

300615



UNIVERSIDAD LA SALLE 23  
ESCUELA DE INGENIERIA 2ej  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GENERACION DE  
PLANOS EJECUTIVOS EN PROYECTOS DE  
INGENIERIA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

T E S I S P R O F E S I O N A L  
Que para obtener el Título de :  
I N G E N I E R O C I V I L  
P r e s e n t a :  
ALEJANDRO TORTOLERO Y LESSIEUR

Director de Tesis:  
ING. RODOLFO AMBRIZ AVELAR



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

	pag.
1. Introducción	1
2. Dibujo de planos	4
2.1 Introducción	4
2.2 Elementos que integran un plano.	4
2.2.1 Vistas	4
2.2.2 Notas Generales	5
2.2.3 Pie de página	5
2.2.4 Logotipos	5
2.2.5 Detalle del refuerzo	5
2.3 Escalas	6
2.4 Líneas	6
2.5 Letras	8
2.6 Dimensionamiento	9
3. Elementos estructurales presforzados	14
3.1 Introducción a los elementos estructurales	14
3.2 Ventajas del presfuerzo	17
3.3 Estructuras típicas de concreto presforzado	18
3.3.1 Sistemas de Piso	19
3.3.2 Trabes portantes	20
3.3.3 Superestructuras de puentes	21
3.4 Ejemplo de cálculo	22
3.4.1 Cargas de Diseño	22
3.4.2 Características Geométricas	23
3.4.3 Momentos flexionantes en la sección al centro del claro	23

3.4.4	Esfuerzo de flexión	24
3.4.5	Resistencia a flexión. Momento Ultimo	27
3.4.6	Momento de Agrietamiento	28
3.4.7	Cortante en el alma	29
<b>4.</b>	<b>Paquetería</b>	<b>35</b>
4.1	Historia del CAD	35
4.2	Paquetes para el área de Ing. Civil	36
4.3	Paquetes Generales de Diseño	37
4.3.1	Paquetes CAD	37
4.3.1.1	AutoCAD	39
4.3.1.2	DesignCAD	40
4.3.1.3	Generic CADD	41
4.3.2	Paquetes Generadores de aplicaciones parametrizables	42
4.3.2.1	ParaDesign	44
4.3.2.2	Auto-parametrics	44
4.4	Selección de un paquete	44
4.4.1	Estudio de Mercado	45
4.4.2	Demostraciones	46
4.4.2	Otros Usuarios	46
4.4.4	Análisis de Costo	47
4.5	Requerimientos de Hardware	47
<b>5.</b>	<b>Programa Computacional</b>	<b>49</b>
5.1	Antecedentes	49
5.2	Descripción del programa	50
5.3	Manual del Usuario	56
5.4	Alcances y limitaciones	66

<b>6. Análisis de Costo-Beneficio</b>	<b>68</b>
6.1 Tiempo y costo de un proyecto manual	69
6.2 Tiempo y costo del proyecto totalmente automatizado	69
6.2.1 Costo por plano	70
6.2.2 Costo del equipo y software	70
6.3 Justificación de inversión	71
6.3.1 Tasa Interna de Retorno	72
6.3.2 Valor presente neto	73
<b>7. Aplicación práctica</b>	<b>75</b>
7.1 Antecedentes	75
7.2 Ejemplo	75
<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>89</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>91</b>
<b>Apéndice</b>	<b>92</b>

## 1. INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es desarrollar un Sistema computarizado que permita generar planos ejecutivos en proyectos de Ingeniería. El alcance del proyecto contempla áreas como Topografía, Vialidades y Estructuras.

El trabajo incluye la captura, proceso y dibujo para la elaboración de plantas, perfiles, secciones, instalaciones, obras inducidas, señalización y Estructuras de proyectos de Ingeniería.

Este sistema permitirá que el usuario capture los datos necesarios para dibujar los planos, en un programa fácil de operar y que éste genere todas las instrucciones necesarias para que posteriormente en un paquete CAD<sup>1</sup> se procese el dibujo sin necesidad de teclear ningún comando adicional, salvo en caso de requerir consideraciones especiales.

Para fines prácticos y por cuestión de tiempo, el presente trabajo se enfocará exclusivamente al área de Estructuras, donde se manejarán elementos " tipo ", de los cuales el usuario podrá escoger el más conveniente a sus necesidades. Las consideraciones hechas para el área de Estructuras son extensivas a Topografía y Vialidades.

El método empleado para desarrollar este trabajo consistió

-----  
1. Computer Aided Design se refiere a diseño asistido por computadora.

en analizar los requerimientos de dibujo automatizado de una empresa. Después se estudiaron los diferentes paquetes disponibles en el mercado, los conceptos a incluir y las consideraciones de dibujo. Se elaboró su justificación económica y finalmente se desarrolló el programa de computadora.

En el capítulo 2, se describen los elementos que integran un plano, así como algunos estándares recomendables para su elaboración.

En el capítulo 3, se hace mención de los elementos estructurales que son tema de este estudio y que incluyen su descripción, uso, dimensiones y un ejemplo de su forma de cálculo.

El siguiente capítulo, se refiere a paquetes comerciales y software para diseño por computadora, así como la manera de evaluar un paquete CAD. También se indican los requerimientos de hardware.

En el capítulo 5 se presenta la descripción del sistema computarizado elaborado en base de datos y que genera las instrucciones para el paquete CAD.

En el capítulo 6, se hace un análisis del costo-beneficio que representaría para una compañía cambiar de la forma manual a la mecanizada con ayuda de un paquete como el que propone este trabajo, analizando tiempos, costos e inversión.

El capítulo 7, muestra un ejemplo de aplicación práctica donde se elabora un plano para trabes TT del nuevo colegio de

Ingenieros Civiles de México.

En el último capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el estudio.

## **2. Dibujo de planos**

### **2.1 Introducción.**

Un plano es una guía para ejecutar ciertas operaciones de manera específica. La aplicación de técnicas y estándares apropiados son importantes para la comunicación exitosa de un dibujo, ya que deben permitir que éste sea preciso, simple y claro. Los dibujos no deben contener líneas, marcas, símbolos o dimensiones innecesarias, sino sólo aquello que sea esencial para que pueda ser interpretado correcta y rápidamente.

La función principal de un plano, es pues, la transcripción de una necesidad en información precisa y eficiente para la manufactura, manejo e instalación de algún elemento, que en el caso específico de este trabajo, es de concreto prefabricado.

Un buen plano, reduce costo y tiempo al proveer una efectiva comunicación entre el calculista y la empresa constructora de estas piezas prefabricadas.

### **2.2 Elementos que integran un plano.**

#### **2.2.1 Vistas.**

La industria del concreto prefabricado usa un sistema de vistas múltiples denominadas proyección ortogonal, a través de la cual, las características de un objeto se muestran usando tantas vistas como sea necesario para describirlo completamente. Las vistas muestran la forma del objeto observado de diferentes direcciones.

Estas vistas son:

- Planta. En la cual se ve al objeto desde arriba.
- Elevación. El objeto se presenta de lado.
- Corte longitudinal. El objeto se ve de lado y permite observar el interior del mismo, es decir, el armado.
- Frente. El objeto se presenta de frente.
- Corte Transversal. El armado se muestra de frente.
- Detalles. Amplifica parte de alguna vista que por la escala usada no queda muy clara.
- Accesorios. Muestra en varias vistas (por lo menos planta y elevación) la forma de construir algún elemento especial que forma parte de la pieza en cuestión.

#### **2.2.2 Notas Generales**

Estas se utilizan para dar instrucciones generales de los materiales a utilizar y de las restricciones que deben observarse para la fabricación del elemento.

#### **2.2.3 Pie de página**

En esta sección se muestran datos generales del plano, como son, identificación del proyecto, nombre del plano, personal involucrado en su diseño, elaboración, revisión, etc.

#### **2.2.4 Logotipos**

Es una práctica común mostrar el logotipo de la firma que está realizando la obra, así como el del cliente.

#### **2.2.5 Detalle del refuerzo**

Presenta diferentes lineamientos a seguir principalmente en

lo referente a la soldadura.

### **2.3 Escalas**

Es conveniente que las vistas sean a escala, ya que eso puede ayudar a visualizar inconsistencias en la construcción o diseño de la pieza. Existen, sin embargo, vistas en que no es conveniente que se utilice la misma escala para ambos ejes, ya que al ser mucho mayor una dimensión que otra, provocaría que el dibujo fuese poco claro para el constructor.

Las vistas en las que se utilizan diferentes escalas para los ejes X y Y son la planta, la elevación y el corte longitudinal.

El tamaño de las vistas debe ser el mayor posible dependiendo del tamaño del papel y de la cantidad de detalles y accesorios.

