

40
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGON**

**MONTAJE DE TRABES PRESFORZADOS SOBRE
ESTRUCTURAS DE CONCRETO, EN LA
ESTACION PANTITLAN DEL METRO L-9**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

JAIME TREJO CASTILLO

MEXICO, D. F.

1988



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

Introducción

1. Historia del Presfuerzo

CAPITULO I

Características y fases del presfuerzo

CAPITULO II

Ventajas del pretensado

- 1. Posibilidad de prefabricar**
- 2. Claros o espacios mayores**
- 3. Reducción de peraltes**
- 4. Reducción de peso**
- 5. Mayor seguridad a la ruptura**
- 6. Construcción más sencilla**
- 7. Estructuras sin juntas**
- 8. Resistencia a la corrosión**
- 9. Resistencia al fuego**
- 10. Resistencia a las fuerzas dinámicas**
- 11. Hermeticidad a los líquidos**
- 12. Mantenimiento nulo**
- 13. Autoprueba de materiales**
- 14. Autorreparación de la estructura**
- 15. Ahorro indirecto**

CAPITULO III

Materiales utilizados

CONCRETO

1. Resistencia a compresión
2. Características esfuerzo-deformación
3. Módulo de elasticidad
4. Flujo plástico y contracción
5. Resistencia a tensión

ACERO

1. Alta resistencia
2. Esfuerzo de fluencia
3. Módulo de elasticidad

CAPITULO IV

Consideraciones para la fabricación y transporte

CAPITULO V

Distribución de traveses en la Estación Pantitlán

1. Nivel vestíbulo
2. Nivel andén
3. Nivel cubierta de andén
4. Transporte y montaje de traveses
5. Accesorios de soporte y fijación

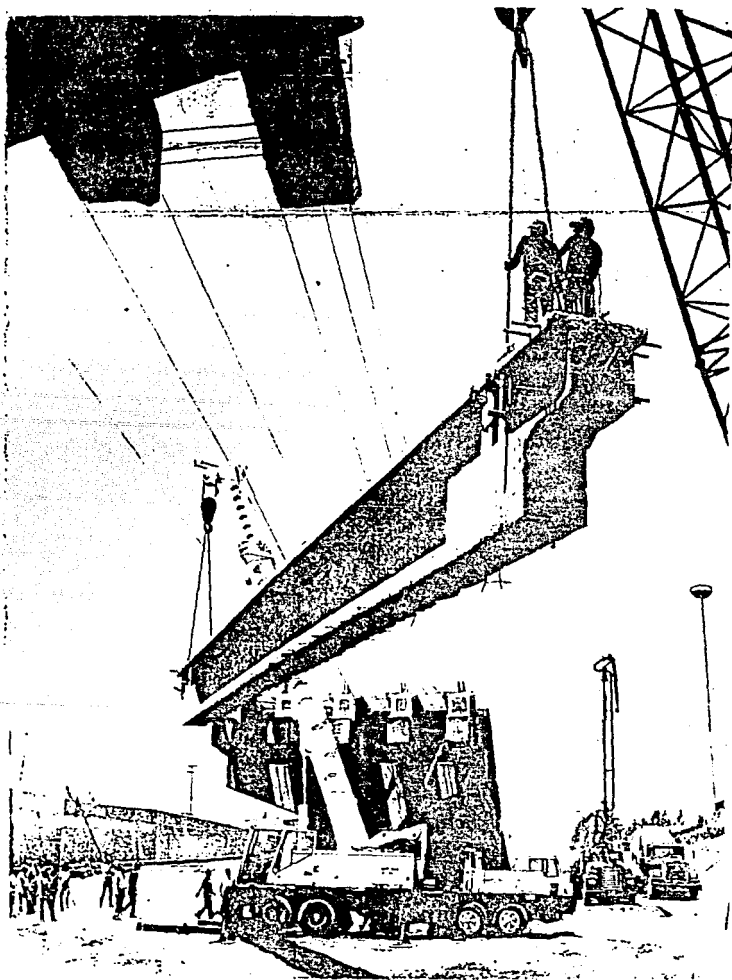
CAPITULO VI

Postensado de diafragmas

- 1. Cables de tensado**
- 2. Vainas y tubos**
- 3. Bombas de tensión**
- 4. Mortero para inyección**

Conclusiones

Bibliografía



INTRODUCCION

¿Qué es el Presfuerzo?

Su principio es intuitivo y su origen se pierde en la historia de las técnicas y el artesanado.

Cuando los vinicultores fabricaban sus barriles con tablas y las ligaban con aros metálicos previamente calentados (Fig. 1), para que al enfriar, esos aros ejercieran sobre el barril un esfuerzo opuesto al empuje del vino, en realidad estaban ya aplicando el presfuerzo.

Cuando los albañiles de algunos países siguiendo una tradición ancestral, transportan los tabiques en la obra, lo hacen de tal modo que aplican con las manos una fuerza de compresión que uniendo los tabiques evita que caigan por gravedad (Fig. 2). Esa fuerza aplicada entre la acción del peso es una fuerza de presfuerzo.

Entre los barriles de los vinicultores de antaño y los cajones presforzados de los reactores atómicos que resisten presiones de 30 Kg/cm^2 , entre los grupos de tabiques y los gigantescos puentes modernos (300 m. de claro), hay apenas la distancia de esa sencilla idea de cambiar la fuerza instintiva por una fuerza calculada, controlable y

permanente que puede variar según las necesidades del constructor, de unas pocas toneladas en una vigueta para entrepiso, a varias centenas de millares de toneladas.

El presfuerzo es una técnica general que se puede aplicar a cualquier material constructivo; acero, madera, cerámica, roca, etc., pero nos limitaremos a las aplicaciones del presfuerzo al concreto, ya que esas son las más conocidas y las de más viable aplicación actualmente.

En el concreto presforzado, la resistencia a todos los esfuerzos producidos por la aplicación de las cargas y sobrecargas se logra con la utilización de un material único; el concreto comprimido previamente y de un modo permanente.

El acero que se utiliza en las piezas presforzadas no tiene ninguna semejanza con el refuerzo del concreto armado (desde el punto de vista de su trabajo en relación con el concreto), puesto que ese acero es el medio para aplicar una fuerza y podría teóricamente quedar fuera del concreto o substituirse por fuerzas exteriores aplicadas en otra forma.

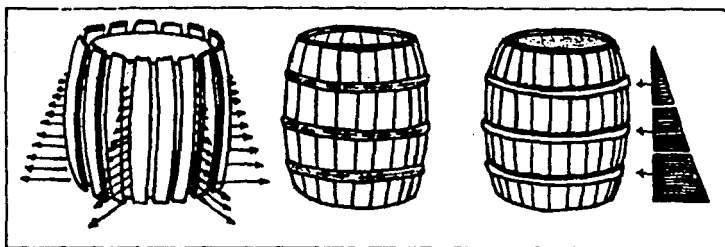


Fig. 1

FIG. 1

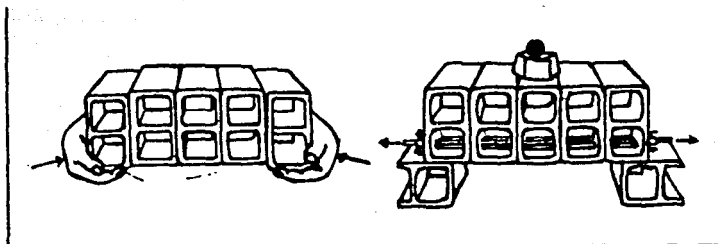


Fig. 2

FIG. 2

CAPITULO I

1. CARACTERISTICAS Y FASES DEL PRETENSADO

La pretensión se hace hoy en día casi exclusivamente en fábricas y según un procedimiento que no tiene nada de envidiar a los métodos de fabricación de otras industrias, sea bajo el punto de vista de mecanización, de productividad, de control de calidad o de capacidad.

Por primera vez en la historia de la construcción, con la pretensión, el arte de construir atraviesa las puertas de las fábricas y se adapta a sus reglas para poder responder a un mercado en constante expansión.

La pretensión se realiza en plantas generalmente cubiertas, sobre mesas de tensado que tienen 100 M. o más metros de longitud y que están provistas en cada extremo de muertos de anclaje que sirven para anclar los tendones (alambres o torones), como se verá a continuación. Las fases sucesivas de las operaciones son como sigue:

- 1). Colocación, anclado y tensado de los tendones de presfuerzo entre los muertos.
- 2). Colocación del refuerzo y fijación de los moldes a cada lado

de los tendones.

- 3). Colado continuo de las piezas de una misma masa.
- 4). Curado (Generalmente con vapor)
- 5). Distensión y corte de los tendones

Al momento de la distensión se transfieren las fuerzas totales de los muertos a cada una de las piezas coladas. La adherencia de los tendones al concreto ya resistente asegura que la fuerza actúe a todo lo largo de la pieza, que queda así presforzada.

Las ventajas evidentes de esta técnica son esencialmente de orden económico (fabricación a gran escala) y de calidad, por permitir el control de la mano de obra, de los materiales y de las operaciones, características de las plantas con un ciclo de producción perfectamente definido e independiente de las condiciones atmosféricas.

El volumen de producción del concreto pretensado en el mundo representa más de la mitad del concreto presforzado, sin embargo su campo de aplicación es relativamente limitado. La pretensión se aplica a elementos unidireccionales tales como las vigas, viguetas, losas aligeradas o nervadas, tuberías, postes, pilotes, columnas, durmientes, canales para irrigación, etc. Fig. 2 y 3

Los tendones de presfuerzo en estos elementos son rectos o casi rectos y tienen fuerzas unitarias no superiores a 12 ton.

Las dimensiones y los pesos de las piezas pretensadas deberán estar dentro de la capacidad de los equipos para el montaje y el transporte en cuyo costo pueden tener un influjo apreciable.

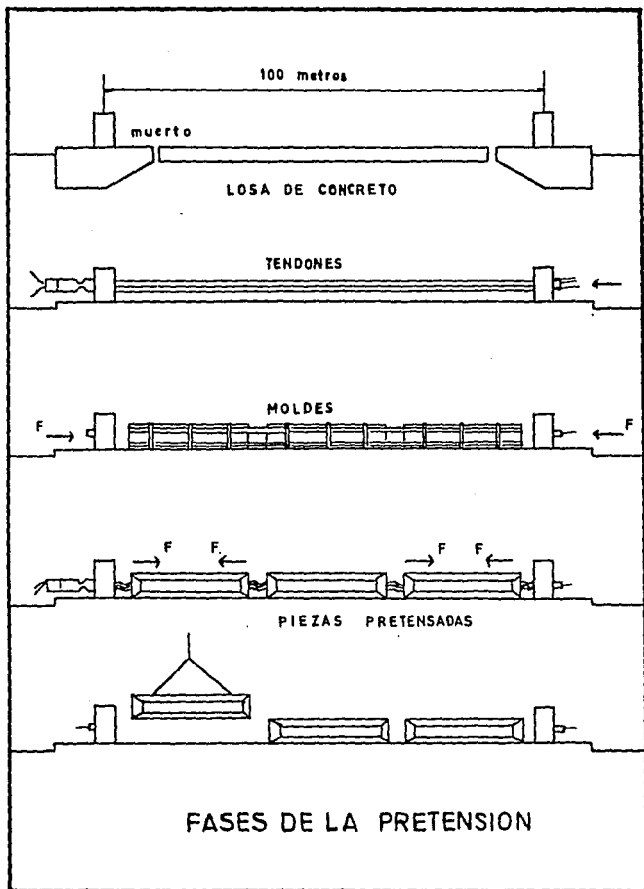
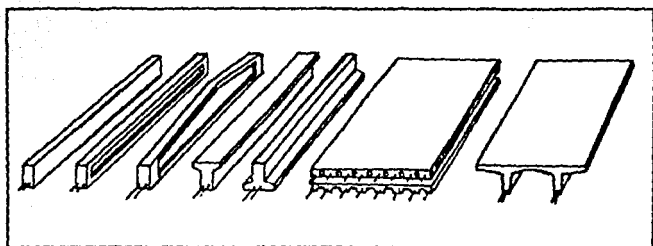
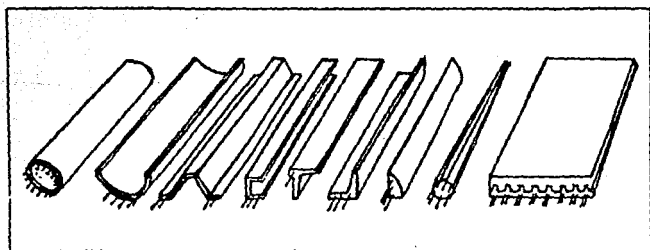


FIG. 1



Elementos Pretensados.

FIG. 2



Elementos Pretensados

FIG. 3

CAPITULO II

II. VENTAJAS DEL PRETENSADO

El campo de utilización del presfuerzo es tan vasto y su expansión actual demuestra, en miles de ejemplos en todos los países del mundo, que esta técnica mejora la calidad de las estructuras, acorta los tiempos de ejecución y en general, es un medio para reducir el costo de la construcción. Costo, tiempo y calidad son indiscutiblemente las coordenadas básicas que definen la realización de una obra. El presfuerzo permite reducir el tiempo y el costo para una calidad determinada o mejorar la calidad y el plazo de ejecución sin modificar el costo.

Las ventajas del presfuerzo son las siguientes:

1. POSIBILIDAD DE PREFABRICAR

Cualquier estructura se puede segmentar en dovelas cuya fabricación repetitiva es más industrial, más sencilla y de calidad superior.

Los cables del presfuerzo insertados después del ensamble de las dovelas permiten establecer el monolitismo del conjunto.

2. CLAROS O ESPACIOS MAYORES

En edificios, los claros de 12 a 18 metros están ya al alcance de los constructores.

En silos y tanques el presfuerzo permite incrementar al doble la capacidad sin aumento de costos unitarios.

3. REDUCCION DE PERALTES

Para un mismo claro el concreto presforzado acepta una reducción a la mitad del peralte del elemento estructural. Para un peralte fijo, tolera frecuentemente doblar el claro.

En edificios elevados esta característica se convierte en un ahorro de varios metros de fachadas, instalaciones, etc.

4. REDUCCION DE PESO

Es sensible la reducción de peso, en comparación con el concreto armado.

Esta ventaja es decisiva en estructuras sobre terrenos de mala

calidad, en muelles transportados por flotación, en cubiertas, cascarones, etc.

5. MAYOR SEGURIDAD A LA RUPTURA

Una mayor seguridad a la ruptura es importante en puentes y obras de almacenamiento, ya que generalmente, aún antes de que se produzca la primera grieta, es necesario producir la descompresión del concreto y agotar toda su resistencia a la tensión, lo anterior se consigue con el presfuerzo.

6. CONSTRUCCION MAS SENCILLA

Una vez realizado el presfuerzo, las estructuras prefabricadas tienen un comportamiento idéntico al de los colados en sitio; sin embargo, la construcción de una obra prefabricada es incomparablemente más fácil que la de concreto armado colado en sitio.

7. ESTRUCTURAS SIN JUNTAS

En pistas, tuberías, edificios de gran longitud, puentes, etc., la realización de elementos continuos, monolíticos, de más de 300 m es hoy día posible gracias a la utilización del postensado.

8. RESISTENCIA A LA CORROSION

El presfuerzo asegura una resistencia incomparablemente más eficaz a los agentes atmosféricos, ya que conserva al concreto sin agrietamiento y algunas veces con compresiones residuales.

9. RESISTENCIA AL FUEGO

La resistencia al fuego del concreto presforzado es al menos idéntica a la del concreto armado e incomparablemente superior a la de las estructuras metálicas.

10. RESISTENCIA A LAS FUERZAS DINAMICAS

El concreto presforzado regresa a su estado inicial al retirarse las cargas. Por esta razón, es perfectamente indicado en estructuras que deben soportar vibraciones, como los puentes, cimentaciones de máquinas, durmientes, torres, etc.

11. HERMETICIDAD A LOS LIQUIDOS

Por su homogeneidad y condición de no agrietamiento, ofrece ventajas respecto a otros materiales, en la construcción de silos, tan-

ques, tuberías, albercas, cajones para reactores atómicos, etc.

12. MANTENIMIENTO NULO

Las estructuras de concreto presforzado tienen muy escaso - mantenimiento por la calidad de materiales que se emplean, la precisión de su dimensionamiento y su homogeneidad.

