b	9,40	10,00	10,40	11,00	11,60	12,20	12,80	13,20	14,00	14,40	14,20	14,80	15,20	16,00	16,60
		a	4,65	5,25	5,65	6,25	6,85	4,45	5,05	5,45	6,25	6,65	4,45	5,05	5,45	6,25	6,65
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	$5,00 < h \leq 10,00$	b	10,00	10,40	10,80	11,40	12,00	12,80	13,20	13,80	14,40	15,00	14,80	15,20	15,80	16,40	17,00
		a	5,25	5,65	6,05	6,65	7,25	5,05	5,45	6,05	6,65	7,25	5,05	5,45	6,05	6,65	7,25
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	$10,00 < h \leq 15,00$	b	10,60	11,00	11,40	12,00	12,40	13,60	14,00	14,40	15,00	15,40	15,60	16,00	16,40	17,00	17,60
		a	5,85	6,25	6,65	7,25	7,65	5,85	6,25	6,65	7,25	7,65	5,85	6,25	6,65	7,25	7,85
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	$15,00 < h \leq 20,00$	b	11,20	11,60	11,80	12,40	12,80	14,40	14,80	15,00	15,40	16,00	16,60	16,80	17,20	17,60	18,20
		a	6,45	6,85	7,05	7,65	8,05	6,65	7,05	7,25	7,65	8,25	6,85	7,05	7,45	7,85	8,45
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	$20,00 < h \leq 25,00$	b	12,00	12,20	12,40	12,80	13,40	15,20	15,40	15,80	16,20	16,60	17,40	17,60	18,00	18,40	18,80
		a	7,25	7,45	7,65	8,05	8,65	7,45	7,65	8,05	8,45	8,85	7,65	7,85	8,25	8,65	9,05
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	$25,00 < h \leq 30,00$	b	12,60	12,80	13,00	13,40	13,80	16,00	16,20	16,60	16,80	17,40	18,20	18,40	18,80	19,20	19,80
		a	7,85	8,05	8,25	8,65	9,05	8,25	8,45	8,85	9,05	9,65	8,45	8,65	9,05	9,45	10,05
		s	1,35	1,35	1,35	1,45	1,45	1,35	1,35	1,45	1,45	1,55	1,35	1,45	1,45	1,55	1,65
$G = III$	$0 < h \leq 5,00$	b	9,60	10,00	10,40	11,00	11,60	12,40	12,80	13,20	14,00	14,40	14,40	14,80	15,20	16,00	16,60
		a	4,85	5,25	5,65	6,25	6,85	4,65	5,05	5,45	6,25	6,65	4,65	5,05	5,45	6,25	6,85
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	$5,00 < h \leq 10,00$	b	10,00	10,40	10,80	11,40	12,00	12,80	13,20	13,80	14,40	15,00	14,80	15,20	15,80	16,40	17,00
		a	5,25	5,65	6,05	6,65	7,25	5,05	5,45	6,05	6,65	7,25	5,05	5,45	6,05	6,65	7,25
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	$10,00 < h \leq 15,00$	b	10,80	11,00	11,40	12,00	12,40	13,80	14,00	14,40	15,00	15,40	15,80	16,00	16,40	17,00	17,60
		a	6,05	6,25	6,65	7,25	7,65	6,05	6,25	6,65	7,25	7,65	6,05	6,25	6,65	7,25	7,85
		s	1,35	1,35	1,35	1,45	1,55	1,35	1,35	1,35	1,45	1,45	1,35	1,35	1,45	1,45	1,55
	$15,00 < h \leq 20,00$	b	11,40	11,60	11,80	12,40	12,80	14,60	15,00	15,00	15,40	16,00	16,80	17,20	17,60	18,20	
		a	6,65	6,85	7,05	7,65	8,05	6,65	7,25	7,25	7,65	8,25	7,05	7,05	7,65	7,85	8,45
		s	1,45	1,45	1,55	1,55	1,65	1,55	1,55	1,55	1,65	1,75	1,55	1,55	1,65	1,75	
	$20,00 < h \leq 25,00$	b	12,40	12,40	12,60	12,80	13,40	15,80	15,80	16,00	16,20	16,60	18,00	18,20	18,60	18,80	
		a	7,65	7,65	7,85	8,05	8,65	8,05	8,05	8,25	8,45	8,85	8,25	8,45	8,45	8,85	9,05
		s	1,65	1,65	1,75	1,85	1,95	1,75	1,75	1,85	1,95	2,05	1,85	1,85	1,85	1,85	
	$25,00 < h \leq 30,00$	b	13,40	13,40	13,40	13,60	13,80	17,00	17,00	17,00	17,20	17,60	19,20	19,40	19,40	19,60	19,80
		a	8,65	8,65	8,65	8,85	9,05	9,25	9,25	9,25	9,45	9,85	9,45	9,65	9,65	9,85	10,05
		s	1,95	1,95	1,95	1,95	2,05	2,05	2,05	2,05	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,25	