### **2.4 Líneas.**

Todas las líneas utilizadas se encuentran dentro de alguna de las siguientes categorías: objeto, punteadas, extensión, dimensión, leader, centro, break o símbolo. Variar el ancho de una línea, ayuda a que la interpretación de un plano sea clara y precisa.



Las siguientes figuras muestran aspectos que deben observarse al dibujar líneas punteadas.

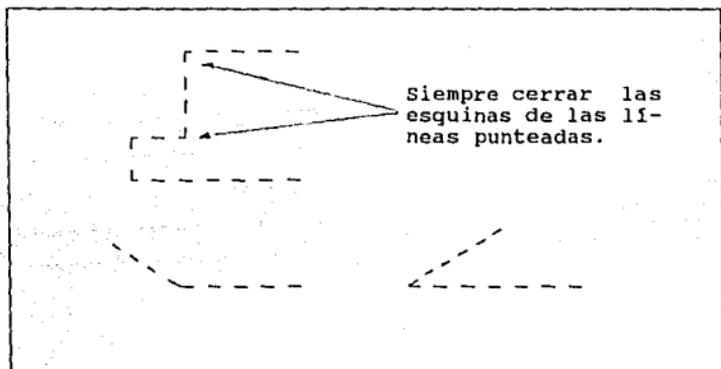


fig. 2.2

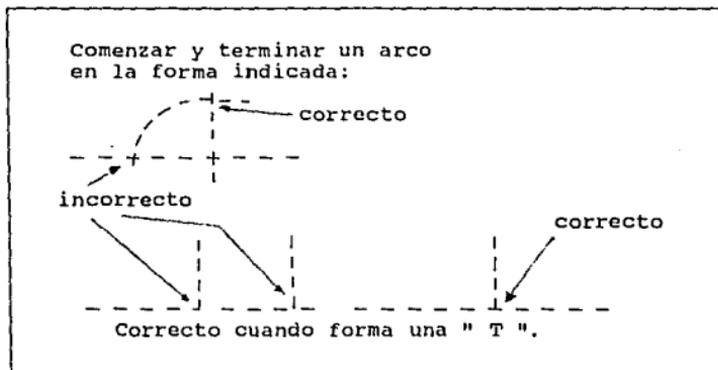


fig. 2.3

## 2.5 Letras.

El tamaño y grosor de las letras y números debe ir en proporción a la importancia de la nota o dimensión. Para títulos se recomienda un tamaño de  $3/16"$  ( 47 mm. ) a  $1/4"$  ( 63 mm. ),

mientras que para dimensionamiento se recomienda de 1/8" (31.7 mm.)

Normalmente la firma establece la política del tipo de letra a usar, sin embargo es recomendable usar solo un tipo de letra.

## 2.6 Dimensionamiento.

Las siguientes recomendaciones cubren la mayoría de las condiciones encontradas en el dimensionamiento de objetos:

1. Las dimensiones primarias deben colocarse fuera de los objetos y en la línea de dimensión más alejada de ellos. Las secundarias deben ir entre las primarias y el objeto. ( ver figura 2.4)

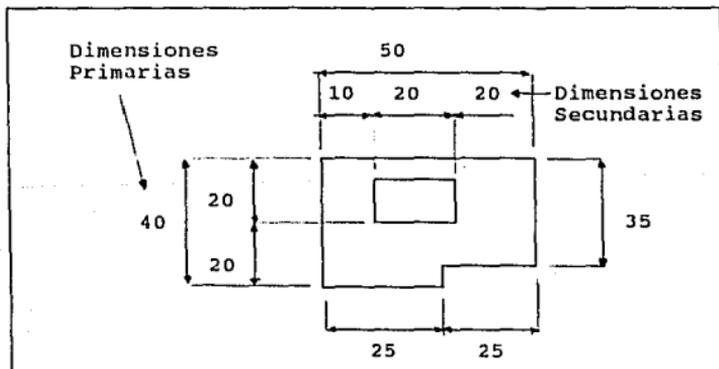


fig. 2.4

2. Las líneas de dimensionamiento paralelas, deben tener la misma distancia de separación. Se recomienda de  $3/8"$  (95 mm.) ( ver figura 2.5 )

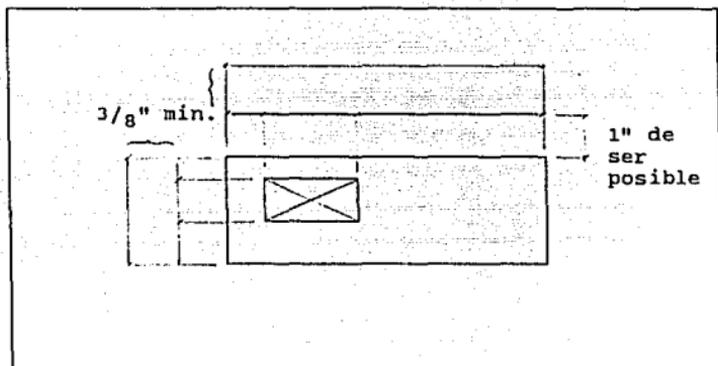


fig. 2.5

3. No cruzar líneas de extensión sobre líneas de dimensionamiento. ( ver figura 2.6)

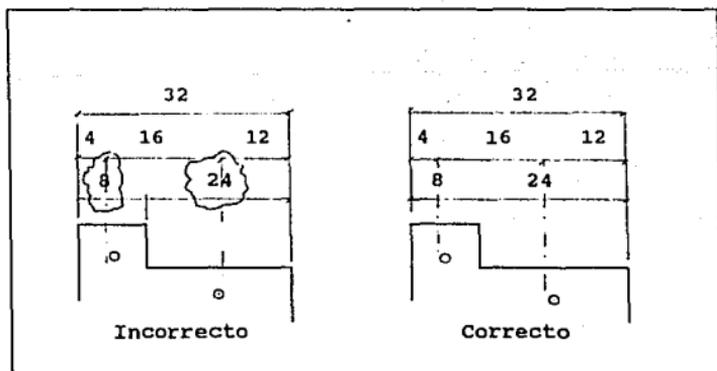


fig. 2.6

4. Para permitir que los planos se puedan leer sin necesi-

dad de voltearlos, es recomendable colocar siempre las leyendas en forma horizontal.

5. Cuando se indican varias dimensiones en un renglón, deben colocarse sobre una sola línea ( ver figura 2.7)

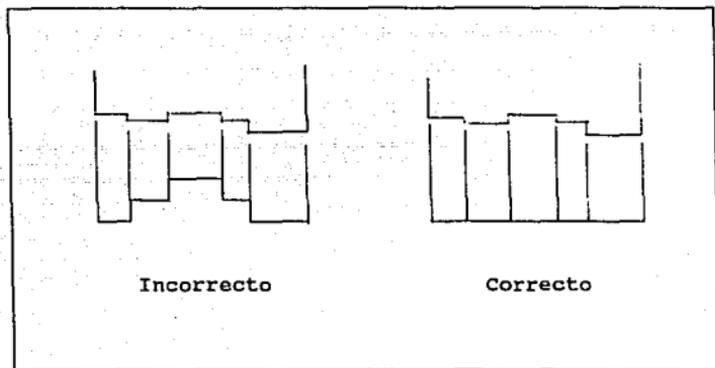


fig. 2.7

6. Nunca hacer que el lector del plano tenga que sumar o restar distancias o requiera tomar escala del plano. ( ver fig. 2.8)