13. AUTO PRUEBA DE MATERIALES

Al aplicar el presfuerzo se prueba en la misma operación la calidad del cable y la del concreto. Si estos materiales no cumplen - las especificaciones, la falla se produce en el momento y jamás poste-- riormente, ya que al presforzar se tienen las condiciones críticas.

15. AUTORREPARACION DE LA ESTRUCTURA

Si una estructura presforzada quedase excepcionalmente bajo cargas superiores a las del diseño se agrietaría, pero al reducirse las cargas se cerrarían las grietas.

16. AHORRO INDIRECTO

Los ahorros indirectos que se obtienen en cimentaciones, - -

volúmenes de terracerías, impermeabilizaciones, juntas de dilatación, - fachadas, instalaciones, etc., son importantes debido a la introducción del presfuerzo.

CAPITULO III

III. MATERIALES UTILIZADOS

CONCRETO

El concreto es una mezcla heterogénea, de arena, grava, cemento y agua, más aire, sales, materiales inertes finos y otros aditivos o adicionantes que modifican sus características. Las propiedades del agregado pueden variar en un intervalo muy grande y producir aún concreto utilizable para propósitos estructurales. El cemento puede ser fabricado de una gran variedad de arcillas combinadas con numerosos tipos de materiales calcáreos. Es inevitable, por consiguiente, que las propiedades físicas del concreto varíen en un intervalo muy grande en comparación con las de otros materiales estructurales. Por ejemplo el módulo de elasticidad del concreto puede variar desde 105 000 hasta 490 000 Kg/cm². (Por lo tanto las propiedades físicas fundamentales del concreto y del acero del presfuerzo deben entenderse claramente antes de que el comportamiento del concreto presforzado bajo carga tenga significado, y el conocimiento del comportamiento bajo carga es un prerrequisito muy importante para el diseño racional del concreto presforzado).

Las propiedades del concreto que deben conocerse antes de intentar hacer un diseño de concreto presforzado son las siguientes:

III. MATERIALES UTILIZADOS

CONCRETO

El concreto es una mezcla heterogénea, de arena, grava, cemento y agua, más aire, sales, materiales inertes finos y otros aditivos o adiconantes que modifican sus características. Las propiedades del agregado pueden variar en un intervalo muy grande y producir aún concreto utilizable para propósitos estructurales. El cemento puede ser fabricado de una gran variedad de arcillas combinadas con numerosos tipos de materiales calcáreos. Es inevitable, por consiguiente, que las propiedades físicas del concreto varíen en un intervalo muy grande en comparación con las de otros materiales estructurales. Por ejemplo el módulo de elasticidad del concreto puede variar desde 105 000 hasta 490 000 Kg/cm². (Por lo tanto las propiedades físicas fundamentales del concreto y del acero del presfuerzo deben entenderse claramente antes de que el comportamiento del concreto presforzado bajo carga tenga significado, y el conocimiento del comportamiento bajo carga es un prerrequisito muy importante para el diseño racional del concreto presforzado).

Las propiedades del concreto que deben conocerse antes de intentar hacer un diseño de concreto presforzado son las siguientes:

1. Resistencia a compresión.
2. Características esfuerzo-deformación.
3. Módulo de elasticidad.
4. Flujo plástico y contracción.
5. Resistencia a tensión.

RESISTENCIA A COMPRESION

La fabricación del concreto, particularmente en el caso de producción de concreto presforzado, debe controlarse de una manera adecuada que asegure no solamente la calidad sino también la uniformidad del producto.

La resistencia del concreto para presfuerzo no deberá ser inferior a 300 Kg/cm^2 , excepto en circunstancias poco usuales. Desde el punto de vista del diseño son deseables resistencias más altas, lo que normalmente reducirá el volumen de concreto requerido. Pero puesto que el costo del concreto aumenta al aumentar la resistencia, la elección de la resistencia de diseño se hace generalmente sobre bases económicas. En muchas localidades la resistencia común de diseño aceptada normalmente es de 350 kg/cm^2 . Sin embargo, puede pensarse que

la resistencia de 500 kg/cm^2 , puede ser económica en plantas donde tal resistencia puede obtenerse y controlarse. Hace algunos años la resistencia normal de diseño era de 240 kg/cm^2 , hace 20 años una resistencia de 175 kg/cm^2 era considerada como la de buen concreto. En el futuro no se considerará imposible requerir resistencia de diseño alrededor de 700 kg/cm^2 .

La resistencia requerida en el caso del concreto presforzado obliga a un diseño adecuado de la mezcla y a un control adecuado del mezclado, colocación y curado.

Cuando el concreto presforzado va a estar expuesto a congelación y deshielo, se le debe incluir aire. No deberán usarse cloruro de calcio o aditivos que lo contengan.

RELACION DE ESFUERZO - DEFORMACION

En años recientes se ha desarrollado una configuración precisa de la curva esfuerzo-deformación para el concreto, la que ha sido corroborada por pruebas de laboratorio. Aunque investigaciones futuras pueden modificar o afinar el trabajo reciente, lo que se conoce ahora proporciona una base amplia para el diseño.

La figura 1. muestra una curva esfuerzo-deformación obtenida de una prueba ordinaria de un cilindro. La falla se presenta a una deformación unitaria de aproximadamente 0.002. La relación esfuerzo-deformación determinada por Hanson, Hognestad y McHenry está representada en la Figura 2. La Figura 3, muestra una curva esfuerzo-deformación generalizada en la que se indican las diversas constantes físicas que son importantes en el diseño, tales como el módulo de elasticidad, E^* ; el esfuerzo máximo relacionado a la resistencia del cilindro de prueba, $K_3 f'c$; la deformación unitaria correspondiente al esfuerzo máximo, ϵ_0 ; la deformación última, ϵ_u ; el área bajo la curva, $\dots K_1 k_3 f'c \epsilon_u$; la localización del centroide $k_2 \epsilon_u$. Los ensayos indican que todas estas constantes son función de la resistencia del concreto, excepto ϵ_0 que permanece aproximadamente constante. (La resistencia, el diseño de la mezcla y la edad fueron variables en la investigación, pero el tipo de agregado no lo fue). Las relaciones de estas constantes con la resistencia del concreto se muestran en la Figura 4.

El conocimiento actual del flujo plástico permite suponer que la curva esfuerzo-deformación bajo cargas de larga duración será diferente; la pendiente inicial de la curva será menor, la resistencia máxima será menor y la deformación unitaria máxima aumentará, como se ve en la Figura 5.

MODULO DE ELASTICIDAD

Puesto que el concreto no es un material elástico, esto es, la curva esfuerzo-deformación se aleja de una relación lineal a esfuerzos relativamente bajos, no puede establecerse un módulo de elasticidad que sea una relación lineal. La Figura 6, indica dos módulos, uno tangente y el otro secante (determinado generalmente a un esfuerzo de $0.50 f'c$). La curva esfuerzo-deformación para concretos de alta resistencia tiende a acercarse a la relación lineal en un rango de esfuerzo más grande de manera que los dos módulos llegan a ser aproximadamente iguales. Este es generalmente, el caso de los concretos usados en concretos presforzados.

FLUJO PLASTICO Y CONTRACCION

El flujo plástico y la contracción constituyen una ventaja y una desventaja para el concreto presforzado. Ambas tienden a reducir la fuerza de presfuerzo. Por otra parte el flujo plástico evita que el concreto sea un material frágil el cuál fallaría subitamente cuando estuviese sujeto a una concentración de esfuerzos en cualquier punto. El flujo plástico permite que los esfuerzos altos de algún punto se distribuyan a las áreas cercanas reduciendo así las contracciones. La ventaja de este alivio en los esfuerzos compensa con creces la desventaja de la

pérdida de presfuerzo con tal que el flujo plástico no produzca contraflechas, deflexiones o esfuerzos indeseables en miembros total o parcialmente restringidos.

El flujo plástico se define como el aumento en la deformación con el tiempo bajo carga constante. A esfuerzos normales de trabajo el flujo plástico es directamente proporcional a los esfuerzos unitarios aplicados. Bajo condiciones de sobrecarga la proporcionalidad se mantiene pero la relación esfuerzo-deformación a esfuerzos altos no ha sido establecida.

Los factores que tienden a aumentar el flujo y la contracción son una alta relación agua-cemento, grandes revenimientos, agregados suaves y curado inadecuado.

Estudios recientes revelan que hay una reducción apreciable en el flujo plástico y en la contracción utilizando métodos de curado -- acelerado, curado a vapor.

Las Figuras 7 y 8 muestran las características de deformaciones que dependen del tiempo y de la carga para varios tipos de concreto utilizados comúnmente en concreto presfuerzo. Estas relaciones no deben considerarse como representativas de todos los concretos para cada

resistencia mostrada. Se presentan únicamente para ilustrar el carácter general del flujo plástico y de la contracción en el concreto. La magnitud de la deformación debido al flujo plástico y a la contracción puede variar con agregados ligeros. Sin embargo, el carácter general de las relaciones de flujo plástico y contracción son aproximadamente las mismas para todos los concretos.

RESISTENCIA A TENSION

La resistencia del concreto a tensión es una propiedad que usualmente se desprecia en concreto reforzado convencional con la excepción notable de pavimentos y presas.

Por consiguiente no ha recibido tanta atención en los laboratorios como otras propiedades. Por ejemplo, la curva esfuerzo-deformación en tensión del concreto no ha sido establecida, aunque análisis indirectos indican que la relación sigue aproximadamente una línea recta. La resistencia a tensión es una propiedad importante en concreto presforzado. A menudo se toma en cuenta en el diseño del concreto presforzado bajo esfuerzos de trabajo. La fuerza de presfuerzo es de tal magnitud que no ocurren esfuerzos de tensión en la zona precomprimida más que como resultado de contracción por secado, flujo plástico y temperatura exclusivamente.

ACERO

El concreto presforzado es simplemente una aplicación especial del concreto reforzado y no un sistema estructural diferente como lo son la madera, el acero estructural y el aluminio.

El concreto reforzado es siempre una combinación de dos materiales, concreto y acero, que actúan juntos para resistir cargas. El comportamiento de un miembro de concreto reforzado depende de las propiedades de estos dos materiales y de sus proporciones relativas y otros detalles de configuración física. La diferencia básica entre el comportamiento del concreto presforzado y el del concreto reforzado convencional estriba en la manera en que las propiedades del acero difieren por la forma al trabajar en la manera en que estos dos materiales actúan entre sí.

Las relaciones esfuerzo-deformación típicas para distintos aceros usados comúnmente en estructuras se muestran en las Figuras 9 y 10. Son obvias tres diferencias básicas entre las relaciones esfuerzo-deformación de los aceros para presfuerzo y aquellas de otros aceros, éstas son:

1. La alta resistencia a tensión del acero presfuerzo
2. La ausencia de un punto de fluencia bien definido en la curva del acero de alta resistencia, y
3. El módulo de elasticidad reducido del alambre torcido

Las propiedades físicas del acero que tienen importancia en el diseño y en la producción de concreto presforzado son:

- a). La resistencia a tensión
- b). La carga correspondiente a una deformación unitaria del uno por ciento (ASTM A 416 y 421)
- c). Módulo de elasticidad
- d). Propiedades de adherencia

RESISTENCIA A TENSION

Las curvas de la Fig. 10 muestran las características esfuerzo-deformación del alambre torcido que es muy usado en concreto presforzado, además las del alambre recto que es usado en algunos casos de pretensado y muy frecuentemente en postensado y de las barras de acero de aleación de alta resistencia a la tensión que son usadas en concreto presforzado. - - Todos estos aceros tienen una alta resistencia a la tensión y muestran una desviación gradual de la línea recta sin un punto de fluencia definido.

Estos aceros de alta resistencia alcanzan su resistencia principalmente a través del uso de composiciones químicas especiales en combinación con trabajo en frío. Recientemente se han desarrollado nuevos torones de alta resistencia con un valor máximo de $19\ 000\ \text{kg/cm}^2$. Esto produce economías adicionales al requerirse menos alambres.

ESFUERZO DE FLUENCIA

Como se muestra en la Fig. 9, los aceros usados normalmente en el diseño estructural tienen puntos de fluencia definidos. El alambre de alta resistencia, sin embargo, no lo tiene y el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria del uno por ciento ha sido elegido arbitrariamente como el esfuerzo de fluencia para uso de diseño, ASTM A 416.

MÓDULO DE ELASTICIDAD

Pruebas en alambre torcido dan valores del módulo de elasticidad que difieren de los valores obtenidos para otros aceros. La razón de esta desviación se explica cuando se tiene en cuenta el hecho de que un -- cierto número de alambres torcidos en conjunto actúan como unidad cuando -- son tensados. El torón para presfuerzo se fabrica combinando alambres de diferentes carretes después de que han sido estirados en frío torciéndolos juntos en una máquina especial. Este grupo de alambres que han sido torcidos juntos es estirado como una unidad y aunque el módulo de elasticidad de las piezas individuales de acero no cambia, el grupo que ha sido torcido junto tenderá a estirarse más que el acero sólido porque los alambres -- tienden a destorcerse.