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H-200	$\chi_c = 1,5$
ACERO	AEH-400 N 6 F	$\chi_s = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\chi_f = 1,6$

## ARMADURA DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $20,00 < H_{mdx} \leq 30,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 2,00$  kp/cm<sup>2</sup>

DIAMETROS 6 DE ARMADURAS

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00					
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
G = VI	0 < h ≤ 5,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	20	20	16+16	16+16	25	16	20	20	16+16	25	16	20	20	16+16	25	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	20	16+16	16+16	16+16	25	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	16+16	25	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	5,00 < h ≤ 10,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	20	16+16	16+16	25	20+20	20	20	16+16	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	16+16	16+16	16+16	25	20+20	20	16+16	16+16	25	20+20	20	16+16	16+16	25	20+20	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	10,00 < h ≤ 15,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	16+16	16+16	25	20+20	20+20	16+16	16+16	25	20+20	20+20	16+16	16+16	25	20+20	20+20	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	16+16	25	25	20+20	32	16+16	25	20+20	20+20	16+16	25	25	20+20	32		
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	15,00 < h ≤ 20,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	25	25	20+20	20+20	32	25	20+20	20+20	20+20	32	25	20+20	20+20	32	32	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	25	20+20	20+20	32	32	20+20	20+20	20+20	32	32	20+20	20+20	32	32	25+25	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	20,00 < h ≤ 25,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	20+20	20+20	32	32	25+25	20+20	32	32	32	32	20+20	32	32	25+25	25+25	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	20+20	32	32	25+25	32	32	32	25+25	25+25	32	32	25+25	25+25	25+25	25+25	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	25,00 < h ≤ 30,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	32	32	32	32	25+25	32	32	32	25+25	25+25	32	32	25+25	25+25	25+25	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	32	25+25	25+25	25+25	25+25	25+25	25+25	25+25	25+25	25+32	25+25	25+25	25+25	25+25	25+32	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
G = VII	0 < h ≤ 5,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	20	20	16+16	16+16	25	20	20	20	16+16	25	16	20	20	16+16	25	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	16+16	25	20	20	16+16	16+16	25	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	5,00 < h ≤ 10,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	20	16+16	16+16	25	20+20	20	20	16+16	16+16	25	20+20	20	20	16+16	25	20+20
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	16+16	16+16	16+16	25	20+20	20	16+16	16+16	25	20+20	20	16+16	16+16	25	20+20	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	10,00 < h ≤ 15,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	16+16	16+16	25	25	20+20	16+16	16+16	25	25	20+20	16+16	16+16	25	25	20+20	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	16+16	16+16	25	20+20	20+20	16+16	16+16	25	25	20+20	16+16	16+16	25	25	20+20	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	15,00 < h ≤ 20,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	16+16	25	25	20+20	20+20	16+16	16+16	25	25	20+20	16+16	16+16	25	25	20+20	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	25	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20	
	20,00 < h ≤ 25,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	25	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	20+20	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	16	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
	25,00 < h ≤ 30,00	6 <sup>X</sup> <sub>i</sub>	25	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	25	25	25	20+20	20+20	
		6 <sup>Y</sup> <sub>i</sub>	20+20	25	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	20+20	32	
		6 <sup>X</sup> <sub>s</sub> , 6 <sup>Y</sup> <sub>s</sub>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H-200	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH-400 N 6 F	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION		NORMAL $\gamma_f = 1,6$

## NOTAS:

1- LAS ARMADURAS SE SITUARAN A 0,20 m ENTRE SI

2- LOS RECOBRIENTOS SERAN DE 0,03 m

## DIMENSIONES DE ZAPATAS

ALTURA MAXIMA DE PILA  $20,00 < h_{max} \leq 30,00$  mTENSION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma \geq 3,00$  kp/cm<sup>2</sup>