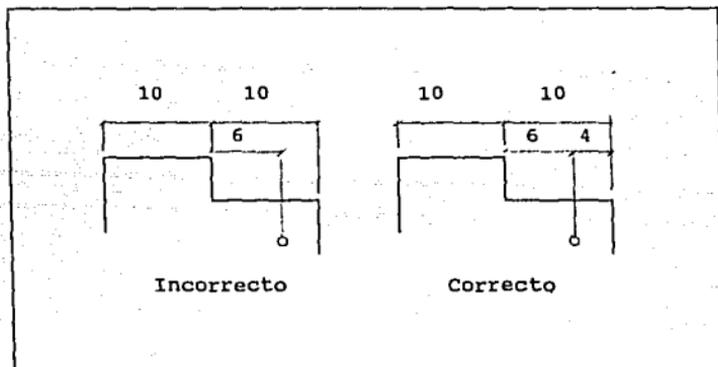


fig. 2.8

7. Siempre dimensionar de un punto accesible para los constructores. ( ver fig. 2.9 )

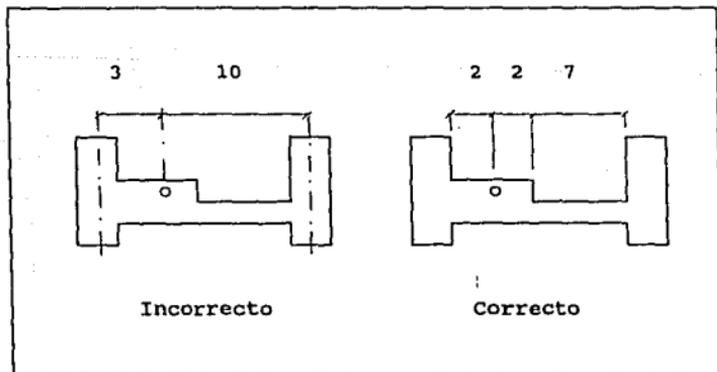


fig. 2.9

8. Las dimensiones deben colocarse de ser posible, a la mitad de los puntos que se están midiendo.

9. Colocar las dimensiones fuera de los objetos. Sólo por claridad deben colocarse dentro ( ver fig. 2.10)

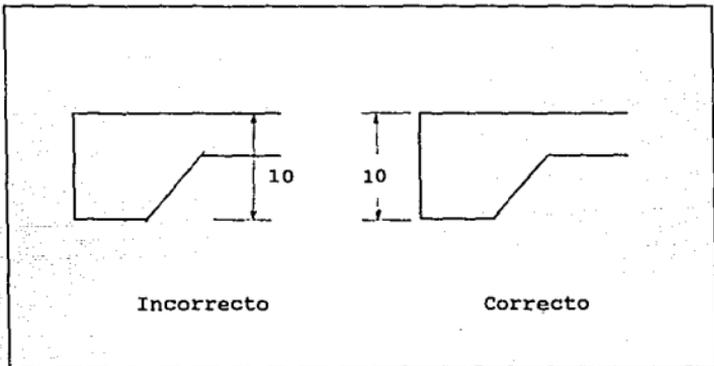


fig. 2.10

10. Siempre usar líneas de extensión para dimensionar, no usar el perímetro del objeto. ( ver fig. 2.11 )

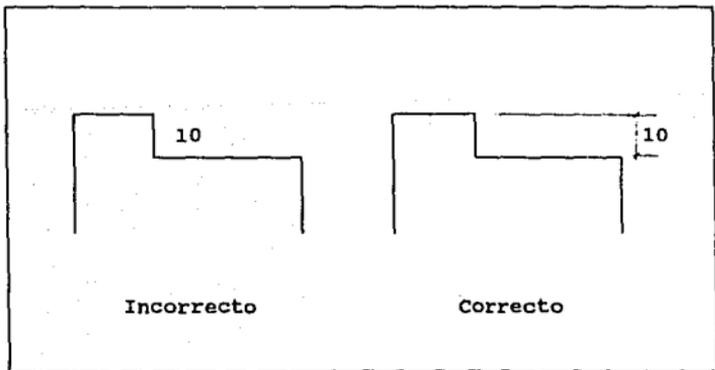


fig. 2.11

11. Se debe dar el diámetro y no el radio en círculos.

### 3 Elementos estructurales presforzados

#### 3.1 Introducción a los elementos estructurales presforzados

El presfuerzo es la imposición, previa al servicio, de un estado de esfuerzos en un elemento estructural que le permitirá soportar mejor las cargas y esfuerzos que se le apliquen durante el servicio.

El presforzado puede utilizarse para resistir los esfuerzos de tensión ocasionados por las cargas aplicadas, como en la trabe de un puente. Una viga puede presforzarse precomprimiendo su patín inferior, de manera que en servicio pueda resistir sin agrietarse, esfuerzos de tensión debidos a la flexión. Un pilote puede presforzarse para que no se agriete bajo esfuerzos ocasionados por transporte, manejo, contracción e hincado, etc.

El iniciador de la práctica del presfuerzo fue el francés Eugene Freyssinet, quien en 1928 comenzó a usar cables de acero de alta resistencia para presforzar concreto. Los intentos anteriores para producir concreto presforzado utilizando acero de resistencia normal no habían tenido éxito.

Para reducir pérdidas y hacer posible mayores niveles de precompresión, Freyssinet recomendó el uso no sólo de acero de alta resistencia, sino también de concreto de mayor resistencia.

Para la primera conferencia sobre concreto presforzado que se llevó a cabo en los Estados Unidos en 1951, se reportó que aproximadamente 175 puentes y 50 marcos de edificios habían sido construidos con ésta técnica en Europa y alrededor de 700

tanques de agua en Norteamérica.

El método más común de aplicar el presfuerzo es creando un esfuerzo de compresión en el concreto mediante tendones de acero de alta resistencia, con lo que se balancean total o parcialmente los esfuerzos de tensión que surgirán en condiciones de servicio.

Los tendones pueden ser de alambre de acero de alta resistencia, de torones hechos con alambre de acero de aleación de alta resistencia o varillas de acero de aleación de alta resistencia, los cuales se tensan o presfuerzan y posteriormente se anclan.

El pretensado es la imposición de un presfuerzo por medio del esforzado de los tendones en contra de las reacciones exteriores, lo cual se efectúa antes de que se endurezca el concreto. Después, se deja que el concreto fragüe hasta un alto porcentaje de su resistencia última, y entonces se sueltan los tendones para transmitir el esfuerzo al concreto. En la mayoría de los casos, los torones se estiran por medio de gatos hasta un 75 % de su resistencia última, se cuele el concreto acelerando el curado mediante vapor a baja presión y se sueltan entonces los tendones, transmitiendo el esfuerzo por adherencia al concreto. Los tendones alargados se acortan ligeramente, precomprimiendo y acortando la longitud del concreto.

Los elementos típicos que se producen por pretensado, son losas de techo y piso, postes, pilotes, traveses de puentes, pane-

les de muro y durmientes de ferrocarril.

El postensado es la imposición del presfuerzo a concreto ya fraguado. Una vez que el concreto ha fraguado y alcanzado una resistencia suficiente, los tendones se insertan y se alargan por medio de gatos. Después se les colocan anclas para transmitir a los tendones la carga de los gatos a los extremos del elemento de concreto.

El postensado se aplica más comúnmente a miembros de concreto precolado y a los que tienen curvaturas complejas. Entre las construcciones presforzadas que utilizan este método se encuentran puentes, trabes largas, losas de piso, techos, cascarones, pavimentos y recipientes a presión.

Por lo general, los tendones se insertan después de que el concreto ha endurecido y se ha curado. Si se insertan antes, existe la posibilidad de una fuga de lechada de cemento al interior del ducto, con la consiguiente congelación de ese punto. La regla general es formar el ducto, colar y dejar que fragüe el concreto, después lavar el ducto con agua y sopletearlo con aire comprimido. Posteriormente se inserta el tendón, se fijan los anclajes y se esfuerza éste contra el concreto. Finalmente se rellenan los ductos con lechada de cemento.

Esta última tarea, tiene varios propósitos:

1. Proteger el acero contra la corrosión, al confinar el acero en un medio alcalino.
2. Llenar el ducto para que el agua no entre ni se con-

gele dentro del mismo.

3. Asegurar la adherencia entre tendones y concreto
4. Complementar la sección transversal del concreto.

### 3.2 Ventajas del presfuerzo

1. Prefabricación. Una ventaja evidente de esta técnica es de orden económico, ya que se fabrica a gran escala y con un control de calidad adecuado e independientemente de las condiciones atmosféricas.

2. Reducción de peraltes. Para un claro determinado, permite disminuir el peralte a la mitad del requerido para el elemento estructural.

3. Reducción de peso. Comparado con el concreto armado su peso es inferior, lo que es importante en estructuras sobre terrenos de mala calidad.

4. Mayores claros. Claros de 25 a 30 metros son factibles con esta técnica.

5. Facilidad de colocación. Una vez realizado el presfuerzo, las estructuras prefabricadas tienen el mismo comportamiento que el concreto armado en obra. Su instalación es mucho más simple que el concreto armado colado en sitio.

6. Resistencia al fuego. Es al menos idéntica a la del concreto armado y muy superior a la de estructuras metálicas.

7. Resistencia a las fuerzas dinámicas. El concreto presforzado regresa a su estado inicial al retirarse las cargas. Por

esta razón es recomendable en estructuras que deben soportar vibraciones como los puentes, cimentaciones de máquinas, tanques, tuberías, etc.

8. Control de Calidad. Al aplicar el presfuerzo se presentan las condiciones críticas para los materiales, por lo que si no llegasen a cumplir con las especificaciones, la falla se produciría en el momento.