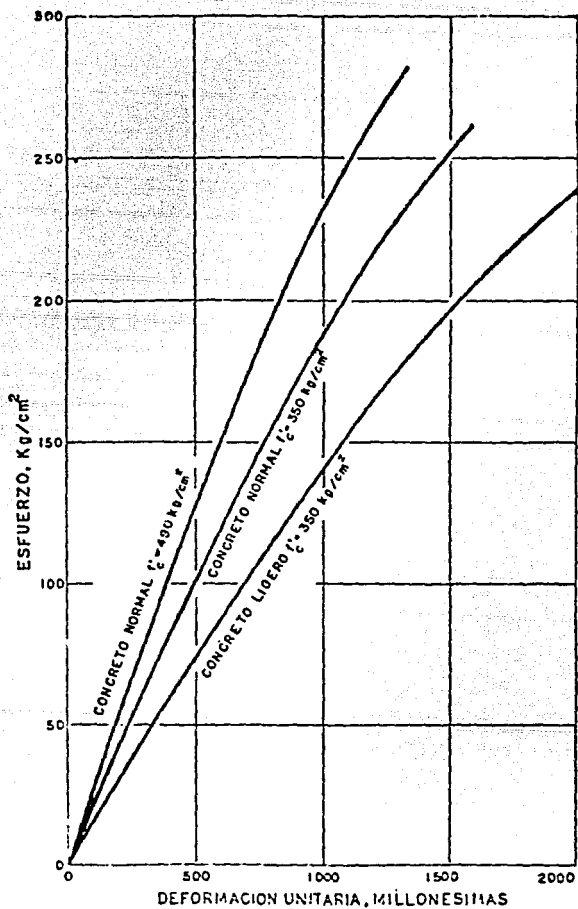


FIG. 1. CURVAS TÍPICAS ESFUERZO-DEFORMACION DEL CONCRETO

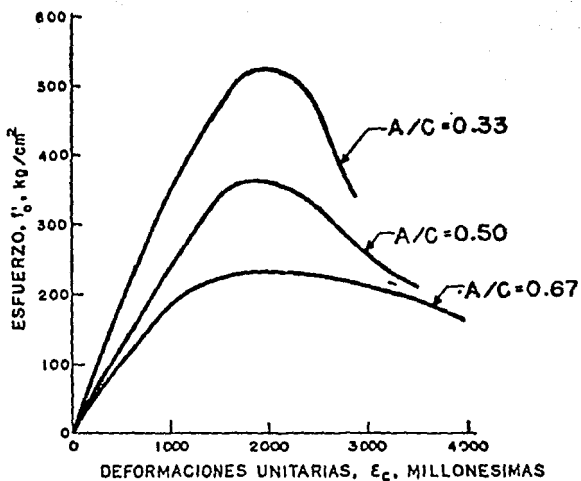


FIG. 2. CURVAS COMPLETAS ESFUERZO-DEFORMACION DEL CONCRETO

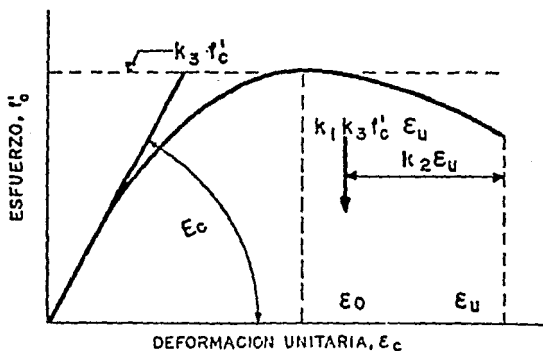


FIG. 3. CURVA GENERALIZADA ESFUERZO-DEFORMACION DEL CONCRETO

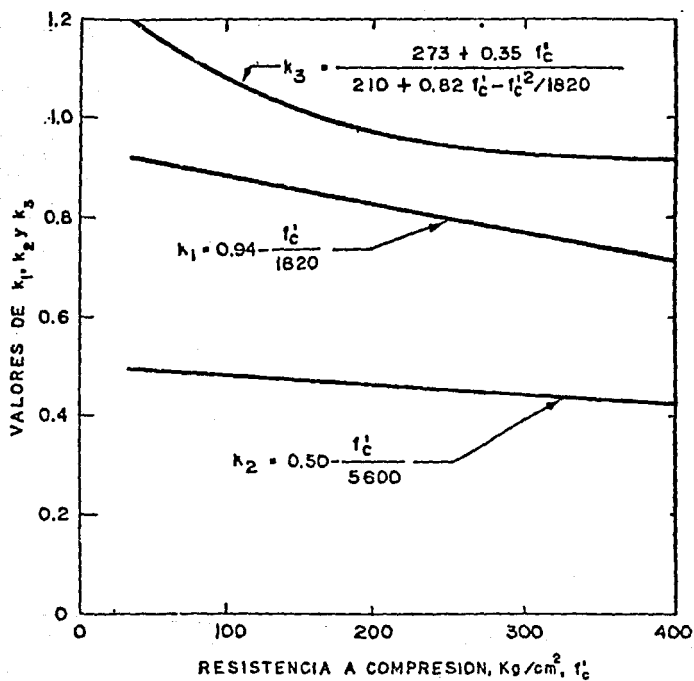


FIG. 4. FACTORES DE RESISTENCIA MAXIMA DEL CONCRETO

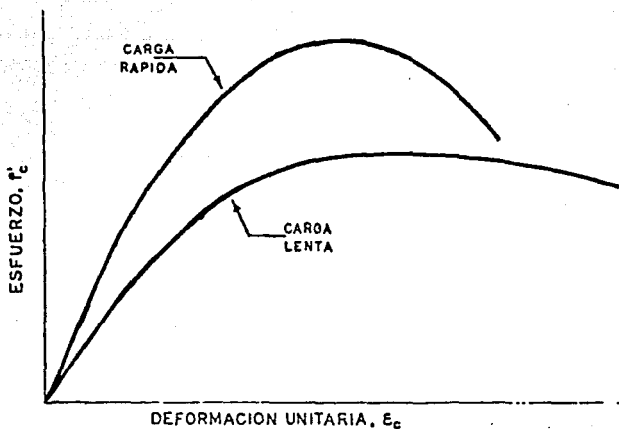


FIG. 5. EFECTO DE LA VELOCIDAD DE CARGA EN LA CURVA ESFUERZO-DEFORMACION DEL CONCRETO

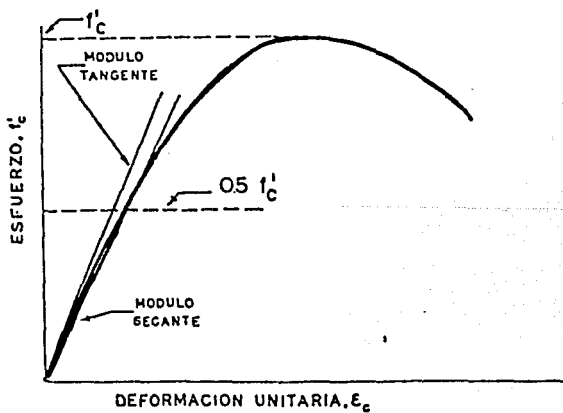


FIG. 6. DEFINICIONES DE LOS MODULOS ELASTICOS

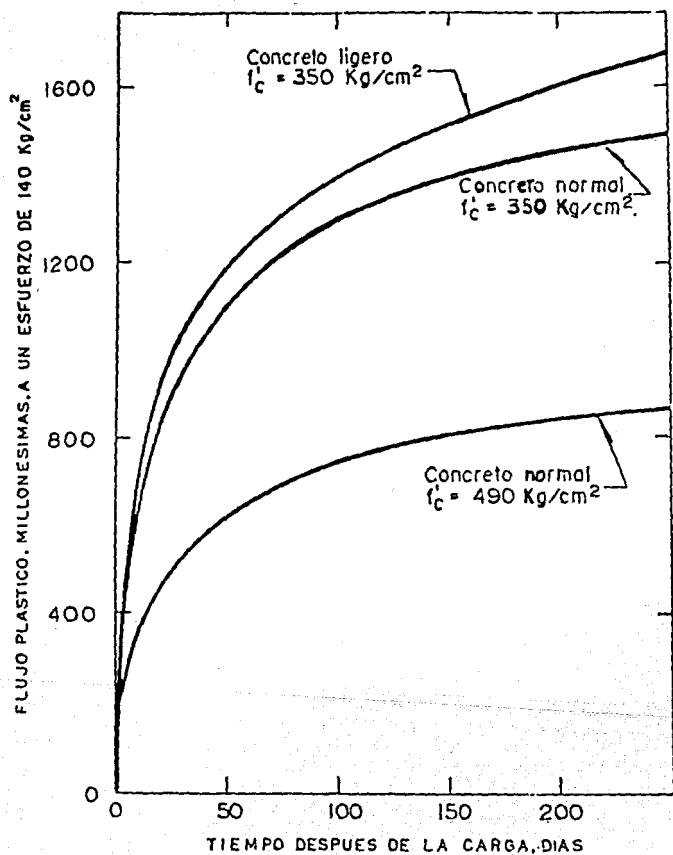


FIG. 7. CURVAS TÍPICAS DE FLUJO PLÁSTICO DEL CONCRETO

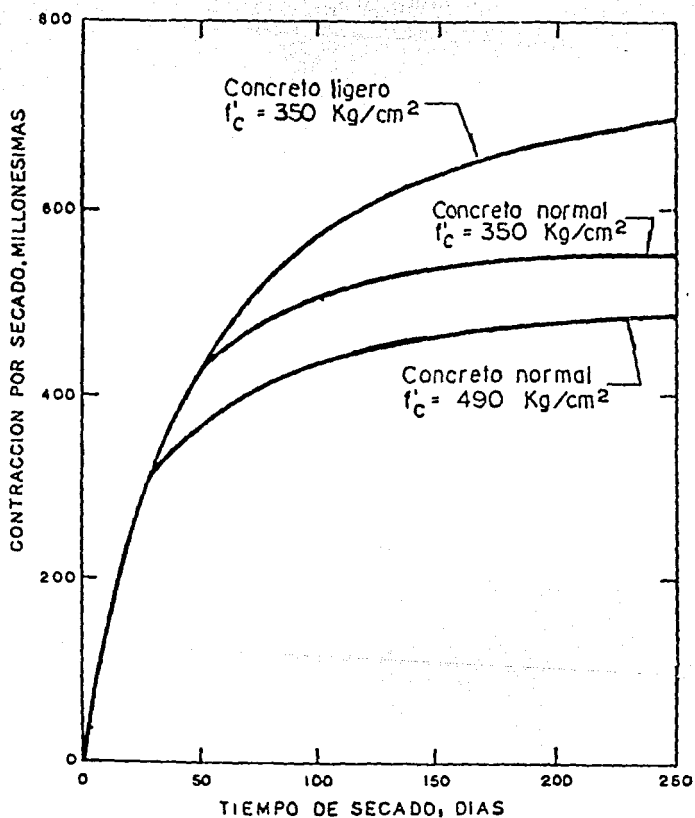


FIG. 8. CURVAS TÍPICAS DE CONTRACCIONES DEL CONCRETO

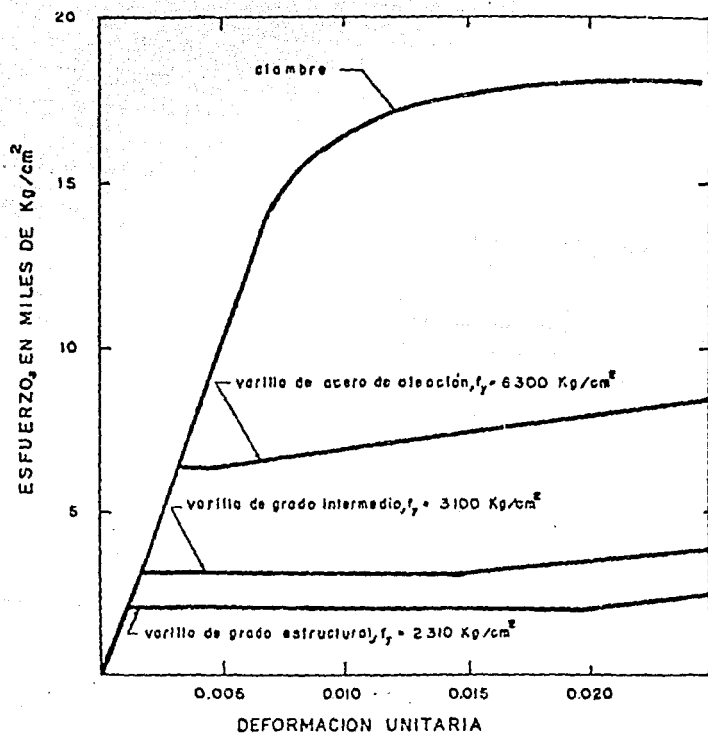


FIG. 9. CURVAS TÍPICAS ESFUERZO-DEFORMACION DEL REFUERZO EMPLEADO EN EL CONCRETO

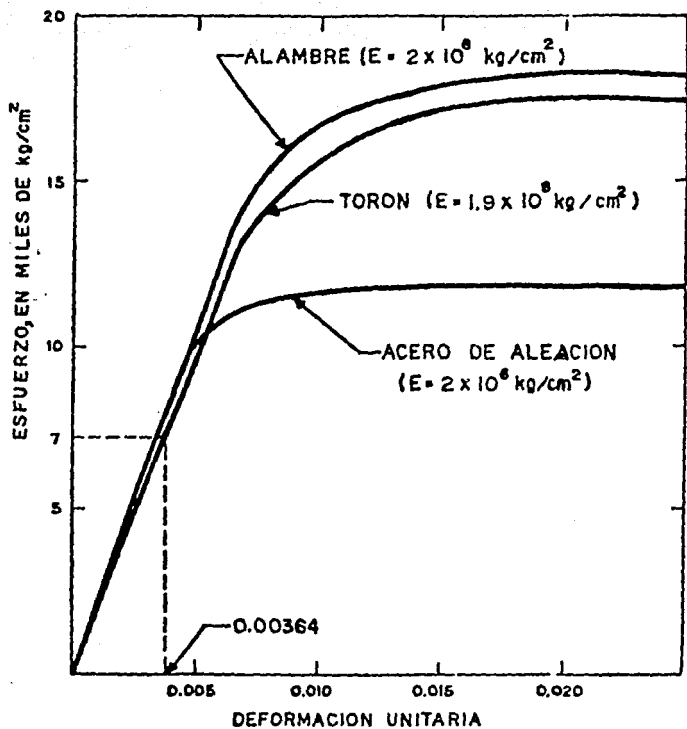


FIG. 10. CURVAS TÍPICAS ESFUERZO-DEFORMACION DE LOS ACEROS PARA PRESFUERZO

CAPITULO IV

IV. CONSIDERACIONES PARA LA FABRICACION Y TRANSPORTE

Actualmente la tendencia predominante en el proyecto de - - - estructuras importantes es la de construir elementos con una distribu--- ción de esfuerzos lo más sencilla posible y obtener estructuras exterior--- mente hiperestáticas, uniendo piezas isostáticas. Esta norma de pro--- yecto expresa la diferencia de comportamiento entre las estructuras monolíticas y las prefabricadas. La norma anterior es la consecuencia de -- los diferentes sistemas para construir estas estructuras.

En estructuras monolíticas isostáticas, las pequeñas inexacti--- tudes que se producen en el cimbrado no dan lugar generalmente a tensio--- nes adicionales, por el contrario, las inexactitudes que se producen al colocar piezas exteriormente hiperestáticas pueden originar serias ten--- siones adicionales. Así en una viga continua monolítica no se aumentan las tensiones si, debido a impresiones en el encofrado, la directriz de la viga no es completamente recta en el plano de la misma, o si existen algunas diferencias en las alturas de los soportes.

Por otra parte, en el caso de una viga continua prefabricada, si una vez colocada, la posición relativa de los apoyos no es la misma -

que en el lugar de su fabricación, pueden resultar importantes tensiones adicionales.

Otro principio fundamental que debe respetarse es el de que el grado de hiperestaticidad de las estructuras montadas, debido al propio montaje, sea lo menor posible. Las uniones rígidas aumentan el grado de hiperestaticidad y desde el punto de vista de las deformaciones -- no satisfacen a veces las condiciones de perfecta rigidez supuesta en el cálculo.

Debido a esto, en el caso de un alto grado de hiperestaticidad la exactitud de la distribución de los esfuerzos calculados puede resultar dudosa. De acuerdo con lo anterior (debe también estudiarse si las uniones proyectadas cumplen las hipótesis supuestas, es decir, si hay que considerarlas como realmente rígidas o solamente como parcialmente rígidas o como articuladas), pues no deben formarse uniones rígidas entre vigas y soportes, sino que las vigas deben colocarse simplemente sobre los soportes. Este método conduce a una fabricación y colocación más simple y además a la eliminación de uniones rígidas en los esquinas, cuya formación y ejecución son usualmente complicadas.

En el proyecto de estructuras monolíticas es suficiente realizar el análisis de la estructura final de la construcción.

No obstante, esto no es satisfactorio al proyectar estructuras prefabricadas. El proyecto de estas estructuras requiere además - el cálculo de las tensiones producidas durante la fabricación y en los movimientos y para cada fase del montaje. Así, deben tenerse en cuenta las fuerzas que afectan a las piezas al sacarlas de los moldes, al cargarlas en vehículos, al transportarlas, y considerándolas descargadas, almacenadas, y elevadas, así como cuando están provisionalmente - sujetas. Deben determinarse los puntos en los cuales se sujetan las - piezas al moverlas, elevarlas y montarlas, así como el propio sistema de sujeción y los apoyos para el almacenaje.

Un buen método de construcción con piezas prefabricadas se caracteriza por la eliminación de tensiones adicionales, debidas a la elevación y colocación de las piezas. Esto debe conseguirse de tal - modo que no se requiera armadura adicional.

Puede necesitarse una sujeción provisional o un arriostramiento de las piezas colocadas, pues de otro modo, el viento u otra - fuerza exterior podría originar tensiones perjudiciales.

Cuando se trate de soportes rectos, deben determinarse primeramente los puntos más ventajosos por los cuales elevarlos. Un soporte recto durante la elevación actúa como una viga simplemente apoya

da con una ménsula en un extremo, cargada por su propio peso.

El punto más conveniente para la elevación se caracteriza por la igualdad de los momentos positivos y negativos que resulten. Para soportes rectos de sección constante esto puede satisfacerse elevando el soporte por un punto cuya distancia al extremo superior del soporte sea el 0.29 de su longitud, es decir, $L_1 = 0.29L$. Si los esfuerzos que se produjeran en la elevación fueran mayores que los admisibles, la pieza a elevar debe reforzarse generalmente por postensado. Para soportes rectos moldeados en posición horizontal, de modo que el lado mayor de la sección transversal sea horizontal, puede requerirse la aplicación de dicho refuerzo solamente para soportes cuya longitud sea mayor de 15-20 m. - - - (Fig. 1).

Debido al postensado, el soporte o la viga están sometidos a dos fuerzas concentradas que actúan perpendicularmente a la viga y que producen momentos de sentido opuesto a los debidos al peso muerto. - - - Deben superponerse los efectos de estos dos momentos. El postensado provisional debe realizarse de modo que no necesite armadura adicional.

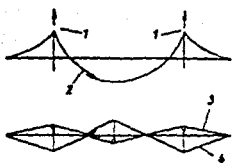
La elevación de una viga recta se realiza elevándola por dos puntos. La determinación de estos dos puntos depende de la armadura. Si la viga es simplemente apoyada, los puntos elegidos para la elevación --

deben estar en los extremos o mejor aún, de tal forma que se igualen los momentos.