GRADO SISMICO	ALTURA DE PILA	ANCHO	7,00					10,00					12,00				
			VIGA	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
G = III	0 < h ≤ 5,00	b	8,20	8,60	9,00	9,40	9,80	11,00	11,40	11,60	12,20	12,60	12,80	13,20	13,60	14,00	14,60
		a	3,45	3,85	4,25	4,65	5,05	3,25	3,65	3,85	4,45	4,85	3,05	3,45	3,85	4,25	4,85
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,80	9,00	9,20	9,80	10,20	11,60	11,80	12,00	12,60	13,00	13,40	13,80	14,00	14,40	15,00
		a	4,05	4,25	4,45	5,05	5,45	3,85	4,05	4,25	4,85	5,25	3,65	4,05	4,25	4,65	5,25
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	10,00 < h ≤ 15,00	b	9,40	9,60	9,80	10,20	10,40	12,20	12,40	12,60	13,00	13,40	14,20	14,40	14,60	15,00	15,40
		a	4,65	4,85	5,05	5,45	5,65	4,45	4,65	4,85	5,25	5,65	4,45	4,65	4,85	5,25	5,65
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	15,00 < h ≤ 20,00	b	9,80	10,00	10,20	10,60	10,80	12,80	13,00	13,20	13,60	13,80	14,80	15,00	15,40	15,60	16,00
		a	5,05	5,25	5,45	5,85	6,05	5,05	5,25	5,45	5,85	6,05	5,05	5,25	5,65	5,85	6,25
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	20,00 < h ≤ 25,00	b	10,40	10,60	10,80	11,00	11,40	13,60	13,60	13,80	14,20	14,40	15,60	15,80	16,00	16,20	16,60
		a	5,65	5,85	6,05	6,25	6,65	5,85	5,85	6,05	6,45	6,65	5,85	6,05	6,25	6,45	6,85
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,45	1,35	1,35	1,35	1,35	1,45	1,35	1,35	1,45	1,45	1,45
	25,00 < h ≤ 30,00	b	11,00	11,20	11,40	11,60	11,80	14,20	14,40	14,80	15,00	16,20	16,40	16,60	16,80	17,20	
		a	6,25	6,45	6,65	6,85	7,05	6,45	6,65	6,65	7,05	7,25	6,45	6,65	6,85	7,05	7,45
		s	1,35	1,35	1,45	1,45	1,55	1,35	1,45	1,45	1,55	1,65	1,45	1,45	1,55	1,55	1,65
G = IIII	0 < h ≤ 5,00	b	8,40	8,60	9,00	9,40	9,80	11,20	11,40	11,60	12,20	12,60	13,00	13,20	13,60	14,00	14,60
		a	3,65	3,85	4,25	4,65	5,05	3,45	3,65	3,85	4,45	4,85	3,25	3,15	3,85	4,25	4,85
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	5,00 < h ≤ 10,00	b	8,80	9,00	9,20	9,80	10,20	11,80	11,80	12,00	12,60	13,00	13,60	13,80	14,00	14,40	15,00
		a	4,05	4,25	4,45	5,05	5,45	4,05	4,05	4,25	4,85	5,25	3,85	4,05	4,25	4,65	5,25
		s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
	10,00 < h ≤ 15,00	b	9,60	9,60	9,80	10,20	10,40	12,60	12,60	12,60	13,20	13,40	14,60	14,60	14,60	15,20	15,40
		a	4,85	4,85	5,05	5,45	5,65	4,85	4,85	4,85	5,45	5,65	4,85	4,85	5,45	5,65	
		s	1,35	1,35	1,35	1,45	1,45	1,35	1,35	1,35	1,35	1,45	1,35	1,35	1,45	1,45	
	15,00 < h ≤ 20,00	b	10,40	10,40	10,40	10,80	10,80	13,60	13,60	13,60	13,80	13,80	15,80	15,80	15,80	16,20	
		a	5,65	5,65	5,65	6,05	6,05	5,85	5,85	5,85	6,05	6,05	6,05	6,05	6,05	6,45	
		s	1,55	1,55	1,55	1,55	1,65	1,65	1,65	1,65	1,75	1,65	1,65	1,65	1,65	1,75	
	20,00 < h ≤ 25,00	b	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40	14,80	14,80	14,80	14,80	14,80	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
		a	6,65	6,65	6,65	6,65	6,65	7,05	7,05	7,05	7,05	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	
		s	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	
	25,00 < h ≤ 30,00	b	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
		a	7,65	7,65	7,65	7,65	7,65	8,05	8,05	8,05	8,05	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	
		s	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,35	2,35	2,35	2,35	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	

## CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H-200	$\gamma_c = 1,3$
ACERO	AEM-400 N ó F	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_e = 1,6$

## NOTA:

DIMENSIONES b, a y s EN m