### 3.3 Estructuras típicas de concreto presforzado

Más del 50% de los puentes construidos hoy en día son de concreto presforzado. Se han diseñado puentes con claros hasta de 150 metros utilizando travesaños cajón.

Aproximadamente el 35% de las estructuras de estacionamientos en los Estados Unidos son construidas usando concreto pretensado, mientras que el 40% se construye con postensado.

La posibilidad del concreto presforzado de contener gran presión lo hace atractivo para usarse en estructuras de plantas nucleares. Estas estructuras proveen la última línea de defensa en el caso de un accidente nuclear.

Altas y esbeltas torres de televisión, microondas y de transmisión de radio son otra clase de estructuras frecuentemente construidas de concreto presforzado, como la CN Tower en Toronto, cuyos cables de 450 metros se postensaron.

Los marcos del estadio SkyDome, con una cubierta retráctil

de 205 metros, fueron construidos con 700 toneladas de acero presforzado.

Se utiliza también en plataformas petroleras, como las del Mar del Norte, con profundidades de más de 100 metros, donde de las 40 existentes, 15 se han levantado utilizando esta técnica.

En los Estados Unidos, aproximadamente el 80% del concreto presforzado y el 60% del postensado, es utilizado en la construcción de edificios.

### 3.3.1 Sistemas de Piso

Entre los sistemas de piso más comunes se encuentran:

a) Losas TT. Estas se utilizan en edificios de oficinas, viviendas, hospitales, centros comerciales, gimnasios, pasos peatonales, estadios, etc. Sus dimensiones estándar oscilan entre 2.5 y 3.0 metros de ancho total y de 6 a 35 metros de claro. ( ver figura 3.1 )

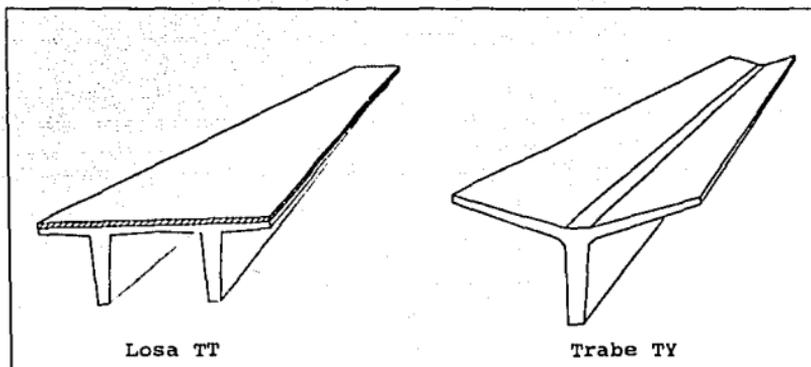


figura 3.1

b) Trabes T. Se emplean como elementos de entrepiso y cubierta para claros hasta de 32 metros. Su ancho total estándar puede ser hasta de 3.0 metros.

c) Trabes TY. Se utilizan en industrias, centros comerciales, bodegas, talleres, laboratorios, etc. como elementos de cubierta para claros hasta de 30 metros. Su geometría facilita el escurrimiento pluvial. ( ver figura 3.1 )

### 3.3.2 Trabes portantes

Las trabes portantes más difundidas son:

a) Trabe portante T invertida. Se pueden emplear como trabes portantes de diferentes sistemas de entrepisos y cubiertas, para una gran variedad de edificios y estructuras de concreto. ( ver figura 3.2 )

b) Trabes portantes rectangulares. Se fabrican para claros de hasta 20 metros.

c) Trabe L. ( ver figura 3.2 )

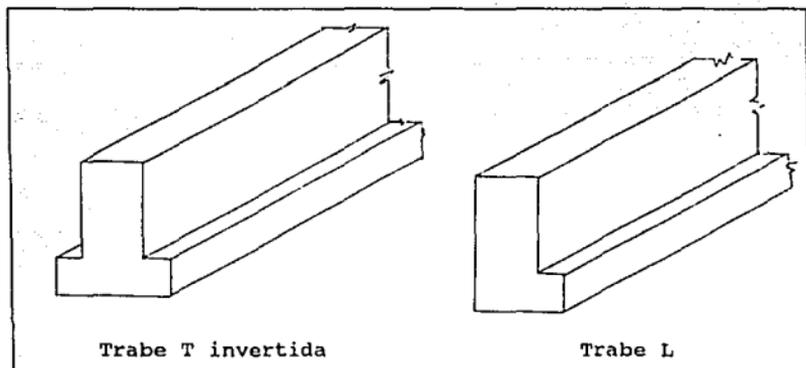


figura 3.2

### 3.3.3 Superestructuras de puentes

Las más comunes son:

a) Trabe AASHTO. Se utilizan como travesaños para puentes de claros pequeños a medianos ( ver figura 3.3 ). Se han logrado distancias hasta de 50 metros postensando las vigas para formar claros continuos.

b) Trabe cajón con aletas. Se aplica en la construcción de puentes carreteros y de pasos peatonales debido a su gran capacidad de carga. Una de sus principales ventajas es su ligereza ( ver figura 3.3 ). En los últimos años se han vuelto muy populares para puentes de medianas a grandes dimensiones.

c) Trabe cajón sin aletas. Su principal aplicación es en puentes de ferrocarril y carreteras, debido a su gran capacidad de carga.

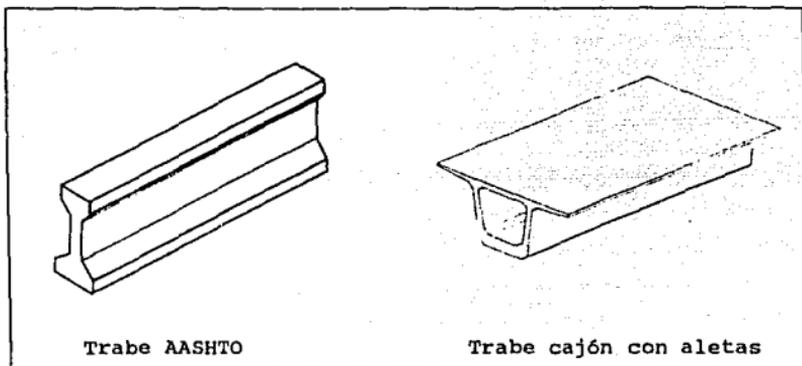


figura 3.3

### 3.4 Ejemplo de Cálculo.

Diseño de una losa de sección TT para entrepiso (con firme) de 14.70 m. de longitud simplemente apoyada, cuyas características geométricas y cargas de diseño se dan a continuación:

#### 3.4.1 Cargas de Diseño:

$$W_{cv} = 250 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{carga viva})$$

$$W_{cmad} = 60 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{carga muerta adicional})$$

Si pensamos en una TT de 2.50 m de ancho, escogeremos en las tablas de losas del manual ANIPPAC para un claro de 14.70 m. y una sobrecarga útil de  $W_{cmad} + W_{cv}$  la losa TT cuyas características se dan en la curva definida por esos 2 valores.

### 3.4.2 Características Geométricas:

	TIPO	B	b1 BASE	b2	H	h1	h2	h3	
						ALTURA			
Sección Simple	250/61	250	10.0	15.0	61	55	6	-	
Sección Compuesta	250/66	250	10.0	15.0	65	55	6	5	
	Yi cms	Ys cms	Area cms <sup>2</sup>	Si cms <sup>3</sup>	Ss cms <sup>3</sup>	I cms <sup>4</sup>	P.P. kg/m		
Sección Simple	44.3	16.7	2875	21,134	56,016	936,029	690		
Sección Comp.	49.0	17.0	3820	24,479	70,781	1200,442	917		

Donde: B Ancho total de la sección

b1 Ancho en la fibra inferior del alma

b2 Ancho en la fibra superior del alma

H Peralte total de la sección

h1 Peralte del alma

h2 Peralte del patín

h3 Espesor del firme

Yi Distancia de la fibra inferior al centroide

Ys Distancia de la fibra superior al centroide

Si Módulo de sección inferior =  $I/Y_i$

Ss Módulo de sección superior =  $I/Y_s$

I Momento de inercia respecto al centro de gravedad de la sección

P.P. Peso propio

### 3.4.3 Momentos Flexionantes en la sección al centro del claro

$$W_o = (2,400 \text{ kg/m}^3) (.2875 \text{ m}^2) = 690 \text{ kg/m}$$

$$W_{pp\text{firme}} = (0.05 \text{ m}) (2400 \text{ kg/m}^3) (2.5 \text{ m}) = 300 \text{ kg/m}$$

$$W_{cmad} = (60 \text{ kg/m}^2)(2.5\text{m}) = 150 \text{ kg/m}$$

$$W_{cv} = (250\text{kg/m}^2)(2.5\text{m}) = 625 \text{ kg/m}$$

$$M_o = \frac{W_o L^2}{8} = \frac{(690 \text{ kg/m})(14.7\text{m})^2}{8} = 18,637.7 \text{ kg-m}$$

$$M_{ppfirme} = \frac{W_{ppfirme} L^2}{8} = \frac{(300\text{kg/m})(14.7\text{m})^2}{8} = 8,103.4 \text{ kg-m}$$

$$M_{cmad} = \frac{W_{cmad} L^2}{8} = \frac{(150 \text{ kg/m})(14.7\text{m})^2}{8} = 4,051.7 \text{ kg-m}$$

$$M_{cv} = \frac{W_{cv} L^2}{8} = \frac{(625 \text{ kg/m})(14.7\text{m})^2}{8} = 16,882.0 \text{ kg-m}$$