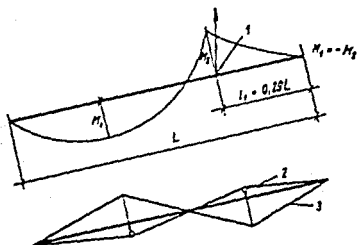
El estudio de las estructuras prefabricadas en posición horizontal puede dividirse en dos partes. Primeramente deben estudiarse las tensiones que se producen al girar la estructura para colocarla vertical y posteriormente se estudian las tensiones que se originan durante la elevación. Las citadas piezas están sometidas durante el giro al peso muerto actuando según el menor momento de inercia. Por esto deben suspenderse de más puntos durante el giro que para la elevación, así por ejemplo una viga de 25 m de claro se suspende por dos puntos al elevarla mientras que el giro de la misma viga exige suspenderla, al menos por cuatro puntos.

La Figura 2 muestra los puntos por los cuales hay que suspender una viga para girarla. Estos puntos pueden también determinarse sobre la base de momentos iguales, teniendo en cuenta al mismo tiempo la armadura proyectada para resistir los esfuerzos de la viga en su posición definitiva.

Una vez que la viga ha sido girada y se va a elevarla, las fuerzas a que está sometida actúan según el mayor momento de inercia. Por tanto, es suficiente elevarla por dos puntos.

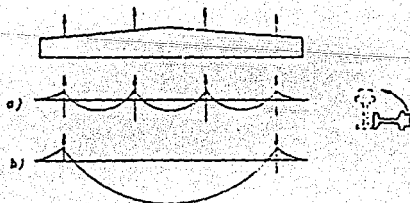


Postensado de vigas durante la elevación: 1. puntos de elevación; 2. momentos debidos al peso muerto; 3. cable de tesado; 4. momentos debidos al postensado.



Postensado de un soporte durante la elevación: 1. punto de elevación; 2. cable de tesado; 3. momentos debidos al postensado.

FIGURA 1



Puntos de elevación requeridos para el giro de una viga con objeto de colocarla vertical: a) diagrama de momentos para el giro suponiendo cuatro puntos de elevación; b) diagrama de momentos para la elevación suponiendo dos puntos de elevación.

FIGURA 2

CAPITULO V

V. DISTRIBUCION DE TRABES EN LA ESTACION PANTITLAN

La Estación Pantitlán del Metro L-9, será construída en --
esencia con elementos prefabricados del tipo Trabe T, que serán de --
una gran variedad en todos sentidos, estructuralmente, longitud y --
ancho de aleros, así como altura de patín. La necesidad que se tiene
de adaptar los elementos prefabricados a las distintas funciones para
los que fueron creados, ha dado como consecuencia en la concepción --
del proyecto una extensa variedad en el tipo de trabe para cada nivel
de la construcción mencionada.

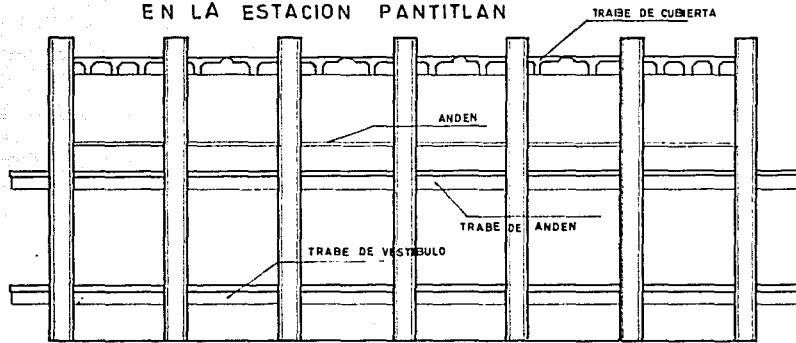
Con mayor detalle se aprecian todas las trabes de los nivel
les siguientes:

1. Nivel Vestíbulo; serán trabes del tipo "T", rectangular prefabricad
da y de longitud similar, variando únicamente, aparte de su pro--
yecto estructural, en el ancho de los aleros.
2. Nivel andén; estas trabes serán llamadas también trabes de pista y
serán las trabes por la cuales, después de los acabados correspon-
dientes, correrán las trenes del Metro, estos elementos serán de --
gran variedad, destacando dos tipos, el tipo T-A, que serán apoya-
das directamente en los cabezales construidos con anterioridad, y
el tipo T-C, que serán montadas entre dos apoyos que serán forma--
dos por las trabes T-A y darán la continuidad de los elementos --
hasta formar las losas que darán forma al nivel o piso del andén.

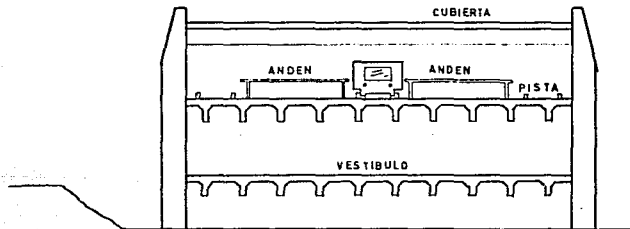
3. Nivel cubierta; las traveses de nivel cubierta de andén, serán de dos tipos, uno el tipo T y el otro del tipo rectangular, estos últimos serán montados antes que los del tipo T, para dar forma al perímetro de la estación, pues sobre éstos se colocarán las traveses "T", que serán las que cubrirán el último nivel de la construcción, y serán colocadas en forma perpendicular a todas las mencionadas en los puntos 1 y 2.

En seguida se detalla la distribución hecha de todos los tipos de traveses que llevará la Estación del Metro, que en este caso nos ocupa. Veremos varios ejemplos de las traveses más ilustrativas, las cuales se presentan con algunos detalles del tipo estructural, forma, ancho y longitud, también ordenadas de acuerdo a los tres grupos mencionados en párrafos anteriores de este tema.

DISTRIBUCION DE TRABES
EN LA ESTACION PANTITLAN

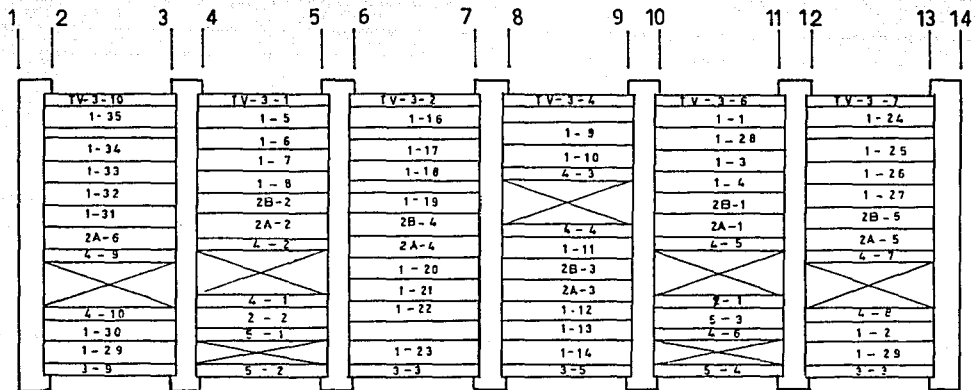


VISTA LONGITUDINAL

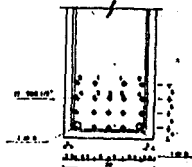
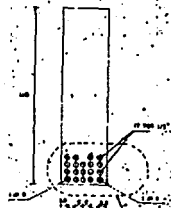
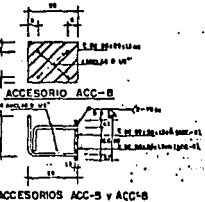
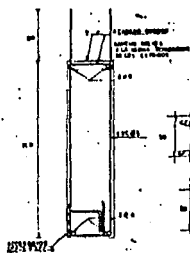
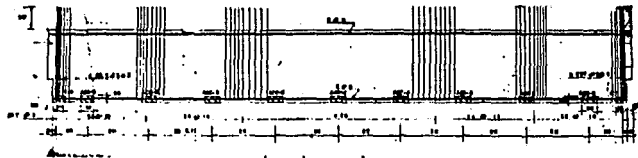


VISTA TRANSVERSAL

1: NIVEL VESTIBULO

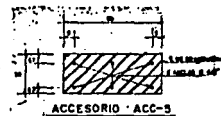


TRABE TV-5



DETALLE I

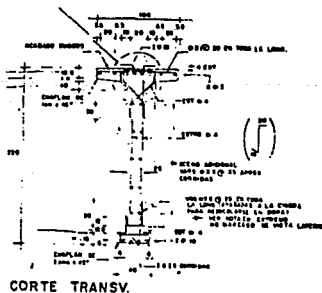
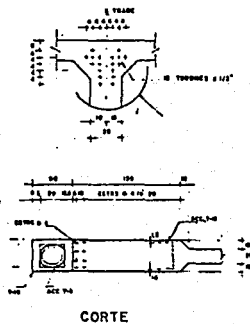
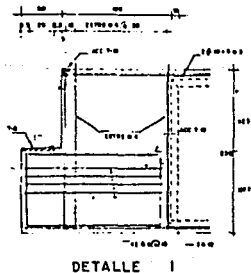
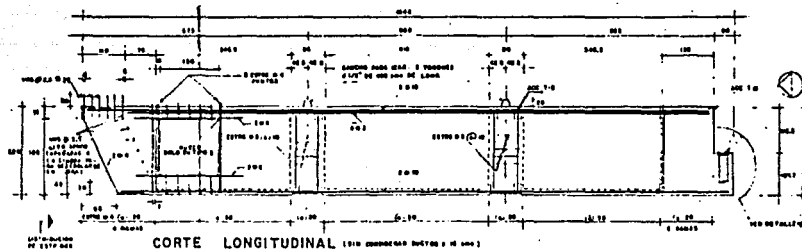
TABLA DE DIMENSIONES	
TORNO	Dimensiones
1	100
2	100
3	100
4	100



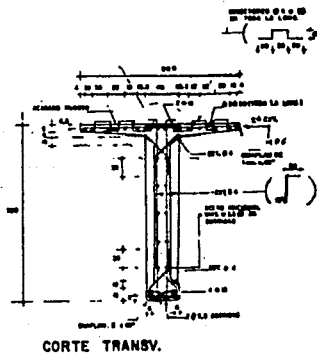
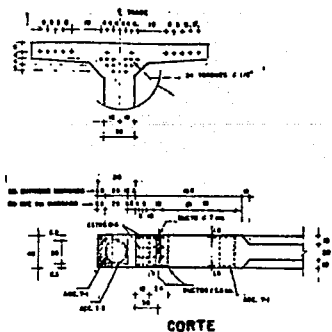
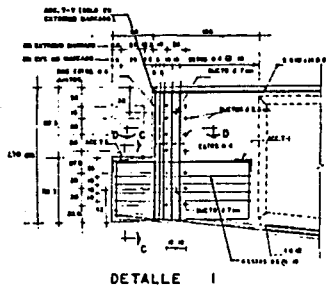
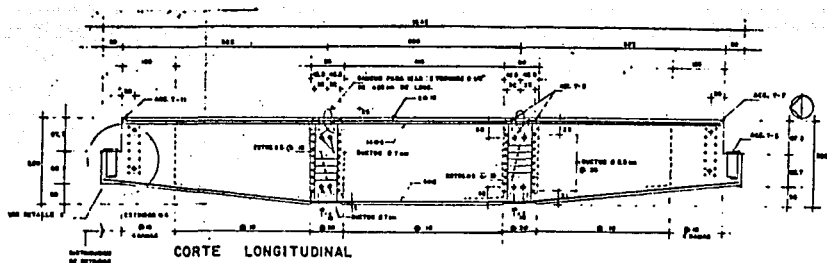
2 - NIVEL #NDEN

1-360		1 2		3 4		5 6		7 8		9 10		11 12		13 14		1-170
TA-29-1	TC-207-1	TA-49-A1	TC-199-6	TA-67-2	TC-199-5	TA-67-1	TC-199-3	TA-67-3	TC-199-4	TA-67-2	TC-199-2	TA-67-1	TC-199-1	TA-49-1	TC-1-2	
30-1	208-1	49-A1	200-4	49-15	200-8	49-2	200-9	49-9	200-17	49-1	200-25	49-5	200-29	49-11	2-65	
30-2	209-1	50-A1	201-2	54-1	201-1	54-1	200-11	49-2	200-8	62-1	204-3	62-1	200-4	50-1	2-65	
30-3	210-1	51-1		51-1		59-2	200-5	49-3	200-10	49-6		55-3		68-1	2-68	
30-4	211	63-1		55-4		59-1	200-10	49-8	200-20	61-2		55-2		58-1	2-68	
30-5	49-A2	200-3	49-4	200-6	49-7	200-12	49-11	200-21	49-6	200-26	49-6	200-30	49-5	2-73		
30-8	49-A3	200-2	49-14	200-16	49-4	200-7	49-1	200-22	49-15	200-2	49-13	200-2	49-12	2-52		
30-7	69-1		49-15	200-17	52-1	204-9	52-2	204-1	51-1	200-3	63-1			49-13	2-53	
31-1	69-2		56-1		52-2	204-1	52-1	204-2	52-1		64-1			60-1	137-1	
25-4	70-1	202-1	57-1	202-3	49-10	200-14	49-10	200-24	49-14	202-3	65-1	202-6	49-12	2-29		
32-1	72-1	200-1	49-12	200-5	49-3	200-13	49-16	200-6	49-6	200-26	49-7	200-1	49-9	2-33		
33-1	71-1	203-1	66-3	203-2	68-1	203-2	68-2	203-4	66-3	203-3	68-4	203-1	53-1	3-12		

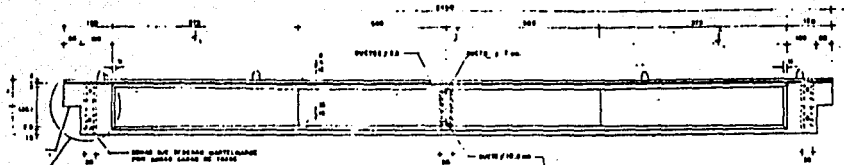
TRABE TA-1



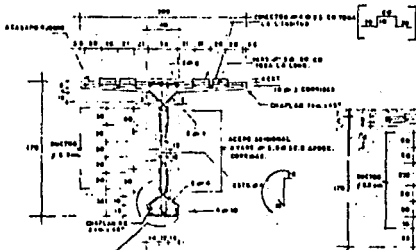
TRABE TA-2



TRABE TC-1



VISTA LATERAL

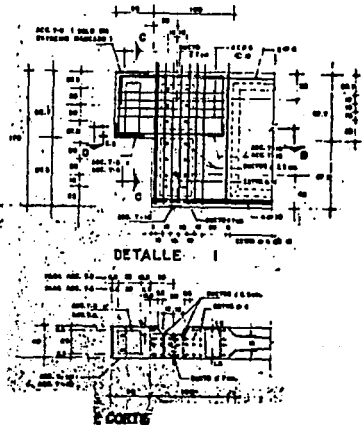


CORTE TRANSV.

TABLA DE LINDO DE CEMENTO
EN TORNADO DE TRABA

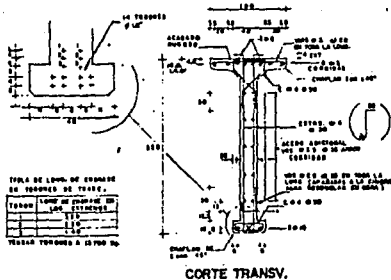
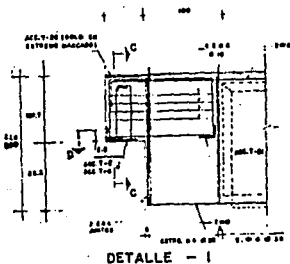
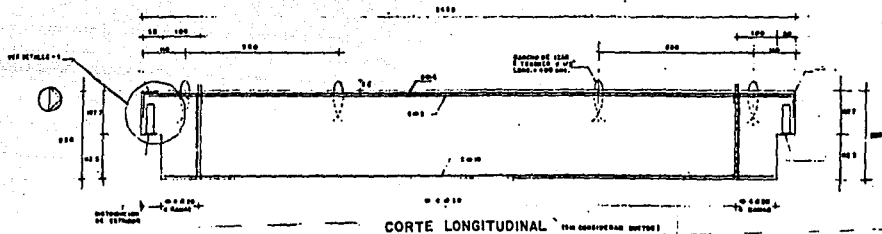
TIPO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	ACERO # 10	10	M
2	ACERO # 20	10	M
3	ACERO # 25	10	M
4	ACERO # 30	10	M
5	ACERO # 35	10	M
6	ACERO # 40	10	M
7	ACERO # 45	10	M
8	ACERO # 50	10	M
9	ACERO # 55	10	M
10	ACERO # 60	10	M

CORTE TRANSV.