#### 3.4.4 Esfuerzo de flexión.

Se tienen los siguientes valores:  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_{pu} = 19,000 \text{ kg/cm}^2$  ( 270 K )

$$f_{pi} = 0.70 f_{pu} = 0.70 * 19,000 = 13,300 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{pe} = 0.80 f_{pi} = 0.80 * 13,300 = 10,640 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_p = 8 * .99 \text{ cm}^2 = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$P_i = f_{pi} A_p = (13,300)(7.92) = 105,336 \text{ kg}$$

$$P_e = f_{pe} A_p = (10,640)(7.92) = 84,269 \text{ kg}$$

Posición del centroide del presfuerzo, con respecto al lecho inferior de la nervadura

$$d' = \frac{(4)(5) + (4)(10)}{8} = 7.5 \text{ cm}$$

$$e = (Y_i - d') = 44.3 - 7.5 = 36.8 \text{ cms.}$$

Esfuerzos del concreto en la transferencia

$$f_1 \text{ en el extremo} = - \frac{P_i}{A_{cp}} + \frac{P_i e}{S_1 p} = - \frac{105,336}{2875} + \frac{(105,336)(36.8)}{56,016}$$

$$= - 36.6 + 69.2 = 32.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_2 \text{ en el extremo} = - \frac{P_i}{A_{cp}} - \frac{P_i e}{S_2 p} = - 36.6 - \frac{(105,336)(36.8)}{21,134}$$

$$= - 36.6 - 183.4 = - 220.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_1 \text{ en centro claro} = - \frac{P_i}{A_{cp}} + \frac{P_i e}{S_1 p} - \frac{M_o}{S_1 p} =$$

$$= - 36.6 + 69.2 - \frac{(18,637.7)(100)}{56,016} = 0.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_2 \text{ en centro claro} = - \frac{P_i}{A_{cp}} - \frac{P_i e}{S_2 p} + \frac{M_o}{S_2 p} =$$

$$= - 36.6 - \frac{(105,336)(36.8)}{21,134} + \frac{(18,637.7)(100)}{21,134}$$

$$= - 36.6 - 183.4 + 88.2 = - 131.8 \text{ kg/cm}^2$$

Contra los siguientes esfuerzos permisibles:

Esfuerzo a compresión en la fibra extrema:  $f_{ci} = 0.60 f'_{ci}$

$$= 0.60 * (0.8) (f'_{ci}) = 168 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo a tensión en la fibra extrema:  $f_{ti} = 0.8 \sqrt{f'_{ci}}$

$$= 0.8 * 16.733 = 13.4 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto, los esfuerzos calculados en la transferencia son satisfactorios.

Esfuerzos del concreto en el centro del claro después de las pérdidas con carga viva ( construcción sin apuntalar ).

$$I_{sc} = \frac{I_{sc}}{Y_s - \text{espesor firme}} = \frac{1,200,442 \text{ cm}^4}{17 - 5} = 100,037 \text{ cm}^3$$

Parte superior de la sección prefabricada

$$f_1 = - \frac{P_e}{A_{cp}} + \frac{P_e e}{S_{1p}} - \frac{M_{pp} + M_{ppfirme}}{S_{1p}} - \frac{M_{cmad} + M_{cv}}{S_{1c}} =$$

$$f_1 = - \frac{(84,269)}{2,875} + \frac{(84,269)(36.8)}{56,016} - \frac{(18,637.7+8,103.4)(100)}{56,016} -$$

$$\frac{(4,051.7+ 16,882)(100)}{100,037} = - 29.3 + 55.4 - 47.7 - 20.9 =$$

$$= - 42.5 \text{ kg/cm}^2$$

Parte inferior de la sección prefabricada

$$f_2 = - \frac{P_e}{A_{cp}} - \frac{P_e e}{S_{2p}} + \frac{M_{pp} + M_{ppfirme}}{S_{2p}} + \frac{M_{cmad} + M_{cv}}{S_{2c}} =$$

$$= - 29.3 - \frac{(84,269)(36.8)}{21,134} + \frac{2,674,110}{21,134} + \frac{2,093,370}{24,478} =$$

$$= -29.3 - 146.7 + 126.5 + 85.5 = 36 \text{ kg/cm}^2$$

Parte superior de la losa

$$n_c = \text{relación modular} = \sqrt{350} / \sqrt{250} = 1.18$$

$$f_3 = - \frac{M_{cmad} + M_{cv}}{S_{1c} n_c} = - \frac{2,093,370}{(70,788)(1.18)} = - 25.06 \text{ kg/cm}^2$$

Parte inferior de la losa

$$f_4 = - \frac{M_{cmad} + M_{cv}}{S_{1c} n_c} = - \frac{2,093,370}{(100,037)(1.18)} = - 17.73 \text{ kg/cm}^2$$

Contra los siguientes esfuerzos permisibles después de todas las pérdidas:

$$\text{Esfuerzo a compresión en la fibra extrema: } f_{cs} = 0.45 f'_c$$

$$= 0.45 * 350 = 157.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo a tensión en la fibra extrema: } f_t &= 1.6 \sqrt{f'c} \\ &= 1.6 * 18.708 = 30 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo a compresión en la losa: } f_c &= 0.45 f'c \\ &= 0.45 * 250 = 100 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

En el estado cargado se tienen tensiones de 36 kg/cm<sup>2</sup> que sobrepasan a las permisibles de 30 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, para este ejemplo, se procederá a tomar las tensiones con acero de refuerzo.

Volumen del block de tensiones:

$$T = f_2 ( H_{ss} - k_d ) (.5) (b')$$

$$\text{donde } k_d = 33 \text{ cms.}$$

$$T = 6 ( 61 - 33 ) (.5) ( 16 ) = 1,344 \text{ kg.}$$

$$A_s = \frac{T}{0.6 f_y} = \frac{1,344}{(0.6)(4,200)} = 0.53 \text{ cm}^2$$

Colocando 2 vars. de 3/8"

$$A_s = 2 * 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

### 3.4.5 Resistencia a flexión. Momento Ultimo.

Identificación de viga subreforzada o sobreforzada:

$$\frac{A_p f_p s}{b d_p f'c} + \frac{A_s f_y}{b d_s f'c} \leq 0.30 \text{ es subreforzada}$$

$$\text{donde } f_p s = f_p u \left( 1 - \frac{(A_p/bd) (f_p u)}{2 f'c} \right)$$

$$\text{y } f_p u = 19,000 \text{ kgs/cm}^2 \text{ ( 270 K )}$$

$$f_p s = 19,000 \left( 1 - \frac{(7.92/14,625) (19,000)}{2(350)} \right) = 18,720.7 \text{ kgs/cm}^2$$

$$\frac{(7.92)(18,720.7)}{(250)(58.5)(350)} + \frac{(1.42)(4,200)}{(250)(63.5)(350)} = 0.03 < 0.30$$

por lo tanto, la viga es subreforzada, por lo que:

$$M_n = A_p f_p s (d_p - a/2) + A_s f_s (d_s - a/2)$$

donde : 
$$a = \frac{A_p f_p s + A_s f_s}{0.85 f'_c b}$$

$$a = \frac{(7.92)(18,720.7) + (1.42)(4,200)}{(0.85)(250)(250)} = 2.90$$

$$M_n = (7.92)(18,720.7)(58.5 - 1.45) + (1.42)(4,200)(63.5 - 1.45)$$

$$M_n = 8'458,686 + 370,066 = 88,287 \text{ kg-m.}$$

Momento Ultimo de Diseño:

$$M_u = 1.4 ( M_o + M_{ppfirme} + M_{cmad} ) + 1.7 ( M_{cv} )$$

$$M_u = 1.4 ( 18,637.7 + 8,103.4 + 4,051.7 ) + 1.7 ( 16,882 )$$

$$M_u = 71,809 \text{ kg-m}$$

Debe cumplirse que :

$$\phi M_n \Rightarrow M_u \text{ donde } \phi = 0.90 \text{ ( para el ACI )}$$

$$( 0.90 ) ( 88,287 ) > 71,809 \quad \text{Es correcto.}$$

### 3.4.6 Momento de Agrietamiento

$$M_{er} = \frac{P_e S_2 c}{A_c p} + \frac{P_e e S_2 c}{S_2 p} + f_r S_2 c$$

donde  $f_r = 1.989 \sqrt{f'_c} = 37.2 \text{ kg/cm}^2$

$$M_{er} = \frac{(84,269)(24,478)}{2,875} + \frac{(84,269)(36.8)(24,478)}{21,134} + (37.2)(24,478)$$

$$M_{er} = 52,198.3 \text{ kg-m}$$

Cálculo del factor de seguridad contra el agrietamiento:

$$Fer = \frac{Mer - Mo - Mppfirme}{Mcv} = \frac{52,198.3 - 18,637.7 - 8,103.4}{16,882}$$

$$Fer = 1.507$$

Comparación contra el requisito del ACI en el que  $\rho Mn/Mer \Rightarrow 1.2$

donde  $\phi = 0.90$

$$(0.90)(88,287) / 52,198.3 = 1.52 > 1.2 \text{ Es correcto.}$$

### 3.4.7 Cortante en el alma

Debe cumplirse que:

$Vu \leq \phi ( Vc + Vs )$ , donde  $\phi$  tiene un valor de 0.85

Si  $fpe \geq 0.40$   $fpu$ , condición que sí se cumple, entonces:

$$Vc = ( 0.159 / f'c + 49.2 \frac{Vu d}{Mu} ) bw d$$

y donde :

$$Vu = Wu ( L/2 - x )$$

$$Mu = \frac{Wu x}{2} ( L - x )$$

$$Wu = 1.4 ( Wo + Wppfirme + Wcmad ) + 1.7 Wcv$$

$$Wu = 1.4 ( 690 + 300 + 150 ) + 1.7 ( 625 ) = 2685.5 \text{ kg/m}$$

x	Vu kgs.	Mu kg-m	Vu d/Mu	Vc kg fórmula	Vc kg a usar	$\phi$ Vc
.1L=1.47	15,632	25,851	.3253	21,810	21,810	18,538
.2L=2.94	11,724	45,958	.1372	11,175	11,397	9,685
.3L=4.41	7,816	60,320	.0697	7,359	11,397	9,865

Para Vc, los límites son :

$$Vc \text{ min} = .53 / f'c (bw)(d) = 11,394 \text{ kg}$$

$$Vc \text{ max} = 1.33 / f'c (bw)(d) = 28,593 \text{ kg}$$

donde :  $b_w = 7.5 \times 2$  y  $d = 53.8$  cms.

Como  $V_u > \phi V_c$ , se requiere acero colocado perpendicularmente al eje del elemento ( estribos ).

Se proponen varillas de  $3/8"$  :

$$S = \frac{\rho A_v f_y d}{V_u - \phi V_c} = \frac{(0.85)(0.71)(4,200)(53.8)}{11,724 - 9685} = 66 \text{ cms.}$$

$$S_{\max.} = \frac{80 A_v f_y d}{A_p f_{pu}} \sqrt{\frac{b_w}{d}}$$

$$S_{\max.} = \frac{(80)(0.71)(4,200)(53.8)}{(7.92)(19,000)} \sqrt{\frac{15}{53.8}} = 45 \text{ cms.}$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S} = 3,027$$

y como  $V_s < 1.06 \sqrt{f'c} b_w d$ , entonces

$$S_{\max.} = 3h / 4 = 49.5 \text{ cms.}$$

Varillas de  $3/8" @ 45$

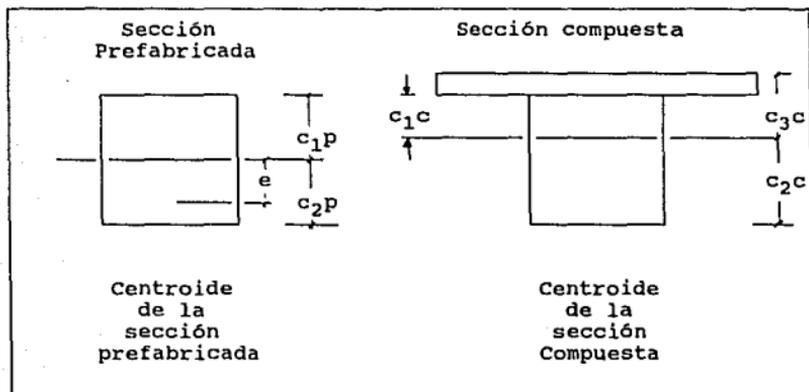


figura 3.4

Simbología Utilizada en este capítulo.

- Acp = Area total de la parte prefabricada de concreto de una sección compuesta.
- Ap = Area del acero de presfuerzo.
- As = Area del acero sin presfuerzo.
- Av = Area de refuerzo para cortante, dentro de una distancia representada por S.
- a = Peralte del bloque de esfuerzos rectangular equivalente en los cálculos de resistencia a la flexión.
- b = Ancho de la cara a compresión del elemento.
- b' = Ancho de las nervaduras a la altura del centroide.
- bw = Ancho del alma.
- d = distancia de la fibra extrema en compresión, al centroide del acero en tensión.
- dp = Peralte efectivo representado por d para el acero presforzado.
- ds = Peralte efectivo representado por d para el acero no presforzado.
- d' = Posición del centroide del presfuerzo, con respecto al lecho inferior de la nervadura.
- e = Excentricidad del tendón de acero presforzado.
- Fer = Factor de seguridad contra el agrietamiento.
- f1 = Esfuerzo de flexión en la superficie superior del concreto, incluyendo la parte superior prefabricada de una viga compuesta.
- f2 = Esfuerzo de flexión en la superficie inferior del concreto, incluyendo la parte inferior prefabricada de una viga

compuesta.

- f3 = Esfuerzo de flexión del concreto en la superficie superior de una viga compuesta.
- f4 = Esfuerzo de flexión del concreto en la superficie inferior de la parte colada en obra de una viga compuesta.
- fci = Esfuerzo de compresión admisible en el concreto, inmediatamente después de la transferencia.
- fcs = Esfuerzo de compresión admisible bajo la carga de servicio después de todas las pérdidas.
- fpe = Esfuerzo en el acero de presfuerzo debido a la fuerza efectiva de presfuerzo, representada por  $P_e$ , después de todas las pérdidas.
- fpi = Esfuerzo temporal en el acero de presfuerzo al momento de la transferencia.
- fps = Esfuerzo en el acero de presfuerzo en la resistencia nominal a flexión.
- fpu = Resistencia última a tensión del acero de presfuerzo.
- fpv = Resistencia a la fluencia del acero de presfuerzo.
- fr = Módulo de ruptura del concreto.
- fs = Esfuerzo en el acero no presforzado.
- fti = Esfuerzo admisible a la tensión del concreto, una vez ocurrida la transferencia.
- fts = Esfuerzo admisible a la tensión del concreto, bajo la carga de servicio, después de todas las pérdidas.
- fy = Resistencia a la fluencia del acero no presforzado.
- f'c = Resistencia a compresión del concreto.
- f'ci = Resistencia a compresión del concreto al momento de la transferencia del presfuerzo.

- Hss = Peralte de la sección simple.
- Isc = Momento de inercia de la sección compuesta.
- kd = Profundidad del eje neutro.
- L = Longitud total del elemento.
- Mcmad = Momento debido a la carga muerta adicional.
- Mcv = Momento debido a la carga viva.
- Mer = Momento de agrietamiento.
- Mn = Momento resistente nominal.
- Mo = Momento debido al peso propio de la viga prefabricada.
- Mppfirme = Momento debido al peso propio del firme.
- Mu = Momento factorizado, esto es, momento último de diseño igual a los momentos por cargas de servicio, multiplicados por sus factores de carga respectivos.
- nc = Relación modular para el concreto, utilizada en una viga compuesta, =  $E_{\text{prefabr.}}/E_{\text{losa}}$ .
- Pe = Fuerza efectiva de presfuerzo, después de todas las pérdidas.
- Pi = Fuerza inicial de presfuerzo, al momento de la transferencia.
- T = Tensión resultante.
- S = Separación de estribos.
- S<sub>1</sub> = Módulo de sección de la superficie superior del elemento  
=  $I/c_1$
- S<sub>2</sub> = Módulo de sección de la superficie inferior del elemento  
=  $I/c_2$
- S<sub>1p</sub>, S<sub>2p</sub>, S<sub>1c</sub>, S<sub>2c</sub>, S<sub>3c</sub> = Módulos de sección para las diversas superficies de las secciones prefabricadas y compuestas, como

se muestran en la figura 3.4

$V_c$  = Resistencia nominal al cortante, proporcionada por el concreto.