DETALLE I

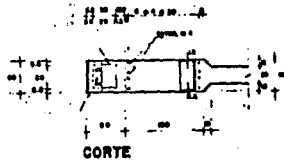
TRABE TC-2



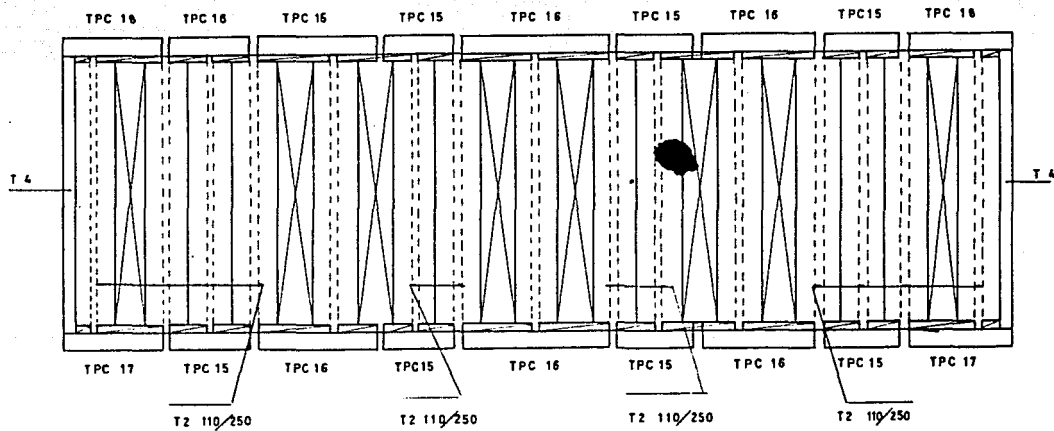
TIPO DE LONA DE CUBRIMIENTO DE REPOSICION DE TRABAJO

TIPO	LONG. (M)	ANCHO (M)
1	10	10
2	10	10
3	10	10
4	10	10
5	10	10

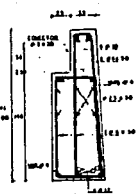
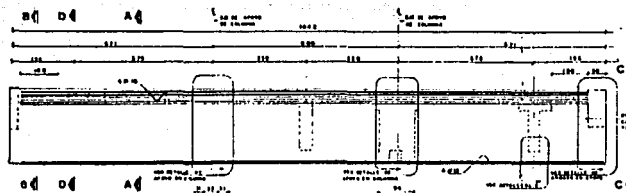
VELOCIDAD TRABAJO A 25 000 RPM



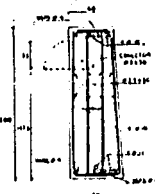
3.- NIVEL CUBIERTA



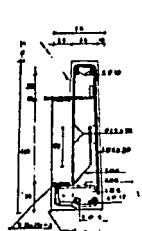
TRABE TPC-15



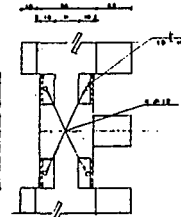
CORTE A-A



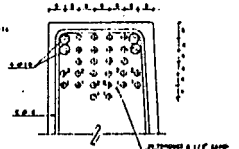
CORTE B-B



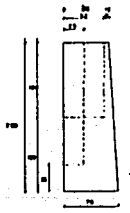
CORTE D-D



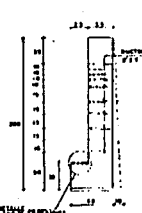
CORTE 4-4



DETALLE DE DISTRIBUCION DE TORONES

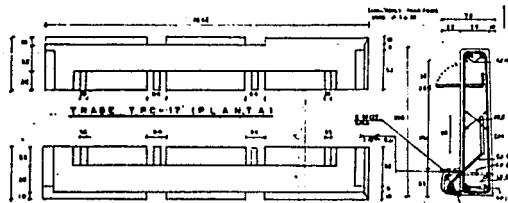
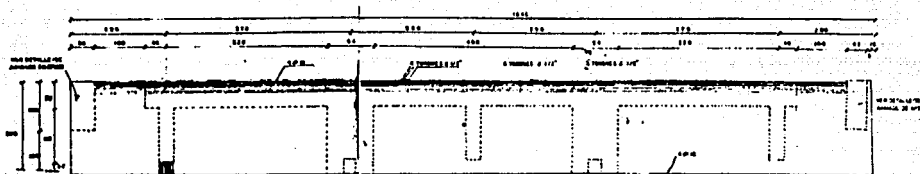


VISTA C-C



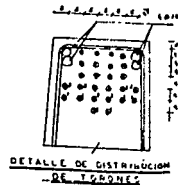
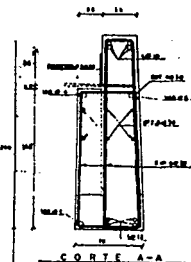
CORTE 2-2

TRABES TPC-17,18

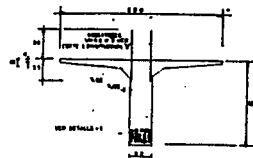
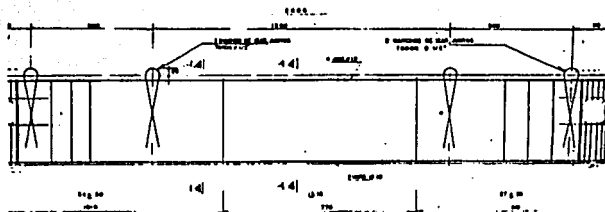


TRABE TPC-18 (PLANTA)

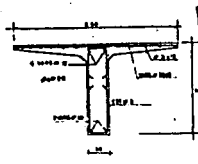
CORTE C-C



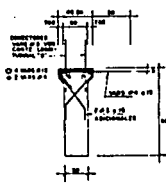
TRABE T2 110/250



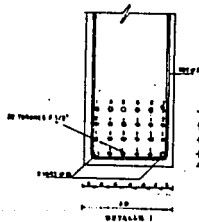
CORTE 2-2



CORTE 1-1



CORTE 4-4



CLASSE	QUANTITA' (N. BARRE)	DIAMETRO (CM)
1	10	10
2	10	10
3	10	10
4	10	10
5	10	10

4. TRANSPORTE Y MONTAJE

TRANSPORTE

Después de haber visto algunas consideraciones que serán de gran utilidad para las diferentes fases de la fabricación y transporte de los elementos prefabricados, que serán colocados en los diferentes puntos y niveles de la Estación Pantitlán del Metro, procederemos a continuación a describir con detenimiento las restricciones y requerimientos mínimos que deberán cumplirse durante las maniobras de transporte de la fábrica a la obra.

Se evitarán en lo posible las maniobras innecesarias a fin de no deteriorar el acabado de cada elemento.

Las Travesaños TC serán transportadas por medio de carretilla, por lo que dicho implemento deberá fijarse a 50 cm. del extremo del elemento, de tal manera que el acabado no sufra deterioros en la superficie y en las aristas. Esto mismo se efectuará para el implemento en donde se ubica el perno de tracción.

La transportabilidad de las piezas depende de las dimensiones y peso de las mismas, de las condiciones de la carretera y de los vehículos disponibles para el transporte. Es importante que durante el transporte las piezas no deban estar sometidas a fuerzas mayores que las previstas

las en los cálculos estructurales. Naturalmente, debe estudiarse --
previamente con gran cuidado la distribución de fuerzas que pueden --
darse durante el transporte, teniendo en cuenta además los efectos --
dinámicos producidos por sacudidas ocasionales. Esto llevará a todos --
los elementos a ser transportados en las unidades adecuadas, por --
ejemplo, los muros se llevan por lo general en camras bajas con caba--
lletes, para poder pasar por puentes y viaductos; además se facilita
la manobra de descarga y montaje en el sitio de la obra, ya que las
piezas se tocan prácticamente en posición vertical.

Losas y elementos precolados hasta de 16 M. de longitud son --
factibles de transportarse en plataformas fijas o extensibles, pudiendo --
moverse productos hasta de 30 toneladas de peso máximo.

Las trabes y algunos elementos de gran longitud se transpor--
tan por lo general en diablos o dollys que pueden o no tener volante
direccional, en este último caso con grandes ventajas en la manobra--
bilidad del conjunto.

Por lo general, las piezas mismas suelen utilizarse como --
estructura o chasis, pero no es recomendable.

En todos los casos, el supervisor debe verificar las condiciones de sujeción de la pieza (Figura 1), que tendrá soportes que garanticen su estabilidad y deberá cumplirse además con las disposiciones legales que obligan a llevar letreros con indicaciones de transporte de piezas de largo excesivo, así como escoltar a las unidades de --
transporte con carros pilotos con señales luminosas preventivas.

Si se espera que este elemento se almacene a pie de obra, deberá proveerse la estructura de madera necesaria para dar el soporte lateral a cada uno de los elementos.

Las traveses TA se transportarán en plataforma de 12 y/o 18 m - de longitud. Deberá preverse dejar una longitud mínima de la cabina - del tractor al elemento, de tal manera que éste pueda efectuar cualquier maniobra.

Ya que estos elementos tendrán una longitud mayor a la longitud de plataforma, deberá preverse el exceso de largo, con la señalización adecuada.

Todas estas traveses deberán contar con la estructura de madera necesaria para el soporte lateral.

No se permitirá que el elemento descansa sobre la plataforma - directamente, por lo que deberán colocarse polines de madera exclusivamente bajo los dos accesorios metálicos.

Las traveses TV, se transportarán en dollies lo mismo que las traveses de cubierta por el exceso de largo y se ajustarán a las disposiciones siguientes, que regirán a todo el conjunto de traveses que integran -

el total de que forma la Estación Pantitlán del Metro L-9.

PERMISOS Y LICENCIAS

Todos los permisos y licencias para el transporte serán tramitados por el transportista ante las autoridades competentes.

SEÑALAMIENTO

El transportista deberá prever el señalamiento suficiente y el exigido por las autoridades para que el traslado de los elementos se lleve a cabo con la mayor seguridad posible.

Durante el traslado se proveerán los carros pilotos necesarios y cualquier otro que exijan las autoridades.

RUTA Y HORA DE TRASLADO

El transportista deberá planear la ruta de traslado de los elementos, de tal manera que el vehículo de transporte no necesite efectuar maniobras que afecten y/o interrumpan el tránsito sobre las diferentes vialidades por utilizar. En lo posible los elementos se trasladarán a las horas de menor tránsito.

Una vez que los elementos se encuentren dentro de la obra y en el sitio que la Supervisión designe para su almacenaje (en su caso), se procederá a retirar los implementos de transportes en el caso de las TC y TPC; retirar las plataformas en el caso de las trabes TA y las perimetrales de cubierta, y los dollys en el caso de las TV y de las losas - - - T 110/250, que cubren la estación.

ALMACENAMIENTO A PIE DE OBRA

En caso de que sea imprescindible el almacenamiento de los elementos presforzados en la obra, se observará lo siguiente: Todos los elementos deberán contar con la estructura de madera para el soporte lateral.

Todos los elementos se colocarán sobre polines de madera.

En los accesorios T-2 para el caso de las trabes TA y en los extremos, para el caso de las Trabes TC.

El almacenamiento de los elementos sólo se podrá efectuar en una sola cara, y será lo más cercano posible al punto de izaje.

MONTAJE

La tecnología de la elevación depende de muchas circunstancias,-

tales como: el tamaño, el peso y la forma de la pieza, la unión de las piezas, la máquina de elevación, el método de elevación y de sujeción provisional y finalmente el tipo de equipo auxiliar para el trabajo de elevación. La tecnología de la elevación y el equipo auxiliar, que se necesita para la elevación de piezas prefabricadas de concreto armado es tan variable como las necesidades lo requieran.

Previamente a la iniciación del montaje de los elementos precolados en la obra, deberán haberse celebrado las juntas necesarias entre el Contratista de la obra y el Prefabricador (como mínimo), con el objeto de que el prefabricador señale los obstáculos que puedan impedir el acceso de las plataformas y equipos de montaje al sitio en que se requieren; la capacidad que deben tener las zonas de circulación para el paso de los equipos pesados de transporte y montaje; la necesidad de tener -- las zonas de acceso sin cables ni andamios y otros obstáculos que impidan la maniobrabilidad de los equipos y requerir todo lo que pueda facilitar el trabajo de las cuadrillas de montaje, como escaleras, plataformas de trabajo, fuerza eléctrica, etc.

Siempre que sea posible es conveniente verificar las medidas en la obra de la separación entre columnas cuando se coloquen sobre éstas -- traves prefabricadas, para saber de antemano si existe alguna variación con respecto a la dimensión de proyecto, y si dicha variación queda den-

tro de la tolerancia especificada. De igual manera, deberán verificarse la posición de las anclas, placas de anclaje, pasadores, etc. Es importante que las superficies de apoyo que reciban a los elementos precolados estén nivelados y bien terminados, para lograr un apoyo uniforme y evitar concentraciones de esfuerzos si se asienta el precolado sobre -- una arista.

Por su parte, el equipo encargado del montaje debe llevar todo lo necesario para la realización de los trabajos, la herramienta adecuada, lazos y estrobos de largos y capacidades variables, escaleras en buenas condiciones, máquinas para cortar concreto, plantas de soldar y los equipos especiales para trabajos como cortes, perforaciones, sujetos mediante accesorios, etc.

Antes de iniciar el montaje de los precolados, el personal de las grúas y los jefes de cuadrillas deberán estar perfectamente enterados de la longitud y peso de los precolados que van a manipular, la altura a la que van a colocarlos y la distancia máxima de colocación. - Esto les permitirá escoger la mejor forma de realizar el trabajo, y seleccionar las suspensiones, cables, estrobos, tirsos, etc., y prevenir si es necesario colocar vientos para la conexión temporal de las piezas. Es necesario verificar las condiciones en que se encuentran todos los - elementos que intervienen en las operaciones de montaje, empezando - -

desde la propia grúa (cables, ganchos, suspensiones, etc.) y de todo aquello que pueda estar sujeto a esfuerzos durante o después de efectuar las maniobras.

Todos los equipos y accesorios de izaje deberán soportar cuando menos un peso de 400% mayor al peso del elemento más pesado.

Los puntos de izaje serán aquellos que se diseñaron para tal objeto, cualquier elemento que no cuente con estos, será rechazado por la supervisión y posteriormente se analizará si él puede ser o no utilizable, mediante la habilitación de otro sistema de izaje.

En seguida tendremos la descripción del procedimiento que deberán llevar los diferentes tipos de trabes, de la Estación Pantitlán del Metro L-9, en cada una de las etapas de montaje.

MONTAJE DE TRABES TA NIVEL ANDEN

- a). Anterior a cualquier maniobra, deberá consultarse el plano de montaje de la Estación Pantitlán.
- b). Se izará la trabe y se asentará en los puntos fijados en los planos.

- c). La trabe se nivelará y centrará sosteniéndola con los estrobos dentro de las siguientes tolerancias.

Plano Vertical

La diferencia entre el nivel de proyecto y el nivel del elemento no excederá de ± 1.0 mm. en la longitud total del elemento.

No se aceptarán diferencias de nivel y de pendientes en los elementos de un mismo cabezal.

Plano Horizontal

La diferencia entre el eje de proyecto al eje de la trabe no excederá de ± 1.0 mm. en la longitud total del elemento.

Todas las trabes de un cabezal deberán tener paralelos sus ejes entre sí.

Para llevar a cabo estos trabajos, se deberá contar con una brigada de topografía y una cuadrilla que lleve a cabo los ajustes necesarios una vez montadas las trabes TA.

Todos los ajustes se llevarán a cabo en estos elementos.

- d). Una vez apuntalada la trabe, se retirarán los cables de izaje, para permitir a la grúa, efectuar otra maniobra completa.
- e). Se procederá a soldar los cordones. Ver Figura (2) en arbores apoyos.
- f). Esta misma secuencia se seguirá para el montaje de las trabes siguientes.

MONTAJE DE TRABES TC NIVEL ANDEN

El elemento será retirado de la carretilla o del sitio de almacenamiento, sin la estructura de soporte lateral (en su caso) y la protección del dispositivo de apoyo, y su montaje se hará de acuerdo a las siguientes etapas.