$V_s$  = Resistencia nominal al cortante, proporcionada por el refuerzo del cortante.

$V_u$  = Esfuerzo cortante último.

$W_{cv}$  = Peso de las cargas vivas.

$W_{cmad}$  = Peso de las cargas muertas adicionales.

$W_o$  = Carga uniforme debida al peso propio de la viga prefabricada.

$W_{ppfirme}$  = Peso propio del firme.

## 4 Paquetería

### 4.1 Historia del CAD

La palabra CAD significa "Computer Aided Design" ( Diseño asistido por computadora o "Computer Aided Drafting" ( Dibujo asistido por computadora ). Consta de un Hardware o equipo físico y un software o programas que permiten la generación de gráficos por computadora.

La primera computadora con un monitor fue desarrollada en 1950 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts ( MIT ). En 1962, la tesis "Sketch Pad: A Man-Machine Graphical Communications System" de Ivan Sutherland del MIT, mostró que las gráficas interactivas por computador podrían ser una herramienta útil y viable. Por esta época, las industrias automotriz y aeroespacial comenzaron a desarrollar CAD/CAM (Computer Aided Manufacturing).

A principios de la década de los setentas, la computadora central fue liberada de las pesadas demandas de procesamiento en pantalla, mediante la integración de una microcomputadora en cada estación de trabajo.

Las gráficas raster<sup>1</sup> fueron desarrolladas a mediados de los 70's, basándose en la tecnología de la Televisión. La tendencia más reciente es colocar más y más inteligencia a nivel de las estaciones de trabajo. La tecnología ha continuado su desarrollo, proporcionando mayores capacidades en sistemas menores y

---

1. Matriz de píxeles que conforman la pantalla

menos costosos. Esto lo demuestra la creciente popularidad de los paquetes CAD, la mayoría de los cuales están desarrollados para Computadoras Personales.

#### 4.2 Paquetes para el área de Ingeniería Civil

Existen varios paquetes americanos que cubren principalmente aspectos de Topografía y vialidades. Algunas de las firmas que cuentan con este tipo de software son: Pacsoft Inc., Maptech Inc., DCA Software Inc. y GWN Systems.

Los paquetes más sobresalientes son:

Cross Section Modeling and Mapping. Permite la creación automática de secciones transversales y perfiles, cálculos volumétricos, graficación de plantas y perfiles, etc.

Site Earthwork. Elabora el cálculo de volúmenes de material entre dos modelos de terreno.

Maptech Field Computer System. Es una computadora de mano para la captura de información de campo y generación de geometría de coordenadas.

MapCAD DesignPAC. Es un sistema que opera dentro del AutoCAD para la creación de mapas y dibujos topográficos. Estos programas contienen utilerías que facilitan las tareas de dibujo y diseño, como son bibliotecas de símbolos, macros para automatizar la colocación de leyendas, creación de vistas en planta y perfil, etc.

Digital Terrain Modeling. Genera curvas de nivel, secciones transversales y en general, modelado de superficies.

GWN-DTM. Incluye la manipulación de datos ( soporta una inter-

faz para libretas de campo electrónicas ), generación del modelo del terreno, creación de contornos, perfiles, secciones transversales, volumetría, despliegues en segunda y tercera dimensión, diseño de plantillas, diseño de curvas verticales y horizontales, análisis de diferencias entre dos modelos de terreno, generación de curvas de nivel y análisis de pendientes. Este módulo trabaja con AutoCAD.

#### **4.3 Paquetes generales de diseño.**

Existen muchos tipos de Sistemas CAD en el mercado, con muchas posibles combinaciones de hardware y software que están agrupados en tres posibles clasificaciones generales: para Microcomputadoras, para Minicomputadoras y para equipos grandes. En este trabajo nos avocaremos al estudio de los paquetes para microcomputadoras, aunque algunos de ellos están desarrollados para más de una clasificación.

##### **4.3.1 Paquetes CAD**

Son herramientas para el diseño y dibujo por computadora, utilizados por Ingenieros, Arquitectos, Artistas, y en general, por todos aquellos que elaboran dibujos. Estas herramientas presentan grandes ventajas comparadas con el diseño manual, como son, ahorro en tiempo, permiten modificaciones, copiado de bloques de otros dibujos, dimensionamiento automático. Es más rápido dibujar por medios electrónicos que hacerlo en la forma tradicional, porque algunos procesos redundantes pueden ser automatizados; por ejemplo, la inclusión de símbolos, ya que existen una gran variedad de bibliotecas con figuras predibujadas. Cuando se requiere efectuar un cambio, los dibujos en CAD

pueden ser rápidamente editados, porque los objetos en la pantalla son fácilmente borrados o modificados. La información electrónica puede ser archivada en disco y ser transmitida local o remotamente a través de una línea telefónica.

El CAD reemplaza el uso de lápices, reglas y gomas con herramientas electrónicas que brindan mayor precisión y facilidad de uso a los dibujantes. Para crear una entidad<sup>1</sup>, se indican los puntos que la definen y el sistema dibuja el objeto. Dimensionar una figura es tan simple como seleccionar los puntos de cuya distancia se desea indicar.

Para facilitar al usuario la ubicación precisa de entidades en la pantalla, los programas CAD permiten la introducción de coordenadas tanto rectangulares como polares, así como mover el cursor en una cuadrícula de dimensiones variables. También es posible definir puntos de la geometría existente, como el final de una línea o que un círculo sea tangente a una recta. Existen comandos para copiar y mover entidades.

El software CAD ofrece además la función "zoom", que permite seleccionar una parte del dibujo y aumentar su tamaño para una visualización o edición más detallada.

Entre los paquetes mas conocidos se encuentran:

AutoCAD

DesignCAD

-----  
1. Línea, círculo, arco o cualquier otra curva.

Generic CADD  
EasyCAD 2  
FastCAD  
Drafix CAD Ultra/386  
AutoSketch  
CasCAD III  
Point Line Drafter

#### 4.3.1.1 AutoCAD

En la actualidad es el paquete de diseño asistido por computadora más difundido. Su uso se basa en comandos que le indican el tipo de entidad que se desea dibujar, tales como líneas, círculos, textos, etc. Cada entidad pregunta parámetros propios para definir lo que se desea hacer, por ejemplo, para dibujar un círculo, es posible indicar el centro del círculo y su radio, tres puntos que pasen por el círculo o líneas tangentes al círculo, etc.

Existen también comandos para editar, que sirven para diferentes tareas, como redondear la orilla de dos líneas que se intersectan, eliminar líneas que sobresalen de otros objetos, cambiar de escala ( diferente para cada eje ), etc.

Tiene un lenguaje de programación llamado AutoLisp, que permite escribir programas que pregunten parámetros, ejecute cálculos y dibuje objetos. Desafortunadamente, este lenguaje es muy complicado para un usuario.

#### 4.3.1.2 DesignCAD

Aunque no es todavía un paquete tan popular como el AutoCAD, tiene prácticamente las mismas características que éste, pero con un costo muy inferior y con la ventaja de no necesitar el coprocesador matemático que requieren las versiones 9 en adelante del AutoCAD.

Prácticamente tiene los mismos comandos que aquél, sin embargo, para el manejo de archivos externos, denominados Script, no usa el mismo formato, y, dado que su uso no está tan difundido, en este trabajo se optó por trabajar con el AutoCAD.

Tiene un lenguaje de programación llamado BasicCAD muy similar al Basic, que permite crear menús y funciones, y aunque no es muy poderoso, puede ayudar a facilitar el trabajo.

Este paquete, soporta una amplia gama de geometrías y dimensionamientos, una total personalización de la interfase con el usuario y una multitud de opciones para importar y exportar archivos, así como de dispositivos de entrada y salida.

Probablemente la característica más sobresaliente del paquete, es su personalización. Es posible editar los menues y hacerles importantes modificaciones. Se pueden crear "macros" ( conjunto de instrucciones que se mandan a ejecutar con una sola tecla ) y ejecutarlas por nombre o con símbolos.

El paquete incluye un módulo de conversión de archivos que permite enviar y recibir gráficas a otros programas. El envío o exportación de datos de otras firmas no presenta problemas, sin

embargo, su recepción o importación con archivos .DXF<sup>1</sup>, deja mucho que desear.

Un aspecto desfavorable para el paquete es que la tecla ESC, funciona tanto para deshacer el último cambio hecho, como para salir de un menú. Si se presiona la tecla en el momento equivocado, es posible borrar de manera inadvertida la última creación.