- a). Anterior a cualquier maniobra, deberá consultarse el plano de montaje de la Estación Pantitlán.
- b). El orden de colocación de las trabes dependerá de la opción que se elija para el montaje.
- c). Se izará la trabe y al mismo tiempo se retirará la protección del apoyo en la trabe TA.
- d). Se colocará en el dispositivo de apoyo de la trabe TA, pre-

via perfecta limpieza de éste, las pastillas de neopreno, acero y el anillo de bronce recubierto con teflón.

- e). La colocación de la trabe TC será apoyando primeramente - el apoyo fijo, y posteriormente, casi simultáneo el apoyo móvil. El descenso de la trabe TC en las trabes 1 lo más lento posible.
- f). Una vez colocada la trabe, se nivelará y alineará, antes de retirar los cables de izaje, se fijará la trabe TC a la TA según se muestra en la Figura 3.
- g). Posteriormente se amarrarán, cimbrarán y colarán los diaframas extremos de la trabe TA, central y extremo de la trabe TC.
- h). Cuando el concreto alcance el 80% de la resistencia de diseño se efectuará el postensado de los diaframas.
- i). A continuación las placas de sujeción en los topes de los diaframas, Ver Figura 4.
- j). Cortar placas de sujeción en apoyo móvil, Figura 3.
- k). Se colocarán en su sitio los accesorios para la sujeción - del faldón precolado y los accesorios de la junta de dilatación (apoyo móvil).
- l). Por último, se colará el firme estructural.

MONTAJE DE TRABES DE NIVEL VESTIBULO TV

- a). Consultar el plano de la distribución de traves para ver la ubicación de cada una de las piezas.
- b). El orden de colocación de las traves dependerá de la opción que se elija para llevar una secuencia alternada con las traves TC.
- c). De acuerdo al alcance de la grúa que se usará para el montaje, se colocarán una o dos de nivel vestibulo y otras de nivel andén (TC).
- d). Se colocará en el dispositivo de apoyo que para el efecto quedo ubicado en los cabezales colados con anterioridad.
- e). Una vez colocada se procederá a alinear y a nivelar la trave y se soldarán cordones en ambos lados de la pieza Figura (5).
- f). Se procederá a retirar los cables de izaje
- g). Por último se colará el firme estructural.

MONTAJE EN CUBIERTA DE ANDEN

- a). Consultar plano de cubierta de Estación Pantillán
- b). Montaje de trave portante TPC-15 en apoyo, sobre eje A, Ver Figura (6)

- c). Alineación y nivelación de trabe portante TPC-15
- d). Ejecución de soldaduras indicadas en el plano correspondiente.
- e). Montaje de trabe portante TPC-15 en apoyo, sobre eje "F" Fig. (6) y continuar con pasos c y d.
- f). Montaje de las traveses portantes TPC-15 en el siguiente apoyo continuando con los pasos "b" a "e".
- g). Limpieza de perno, placas de apoyo y colocación de neoprenos.
- h). Montaje de trabe portante central TPC-16, sobre eje "a" Fig. (6).
- i). Alineación y nivelación de trabe portante central TPC-16
- j). Colocación de mortero en apoyo fijo
- k). Colocación de material asfáltico en apoyo deslizante
- l). Colocación de placa y tuerca en perno de montaje
- m). Montaje de losas T1-110/250 en apoyo Figura (6) y efectuar soldaduras indicadas.
- n). Colocación de refuerzo en firme de losas T1-110/250.
- o). Para el caso de las traveses portantes de apoyo de los extremos (ejes 1, 2, 13 y 14) TPC-17 y TPC-18, el procedimiento de montaje se hará continuando con los pasos "b" a "e" y "g" a "n".

p). Posteriormente se colocarán las traveses extremos T-4.

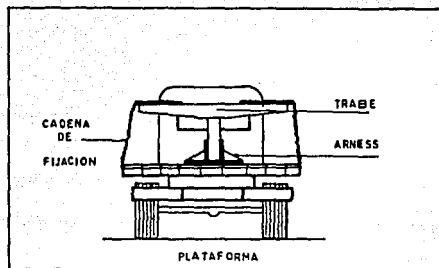


FIG. 1

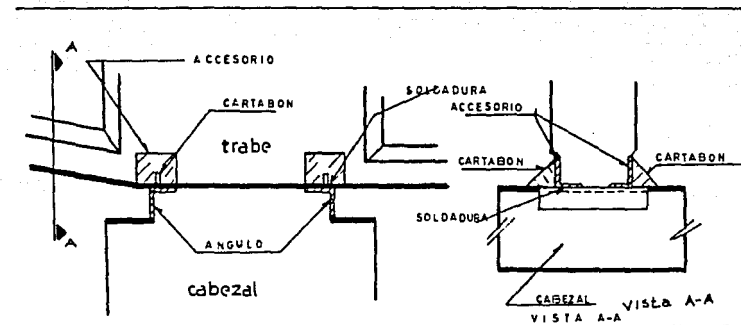


FIG. 2

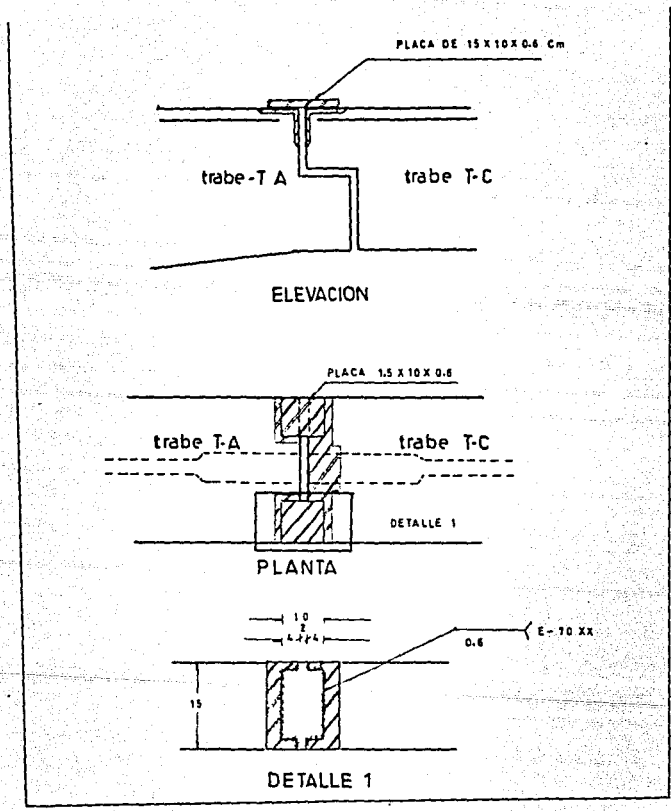
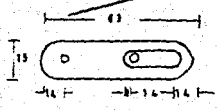
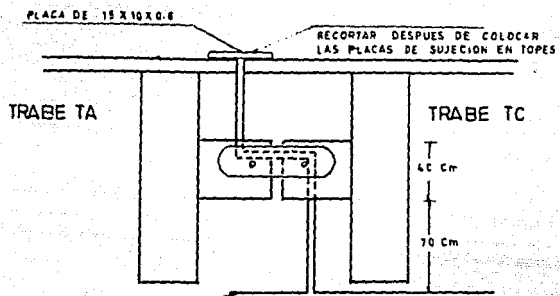
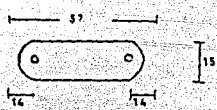


FIG. 3



PLACA EN APOYO
FIJ MOVIL



PLACA EN APOYO
FIJO

FIG. 4

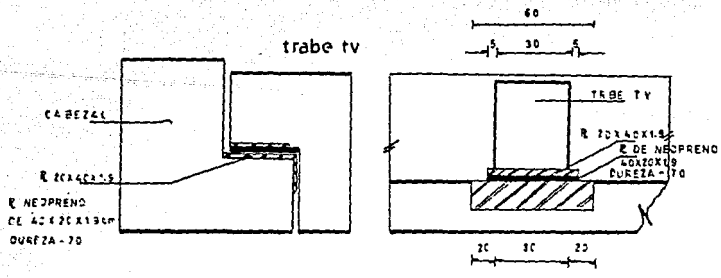


FIG 5

5. ACCESORIOS DE SOPORTE Y FIJACION

Uno de los problemas más difíciles, tanto en el diseño como en la construcción de estructuras formadas por piezas prefabricadas, es el de la unión de estas estructuras. Es muy importante que la construcción de las uniones sea cómoda y que las pequeñas e inevitables imprecisiones y desviaciones, dentro de las tolerancias en las dimensiones, no influyan en las tensiones previstas de modo perjudicial ni produzcan cambios inadmisibles en la distribución de tensiones de la estructura.

Es deseable que la estructura sea apta para soportar las cargas lo antes posible, de preferencia inmediatamente después de efectuar las uniones.

Una condición adicional justificada, es que las uniones requieran poco material y poco trabajo, es decir, que su costo debe ser mínimo.

La formación y la construcción de uniones exigen, debido a su dificultad, un gran control. Debe prescindirse de juntas que no puedan inspeccionarse.

Al resolver el problema de las uniones deben tenerse en cuenta las propiedades de cada material, en otras palabras, el proyecto y la construcción de las juntas deben armonizar con los materiales que se usen. Las propiedades del acero y de la madera son muy diferentes a las del concreto y de las del concreto armado.

Una ventaja importante del acero es que su resistencia a tracción, compresión y esfuerzo cortante difiere relativamente poco. Así, la solución de uniones en construcciones de acero es relativamente fácil y cómoda. La unión de piezas de acero puede efectuarse con mucha mayor precisión que las de piezas de concreto armado.

ACCESORIOS PARA SUJECION DE TRABES EN NIVEL VESTIBULO

En la fabricación e instalación de los accesorios que servirán para sujeción de las traveses precoladas, que serán colocadas para formar el sistema de piso que dará forma al nivel de vestíbulo de la Estación Pantitlán, se tomarán las recomendaciones que a continuación se enlistan.

Los accesorios serán de dos tipos, uno fijo y el otro móvil, éste únicamente permitirá un movimiento horizontal en el sentido del eje longitudinal de las traveses de las que formarán parte.

El material de fabricación será acero con un límite de fluencia de $f_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$ y deberá cumplir con la norma ASTM-A-36, a estas mismas características se sujetarán los pernos que servirán como tensores. El espesor de las placas será de 1.6 cms. y se unirán para darle forma con soldadura al arco eléctrico con electrodos de la serie E-70.

Primero habrá que distinguir tres grupos de traveses, clasificación que tendrán que llevar los accesorios cuyas dimensiones serán des

critas con todo detalle más adelante, por ahora agrupemos a las presforzadas de la manera siguiente:

a). TV-1
TV-2
TV-2A
TV-2B

b). TV-4

c). TV-3
TV-5

A continuación se describen las características que son consideradas como primordiales en el diseño de los accesorios de cada una de las precoladas, y empezaremos por enumerar las características de los accesorios para las trabes que forman el primer grupo.

ACCESORIO - 1

Placa metálica 1.6 cms. de espesor y de 15 x 20 x 26 de acuerdo a los ejes x , y , y z unidos con la soldadura descrita y con una perforación circular para el apoyo fijo de 6 cms. ϕ , y una perforación ovalada de 6 x 10 para el apoyo móvil.

Perno de acero No. 12 con 13 cms. de rosca estándar en ambos extremos.

Tuerca hexagonal de 3.8 cms. de diámetro con roldana de 0.3 cms. de espesor y diámetro igual.

Placa de neopreno de 18 x 30 x 1.9 cms. dureza E-7.

Dos accesorios de las dimensiones y características mencionadas se colocarán a cada lado de la trabe y en los dos extremos y quedarán fijos por medio del perno descrito para dar forma al accesorio de sujeción de la trabe en cuestión, como se muestra en la Fig. 1.

Estos accesorios una vez colocados en la posición correspondiente, se fijarán a los accesorios colocados con anterioridad en los cabezales, por medio de un cordón de soldadura como lo muestra la Fig. 2 que esquematiza un accesorio de apoyo móvil.

El siguiente paso será asentar la trabe en el cabezal con el trazo definido apoyado en la placa de neopreno que evitará dañar las estructuras en el momento en que se produzcan vibraciones o desplazamientos de éstas. Fig. 3 y 4.

En la Figura 5 se muestran todos los elementos que conforman a los accesorios de fijación de las trabes, donde se aprecian los detalles de cada elemento.

Los accesorios del segundo grupo se formarán con dos placas a

cada extremo de las trabes TV-4 con dos accesorios diferentes formados por:

Placa metálica de 1.6 cms. de espesor y 15 x 20 x 26 en los ejes x, y, z. Este accesorio lo forman tres placas y el accesorio que une a la trabe con éste, lo forma una placa de 1.6 cms. de espesor y de 26 x 20 cms.

El perno será de las mismas características del utilizado en el primer grupo de trabes, variando únicamente en su longitud que será de 73 cms.

Tuercas y roldanas serán las mismas en todos los casos.

En las figuras 6 y 8 se muestra la forma como quedarán unidos las trabes TV-4 con las trabes de escalera por medio de el accesorio correspondiente las que serán soldadas a los accesorios colocados previamente en los cabezales de la estación con una placa de neopreno de 18 x 30 x 1.9 como lo muestra la Figura 7.

Las Figuras 9 y 10 muestran los accesorios para el apoyo móvil y fijo respectivamente y la Figura 11 lo que son las placas, que

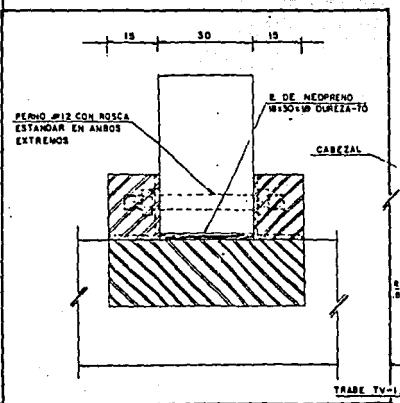
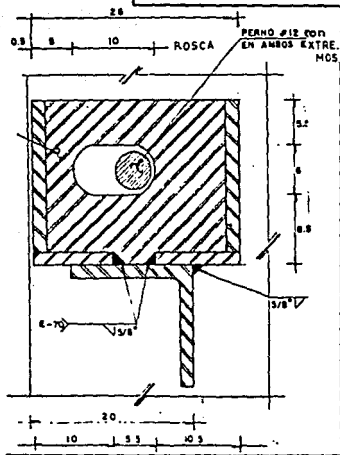
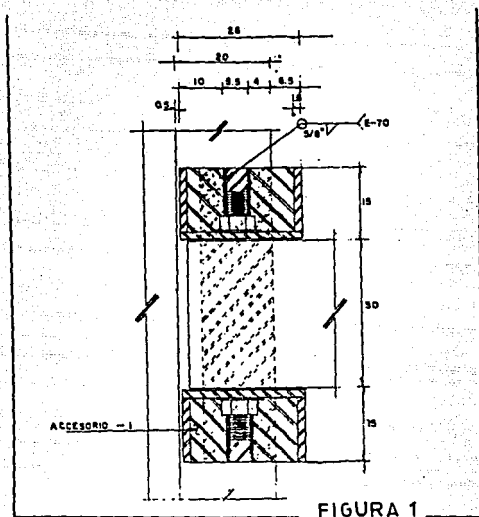
dan forma a los accesorios, por separado.

Para el tercer grupo los accesorios serán como sigue:

Placa de 20 x 40 x 1.9 colocadas bajo la trabe presforzada, soportada por una placa de neopreno de 20 x 40 x 1.9 como lo muestran las Figuras 12, 13 y 14.

Placas de 20 x 26, cuatro de estas piezas en cada extremo - de las trabes de este, el último grupo en que se clasifican las trabes de vestíbulo.

Estos accesorios se colocarán en el colado posterior de las trabes indicadas en las Figs. 15, 16 y 17, muestran en una forma por demás detallada la forma como se localizan en las trabes y la posición que guardan entre ellas, así como el detalle constructivo del aumento de las trabes correspondiente.



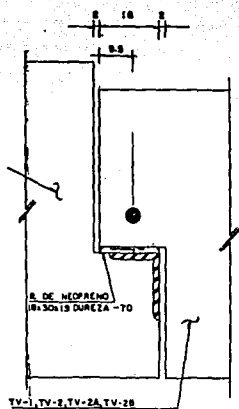


FIGURA 4

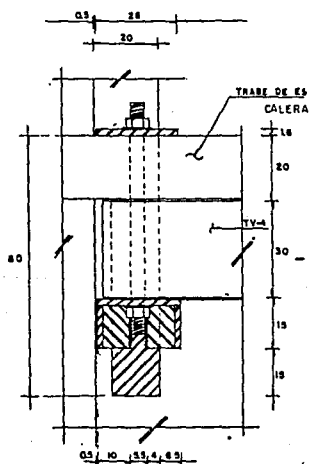
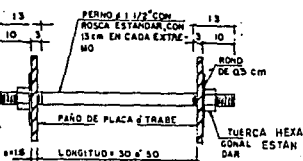
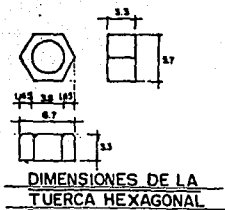


FIGURA 6



PERNO APOYO FIJO o MOVII

FIGURA 5

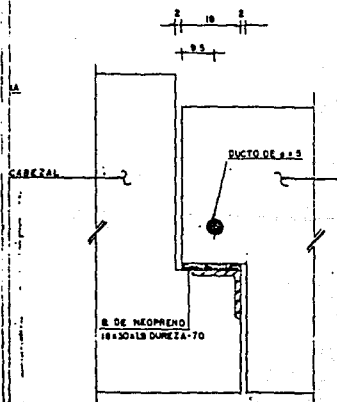


FIGURA 7

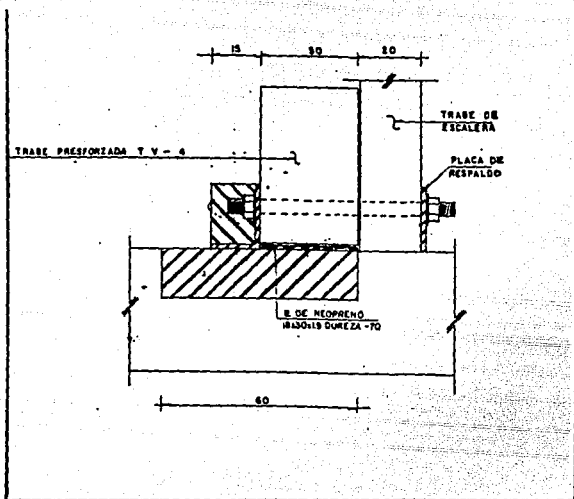


FIGURA 8

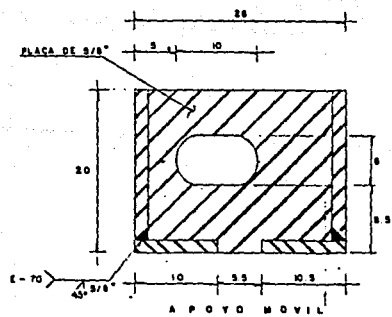


FIGURA 9

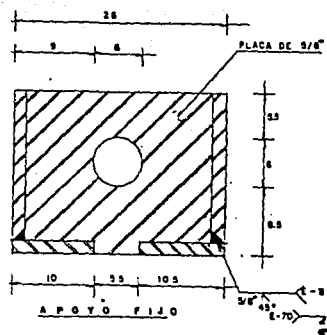


FIGURA 10

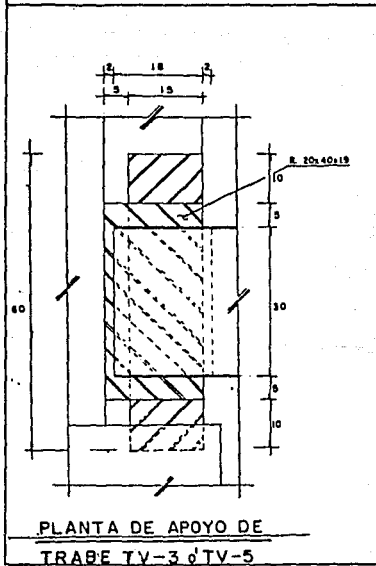
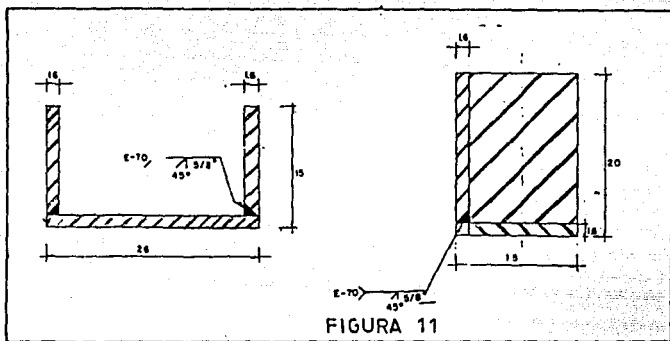


FIGURA 12

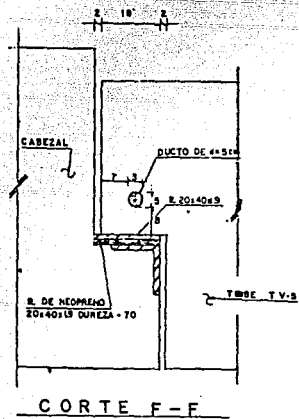


FIGURA 13

COLOCACION Y FIJACION DE APOYOS EN TRABES TC Y TA

Esta especificación cubre los requerimientos mínimos que deben cumplir, por una parte el fabricante de las estructuras presforzadas que instalará en la nariz de estos elementos los dispositivos de apoyo y el responsable del montaje de los elementos presforzados.

Los dispositivos de apoyo son cojinetes deslizantes-amortiguadores del tipo "Cubo-Encapsulado", las dimensiones y características generales se dan en los dibujos de la Figura 1 para el apoyo con movimiento libre multidireccional y el de la Figura 2 para el apoyo fijo.

Los componentes de cada dispositivo se enlistan y describen a continuación:

DISPOSITIVOS DE APOYO CON MOVIMIENTO LIBRE MULTIDIRECCIONAL

PLACA BASE INFERIOR. Accesorio T-3 consistente de una placa de acero de 29.01 x 33.02 cm. con un anillo del mismo material de 26.04 cm. de diámetro provista de cuatro (4) anclas de 1 2" de diámetro.

PASTILLA CIRCULAR DE NEOPRENO. Con espesor de veintidós - - (22) mm. con sus dos caras recubiertas con teflón virgen de 1/6" de espesor.

O. RING. Anillo de bronce recubierto de teflón.

PASTILLA DE ACERO. (Cápsula). Pieza circular de acero con su cara superior recubierta con teflón reforzado con fibra de vidrio - de 3/64" de espesor.

PLACA BASE SUPERIOR. Accesorio T-6 consistente en una placa de acero de 29.01 x 33.02 cm. con una placa de acero inoxidable A-304-2B acabado espejo, electrosoldada a la placa base superior, provista - de cuatro (4) anclas de 1/2" de diámetro.

DISPOSITIVO DE APOYO FIJO

PLACA BASE INFERIOR. Accesorio T-3 consistente de una placa de acero de 29.01 x 33.02 cm. con un anillo del mismo material de - - 26.04 cm. de diámetro, provista de cuatro (4) anclas de 1/2" de diámetro.

PASTILLA CIRCULAR DE NEOPRENO. Con espesor de veintidós (22) mm. y sus dos caras recubiertas con teflón virgen de 1/64" de espesor.

O RING. Anillo de bronce recubierto de teflón.

PASTILLA DE ACERO (Cápsula). Pieza circular de acero con su cara superior ranurada.

PLACA BASE SUPERIOR. Accesorio T-5 consistente en una placa de acero de 29.01 x 33.02 cm. con su cara expuesta ranurada, provista de cuatro (4) anclas de 1/2" de diámetro.

CARACTERISTICAS QUE DEBERA CUMPLIR EL MECANISMO DE APOYO.

Se divide en dos clasificaciones: Tipo fijo, que admitirá -- solamente libre rotación; tipo movimiento libre, que deberá admitir - libre rotación así como movimiento horizontal en cualquier dirección.

Rotación

El mecanismo de apoyo tendrá una construcción que admita una rotación total mínima de 0.0524 radianes (3 grados) \pm 5%.

Dimensionamiento del acero

Se tomará un margen de 60% del punto de fluencia (igual que cualquier cálculo estructural).

Deslizamiento

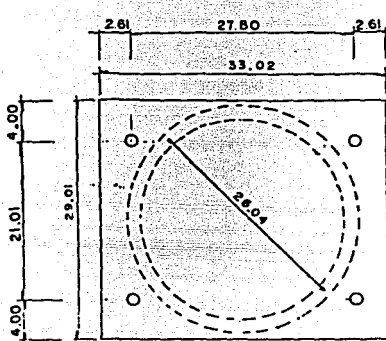
La construcción del mecanismo deberá ser capaz de aceptar un movimiento de ± 2.54 cm. como mínimo (para apoyos de tipo movimiento - libre y lateralmente restringido).

Anclaje

Dependiendo del material de la estructura, podrá soldarse el dispositivo directamente al acero o anclas de acero para ahogarse en - el concreto o placas de soporte ahogados también en el concreto. Este detalle se efectuará de acuerdo a los planos aprobados.

Acabado de protección atmosférico ambiental

Todas las superficies deberán ser protegidas con una capa de zinc inorgánico con alto contenido de sólidos de 80% por peso mínimo - en la película seca, debiendo ser de 4 milésimas de pulgada mínimo si se trata de superficies de capa única o de 8 milésimas de pulgada más un recubrimiento de Epoxi-poliamida de 2 a 3 milésimas de pulgada. - - Este recubrimiento debe ser clasificado para el uso marino o industrial más severo, a fin de garantizar la más larga vida posible.



CAPACIDAD DE CARGA VERTICAL: 90T
 CAPACIDAD DE EMPUJE HORIZONTAL: 9T.
 CAPACIDAD DE MOVIMIENTO LONGIT: + 0 - 2.86 cms.
 TOTAL 5.71 =
 CAPACIDAD DE MOVIMIENTO TRANSV: + 0 - 2.54 cms.
 TOTAL 5.08 cms.

PLANTA.

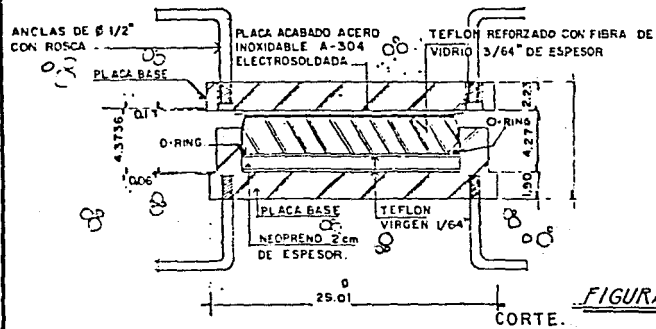


FIGURA N° 1

CAPACIDAD DE CARGA VERTICAL = 90 T.
 CAPACIDAD DE EMPUJE HORIZONTAL = 9 T.

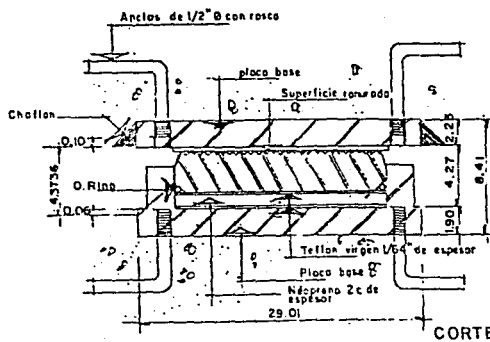
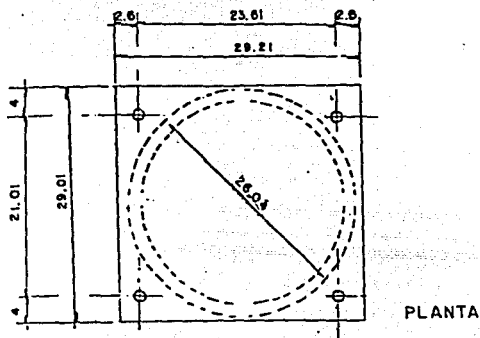


FIGURA N° 2

CONEXIONES EN LAS TRABES DE CUBIERTA

Las conexiones de las traves presforzadas en el nivel de cubierta de andén, se efectuarán de acuerdo a la clasificación hecha en los dos casos anteriores, en las que hemos tenido dos tipos de apoyo; apoyo móvil y apoyo fijo, independientemente de los detalles particulares de fijación de cada una de las traves que conforman la cubierta de la Estación Pantitlán del Metro L-9.

Para la fijación de las traves portantes o de apoyo (TPC-15, TPC-17 y TPC-18), se hará de acuerdo a los pasos descritos a continuación.

Se unirán con soldadura al arco eléctrico, utilizando electrodos de la serie E-70, el ángulo ahogado en la trave portante de 12 x 25 x 31 Fig. 1 al ángulo colocado previamente a la columna que sustentará a la trave portante y que será de placa de acero de 1.9 cm. de espesor y 20 x 20 x 50, esta unión quedará reforzada por un cartabón de placa por cada conexión de 7 x 7 x 1.9cm Fig. 2.

La unión de las traves portantes a las traves centrales TPC-16 se efectuará como sigue:

En los extremos de las traveses de apoyo se dejarán anclas o pernos de varillas No. 12 con rosca estándar en un extremo $L = 245$ cm, soldadas a un ángulo de placa de 20×50 y 1.9 de espesor como lo indica la Fig. 3, en el momento de la colocación de la trabe central - TPC-16, en la cual se habrá dejado previamente una placa de - - - - $30 \times 20 \times \frac{1}{4}$ " con barrenos de 5 cm. ϕ en el apoyo fijo y de 5×15 - cm con avellanado en el apoyo deslizante. Esta perforación será - desde el extremo inferior de la trabe hasta el superior, entre la - unión de las placas se dejará una placa de neopreno de $30 \times 40 \times \frac{1}{2}$ " - dureza E-70, que servirá de cojinete como lo indica la Fig. 4.

La unión entre las traveses TPC-15, TPC-16, TPC-17 y TPC-18 con las traveses T-1-110/250 que cubrirán la Estación con sus ejes longitudinales de oriente a poniente, se hará siguiendo los pasos descritos en seguida.

En las traveses TPC, se dejará la preparación que servirá de apoyo a las traveses T-1 y que será llamado accesorio -1, en la Fig. 5 se muestra este accesorio, una vez que se terminen de montar todas las traveses se procederá a efectuar la sujeción o rigidización de todas las diferentes traveses con las columnas por medio de estribos como lo muestran las Figs. 6 y 7.

La conexión de las traveses extremas T-4 con las TPC-17 y -

TPC-18 se hará como lo muestra la Fig. 8, y que será similar a la -
unión de traves TPC con las T-1.

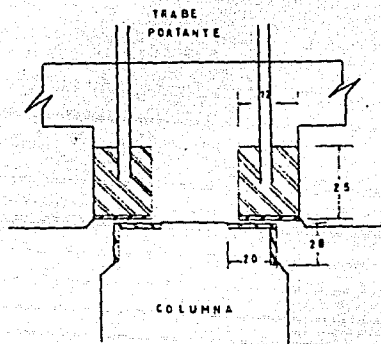


FIGURA 1

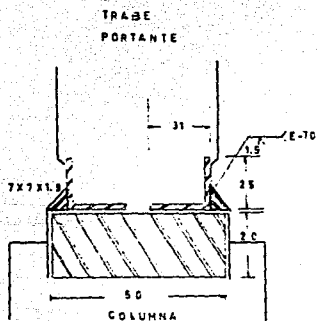


FIGURA 2

R. 30x20x1/4" CON BARRONES
 SIA. A EN APOYO FIJO Y BARRONES AVELLANADO
 EN APOYO DESLIZANTE

DUCTO DE 4x15 HELICINA
 CON MORTERO DE ADHESION
 ESTABILIZADA DE HORMON
 EN APOYO FIJO Y MATERIAL
 SUPLENTO EN APOYO DESLIZANTE

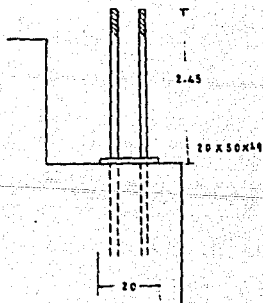
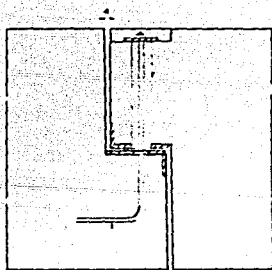


FIGURA 3



TRABE TPC-15, 17, 18

TRABE TPC-16

PERNC (VER ARMADO DE TRABE)

R. DE NEOPRENO DE 30x40x1/2"

FIGURA 4

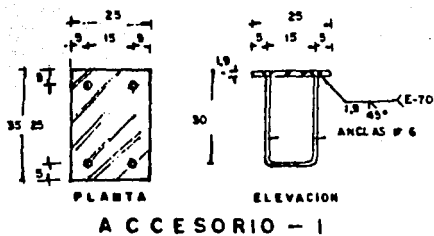


FIGURA 5

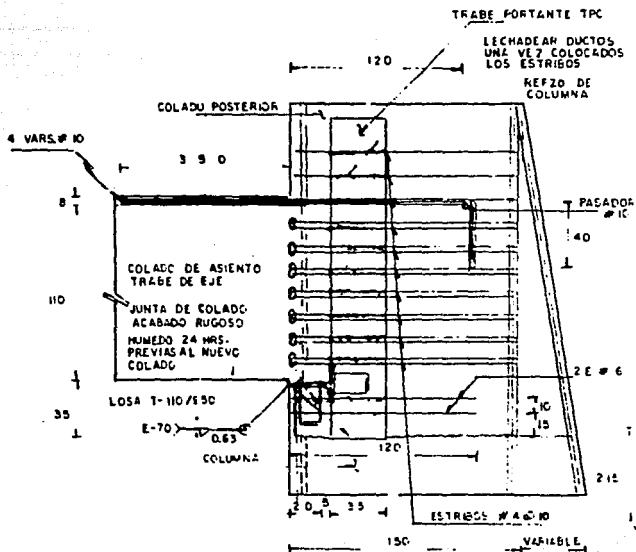


FIGURA 6

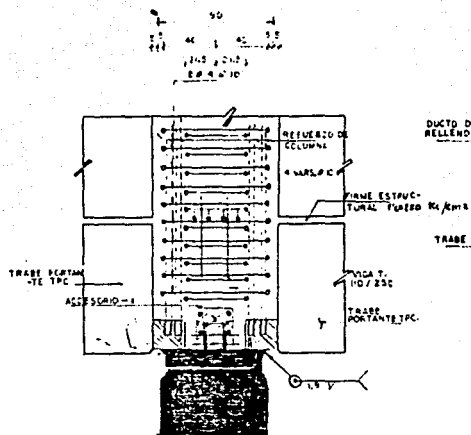


FIGURA 7

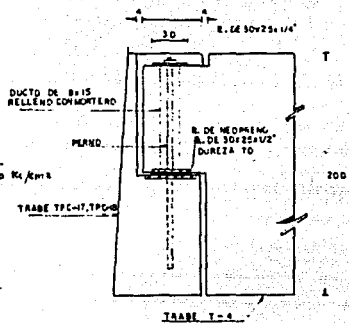


FIGURA 8

CAPITULO VI

VI. POSTENSADO DE DIAFRAGMAS

Ningún otro procedimiento de construcción tiene utilidades más variadas que la postensión, la cual aún fuera de su campo de aplicación específico, compite cada vez con más éxito con la construcción metálica y el concreto armado.

Esta técnica se utiliza para ligar y presforzar dovelas, elementos de estructuras o estructuras completas.

Al contrario de la pretensión, la postensión se adapta fácilmente a los requisitos de cada caso.

El postensado de diafragmas en la Estación Pantitlán se hará cuando el concreto $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ con el que han sido colados éstos, haya cumplido el 80% de su resistencia de proyecto.

CABLES DE TENSADO

El eje de cada cable debe coincidir con el eje del cono en una longitud de 40 cm. por lo menos, a partir del anclaje.

Para elegir el ángulo de levante es preciso tener en cuenta el espacio a reservar en el concreto para la colocación del gato (Fig. 2)

El cimbrado de este espacio debe igualmente tener en cuenta el sistema de fijación de los conos de anclaje.

Los planos de ejecución deben dar un número suficiente de cotas para permitir replantear exactamente la posición de los cables en obra. Esta queda generalmente determinada por las indicaciones siguientes:

- Ordenadas cada 1/10 del claro que se completan por cotas en las secciones más características del trazado (cabezas, puntos de desviación o de levante).
- Inclinación de los cables en los anclajes.

Entre los puntos acotados, el cable presentará una curvatura regular que no deberá tener ondulaciones a cambios bruscos de dirección que aumentarán el rozamiento en el transcurso de la tensión.

Se debe poner en los planos la longitud de los cables, precisando a qué corresponden. En general es la longitud de corte, es decir, la longitud entre caras exteriores de los conos de anclaje aumentada en dos veces la sobrelongitud para acoplamiento del gato que varía según el tipo de cable.

Para definir las ordenadas de los cables es preciso tener en cuenta el diámetro exterior de las vainas o de los tubos, en particular cuando se cruzan los cables.

VAINAS Y TUBOS PARA ALOJAMIENTO DE LOS CABLES

Generalmente son vainas de fleje laminado las que se utilizan para aislar los cables del concreto. Estas vainas no son dañadas por el contacto con los vibradores de aguja.

El empalme entre vainas se hace por manguitos con rosca, si es necesario se asegura con cinta adhesiva.

La vaina se fabricará a veces con fleje de acero con aleación de plomo o zinc, que resiste mejor a la corrosión que el fleje blanco. - Debe almacenarse en lugar seco para evitar la corrosión, y manipularse - con cuidado.

El diámetro interior de las vainas debe ser ligeramente superior a 4" para permitir el entizado de los cables.

Esta holgura debe ser un poco mayor cuando el cable se entiza en las vainas colocadas vacías en obra. Conviene, además, que la relación de la sección de acero a la de la vaina no exceda de 0.50 para facilitar la operación de inyección de mortero.

Generalmente, las vainas están normalizadas en diámetros crecientes, en forma que el diámetro inmediatamente superior pueda atomizarse con el precedente para efectuar las juntas.

Para tener en cuenta el espacio ocupado por las vainas, las oficinas técnicas de estudios deben tomar el diámetro exterior que es para las vainas utilizadas más corrientemente 6 mm superior al diámetro interior a causa de los nervios que requiere la vaina.

Los diámetros interiores de las vainas normalizadas son -- los siguientes. Fig. 1

Las cifras entre paréntesis se refieren a los diámetros de los manguitos de unión.

BOMBAS DE TENSION

La presión requerida para el funcionamiento de los gatos es ELEVADA; según las unidades, varía de 360 a 630 Kg/cm².

Como regla general, las bombas funcionan con aceite y son accionadas por motores eléctricos.

Los gatos para pequeñas unidades requieren presiones de servicio comprendidas entre 360 y 630 Kg/cm². Pueden servirse de bombas a mano que funcionan con agua con aceite.

El buen funcionamiento de los gatos va unido al mantenimien

to de una estanqueidad rigurosa durante las diversas fases de la operación. Para presiones superiores a 510 Kg/cm^2 , esta estanqueidad es -- difícil de mantener en el caso en que el agua sea el fluido de transmi-- sión, por lo que para estas presiones se recurre sistemáticamente al -- aceite.

MORTERO PARA INYECCION

- El llenado con mortero de cemento del hueco protege a los cables -- contra la corrosión, aunando a esto deben observarse algunas consi-- deraciones.
- El mortero debe rellenar completamente el conducto sin bolsas de aire ni de agua segregada. Por esta razón está prohibida la inyección -- por medio de botellas de aire comprimido.
- El mortero no debe contener componente alguno capaz de atacar el acero
- El mortero, después de su endurecimiento, debe presentar resistencia -- por lo menos igual a 250 kg/cm^2 .
- Para que una buena inyección sea posible:
- El conducto no debe presentar obstáculos al paso del mortero y debe -- ser lo más regular posible sin cambio sección.
- El espacio libre en el interior de las vainas, habida cuenta del espa-- cio ocupado por los cables, debe ser como antes se estableció en la -- sección de vainas y tubos.
- El material de inyección debe ser lo suficientemente potente para --

asegurar el avance desde un extremo al otro de la pasta de inyección a pesar de las pérdidas de carga.

- El dispositivo de unión entre el tubo de la bomba y el extremo del cable debe estar concebido de manera que permita el mantener durante 24 horas en verano y 48 horas en invierno la presión en el interior del cable inyectado cuando desconectan las mangueras de la bomba.
- Antes de proceder a la inyección, es preciso asegurarse que el sellado de los anclajes ha alcanzado un endurecimiento suficiente.

DAREMOS ALGUNOS PASOS QUE SE DEBEN SEGUIR DE ACUERDO AL METODO FREYSSINET

- Se coloca un gato en cada extremo del (los) cable (s)
- Un gato será activo mientras que el otro pasivo
- El gato pasivo se deja con las válvulas cerradas y a una ligera tensión inicial
- Al tensar el gato activo se incrementará la presión en el gato pasivo
- Posteriormente se hará una inyección de lechada a los ductos, que será como sigue:
 - * Deberá ser suficientemente fluida para su inyección y tener buenas características mecánicas para su función por adherencia
 - * Deberá estar exenta de sustancias que afecten al acero de presfuerzo y ser homogénea y no tener tendencia a la segregación.
 - * La inyección se hace bajo presión y se utilizará aditivo

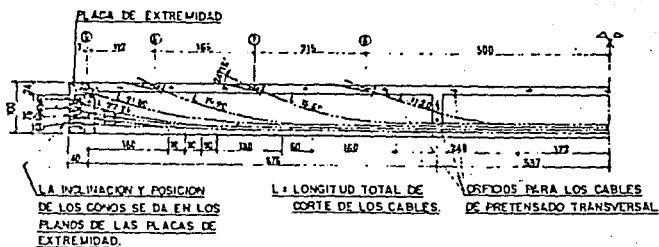
- * Para ductos largos y fuertes concentraciones de acero la lechada será con agua, cemento, plastificante y sin arena y se prohibirá la presencia del cloruro de calcio en el mortero.
- * Para cables cortos y bajas concentraciones de - acero se agregará arena sílica
- * La lechada será de una relación agua-cemento de $0.38 \leq A/C \leq 0.45$ con aditivo estabilizador - de volumen porcentajes de finos de 50% y 6% de aire
- * Los ductos deberán ser lavados con agua y purgados con aire a compresión antes de la inyección.

A continuación presentamos las gráficas y las tablas del postensado de algunos diafragmas.

CABLES	12 Ø 5	12 Ø 7	12 Ø 8	12 T 1/2"	12 T 15
Sin resorte central .		33,6 (36,7)	39,8 (42,9)	58,4 (61,5)	70,8 (73,9)
Con resorte central .	27,4 30,5	36,7 (39,8)	42,9 (46,0)	—	—
Cables enfilados antes o después del hormigonado en las vainas ya colocadas .	30,5 (33,6)	39,8 (42,9)	46,0 (49,1)	64,6 (67,7)	73,9 (77,0)
Prolongación de extremidad (ver 3.35) .	30,5	39,8	46	70,8	83,2
Espesor mínimo del fleje (en mm)	0,21	0,21	0,25	0,25	0,30

Los diámetros indicados más gruesos son los que se utilizan en los proyectos corrientes

FIGURA 2



ESPACIOS LIBRES DETRAS DEL CONO

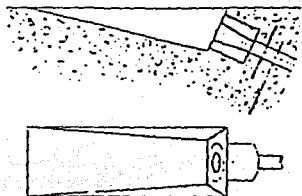
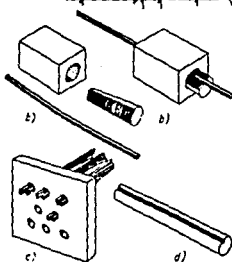
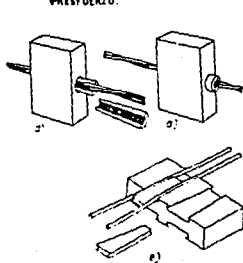
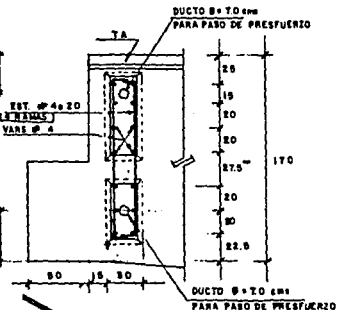
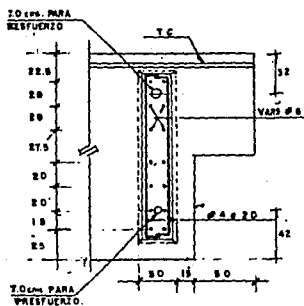
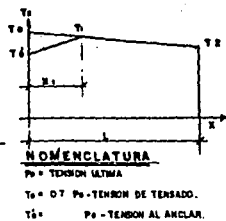


FIGURA 1

CONCEPTO	UNIDAD	DIAGRAMA 1 (W)	DIAGRAMA 2	DIAGRAMA 3	DIAGRAMA 4 (W)
H.	Com.	110	118.9	108.4	152.1
L	Com.	1182	1199	1202	932
Po	Ten.	176.1	186.86	186.96	186.6
To	Ten.	123.3	109.6	108.8	108.6
T1	Ten.	122.6	108.9	108.9	108.6
T2	Ten.	118.0	102.4	101.87	104.3
T3	Ten.	121.7	108.16	108.2	107.6

* TENSIÓN POR AMBOS LADOS



SECUENCIA DE LA POSTENSION

materiales
equipos

operaciones, mano de obra

ACERO



ENCOFRADOS

REFUERZO

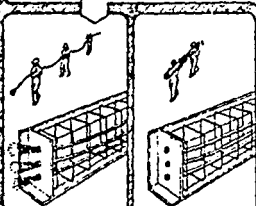
RESIDUO



ANCLAJE



VACHO PUNTA MANEJO



CONCRETO



EQUIPO DE
TENSADO

- BOMBAS
- MANEJOS
- MANEJOS
- MANEJOS



EQUIPO DE
INYECCION

- BOMBAS DE INYECCION
- TANQUES
- MANGUERAS
- MANGUERAS



MORTERO
CORTE
SELLADO



CONCLUSIONES

Costo, tiempo y calidad son las coordenadas básicas que definen la realización de una obra.

Las aplicaciones más numerosas y más importantes de la prefabricación corresponden a los concretos.

Pero no hay que creer que constituye una panacea. Ofrece - en particular, en lo que respecta a los elementos de concreto- ventajas e inconvenientes con relación a los concretos ejecutados en obra y una mejora ha sido la introducción del presfuerzo del cual hemos hablado en toda la exposición y daremos algunos ejemplos de los pros y los contras de utilizar los elementos prefabricados y presforzados.

El presfuerzo permite reducir el tiempo y el costo para una calidad determinada o mejora la calidad y el plazo de ejecución sin - - modificar el costo.

Con los elementos pretensados se ha dado un impulso muy - - importante a la construcción por todas las ventajas y beneficios que - ello trae, especialmente al concepto económico o al de tiempo, aparte de la calidad que se logra al tener un sistema de fabricación repetitiva más especializado.

Salvar los claros o espacios que no se lograban antes, así como trabajar con secciones y peraltes más reducidos para un mismo claro y un menor peso en comparación con el concreto armado, son otras de las ventajas, lo mismo que el mantenimiento nulo, y utilizar elementos fabricados en una forma más industrial.

Existen también como en la mayoría de las cosas, inconvenientes que vienen acompañando a estos elementos, y uno de ellos puede ser el del transporte, el cual tendrá que ser con equipo preparado especialmente para tal función y se verá restringido por los requerimientos del tránsito de vehículos; otro inconveniente será la construcción de juntas, cuyo diseño tendrá que ser muy especial para cada tipo de unión, esto hace que al proyectar se diseñe una gran variedad de accesorios que acompañarán a todos los elementos entre los apoyos de unión entre éstos.

Con el paso del tiempo tendremos la oportunidad -o bien, generaciones futuras- de comparar estos inconvenientes y ventajas que hoy nos presenta el hecho de utilizar esta técnica, que hoy por hoy luce con más aportaciones positivas que negativas.

Así pues la técnica del presfuerzo es una técnica de actualidad.

BIBLIOGRAFIA

- 1 La construcción con grandes elementos prefabricados
R. Von Halasz
G. Tantow
- 2 Construcciones con materiales prefabricados de hormigón armado
Laszlo Mokk
- 3 La prefabricación en la construcción
Mauriel Revel
- 4 Guía de hormigón pretensado "Freyssinet"
- 5 Guía de fabricación, transporte y montaje
Planta de prefabricados "PRESISA"
- 6 La corrosión del hormigón y su protección
Imre Biczok