Ofrece interesantes posibilidades para el manejo de "capas", que permiten separar dibujos, textos, dimensionamiento, etc., así como una excelente selección de tipos de letras y símbolos predeterminados. Una característica que lo distingue de sus competidores es su método para mover y escalar entidades.

#### 4.3.1.3 Generic CADD

Lo primero que se ve cuando comienza el programa es una pantalla con menues similares al AutoCAD: menues a la derecha y línea de comandos e indicadores de status en la parte inferior. Es posible ejecutar un comando seleccionándolo del menú con un "mouse" o tecleando dos letras del comando.

Ofrece numerosas opciones para adicionar y eliminar objetos. Se pueden seleccionar objetos individualmente, seleccionar todos los de una "capa" en particular, incluir los objetos en una "ventana" o seleccionar el último objeto trazado. Además, es posible definir filtros que reduzcan el rango a seleccionar por

-----

1. Drawing Interchange File. Formato de intercambio de gráficas entre los diferentes paquetes CAD.

objeto, "capa", color, tipo o grosor de línea. También puede eliminar objetos que no se deseen de una selección.

Una de sus facilidades, que disminuyen notablemente el trabajo, consiste en poder seleccionar del mismo dibujo cualquier característica, por ejemplo un color o el grosor de una línea y, utilizando el signo de igual, el paquete asume que se desea copiar ese mismo atributo a otra entidad. Esto es aplicable a escalas, distancias, tamaños, etc.

Otra característica interesante es el "sombreado" para áreas definidas por objetos cuyos puntos finales no se cruzan ( la mayoría de los paquetes requieren que las líneas de los objetos se cierren ). Maneja también macros y archivos script, así como 30 bibliotecas de símbolos.

Para importar y exportar archivos, se requiere de un módulo que se vende por separado llamado "AutoConvert". La siguiente versión de Generic CADD tendrá integrada esta función de manejo de archivos y permitirá importar gráficas en el formato nativo del AutoCAD.

Para quienes no están familiarizados con el CAD, pero que se interesan en el diseño por computadora, la firma Autodesk Retail Products, misma que desarrolló el Generic CADD, ofrece "the Home Series", para tareas relacionadas con casas, como remodelación de cocinas y baños.

#### **4.3.2 Paquetes generadores de aplicaciones parametrizables**

Este tipo de paquetería se caracteriza por permitir al

usuario crear aplicaciones dando parámetros para su generación. Es una especie de lenguaje mediante el cual es posible hacer que la máquina pregunte los parámetros necesarios para la creación de un objeto. Prácticamente toda la geometría de un dibujo puede ligarse dinámicamente a parámetros ajustables. Esto permite especificar el tamaño final y la forma de un objeto dando valores para sus dimensiones después de haber dibujado la geometría.

Es posible definir relaciones entre elementos específicos del dibujo, mismas que pueden mantenerse o alterarse según se requiera. Por ejemplo, si se dibuja un rectángulo, y se especifica que la altura debe ser siempre del doble de la base, cada vez que se cambie el valor de la altura, el rectángulo automáticamente será redibujado, manteniendo la relación especificada.

La mayoría de los paquetes soportan un amplio rango de operadores matemáticos, como raíz cuadrada, exponentes, logaritmos, valores absolutos, funciones trigonométricas, etc. y algunos de ellos incluso calculan áreas, centroides y momentos de inercia, así como solución de ecuaciones.

Entre los más conocidos están:

ParaDesign

Auto-parametrics

Ashlar Vellum

DesignView

#### **4.3.2.1 ParaDesign**

Este es un programa de diseño paramétrico que opera dentro de AutoCAD y permite la creación de familias de productos, tomando como referencia un dibujo base o plantilla del objeto deseado. Esta plantilla, tiene algunas dimensiones asignadas como variables. Usando este paquete se crea un conjunto de reglas que pueden ser tan simples como solicitudes de datos al usuario en forma interactiva o tan sofisticadas como expresiones matemáticas. Los parámetros también pueden ser tomados de una base de datos.

#### **4.3.2.2 Auto-parametrics**

Este software es muy similar al ParaDesign. Existen dos opciones para generar un dibujo paramétrico, la primera consiste en definir matemáticamente la localización de cada punto en el plano o el espacio, para que el paquete dibuje cada entidad. Esto simula el método utilizado en el diseño de una pieza con el AutoCAD, lo que disminuye el tiempo de aprendizaje. La otra opción, es usar el AutoCAD para dibujar y dimensionar un prototipo. De este prototipo, el usuario instruye al Auto-parametrics para que calcule un nuevo valor para cada dimensión.

Este paquete puede leer datos de hojas de cálculo, bases de datos y programas externos.

#### **4.4 Selección de un paquete**

El Software está esforzándose por ir al mismo ritmo que el incremento de potencial ofrecido por el rápido desarrollo del hardware. Por esta razón, es difícil determinar cuándo hacer la

inversión inicial de un CAD. Sin embargo, todos los diseñadores eventualmente tendrán la necesidad de conocer el CAD, ya que la mayoría de las empresas lo estarán empleando.

Una vez que se que ha decidido comprar un paquete, el siguiente paso es decidir cuál comprar.

A continuación se describe un método para evaluar y comprar un sistema CAD.

#### 4.4.1 Estudio de Mercado

Hay que empezar por recolectar folletos de proveedores, artículos y publicaciones de CAD. Platicar con otros usuarios, leer y estudiar acerca del CAD y su funcionamiento. Existen directorios de software que presentan a la mayoría de los proveedores en el mercado. Con esta información se puede crear una lista de proveedores potenciales. El sistema CAD en sí es muy importante, sin embargo el servicio y el soporte también lo son.

Posteriormente se deberá elaborar una lista de características del paquete, que pueden estar agrupadas en Hardware, Software y proveedor/servicio:

- Respecto al hardware, es importante: el tipo de monitor, el tipo de plotter, el espacio en disco, el requerimiento de memoria principal, la necesidad de coprocesador matemático, el tipo de procesador, etc.

- Algunas de las características a investigar del software son: si permite graficar en tercera dimensión, si efectúa cálculos automáticamente, su facilidad de operación, tiempo de apren-

dizaje, si tiene "mirror<sup>1</sup>", diferentes "capas", tipos de letras, biblioteca con símbolos especiales, etc.

- Del proveedor, es conveniente analizar: el tipo de capacitación que ofrece, el tipo de soporte, el tiempo de entrega, el costo, el tiempo en el mercado, etc.

También es aconsejable utilizar un factor de importancia para cada característica, ( de 1 a 5, siendo 5 la mejor calificación ). De esta forma, al obtener el total de puntos de cada proveedor se podrá identificar el paquete y al proveedor más adecuado a las necesidades de una empresa.

**4.4.2 Demostraciones** En las demostraciones se debe elaborar una pequeña prueba de las necesidades de la empresa. Estudiar los resultados, considerando el hardware en el que se está demostrando. Hay que tener en mente que lo que se está evaluando es el paquete y no a quien lo está demostrando.

#### **4.4.3 Otros Usuarios**

Es importante solicitar a los proveedores una relación de usuarios del paquete, hablarles y conocer su opinión, tanto del software como del proveedor.

Algunos puntos a conocer son: tipo de diseño que realiza, tiempo con el sistema, tamaño de la organización, ganancia en productividad, servicio, tiempo de aprendizaje, cómo recibieron los empleados el sistema, experiencias personales, etc.

-----  
1. Copia tipo espejo.

#### 4.4.4 Análisis de Costo

En el costo, hay que considerar los siguientes aspectos:

- costo del sistema
- costo del hardware ( si el actual no es el apropiado )
- Entrenamiento
- Futuras actualizaciones del software

#### 4.5 Requerimientos de hardware

El equipo necesario depende del CAD en cuestión, sin embargo a continuación se presenta el equipo mínimo necesario para utilizar el AutoCAD en una PC:

- IBM PC, XT, AT, PS/2 o computadora compatible (la XT no es recomendable.) Un procesador 80286 es adecuado, aunque es mejor un 80386 y más aún un 80486.
- Un mínimo de 512 Kb de memoria. Como regla, entre más memoria exista, más rápido será el programa porque la memoria RAM adicional reduce o elimina el consumo de tiempo que es requerido cuando el tamaño del dibujo excede la memoria disponible.
- Disco duro. Entre mayor sea la complejidad de un dibujo, mayor será su requerimiento de espacio en disco.
- Coprocesador matemático ( release 9 en adelante ). La mayoría de los demás paquetes no lo requieren, aunque tratar de trabajar sin él es un error. La velocidad de proceso de los paquetes se incrementa de 4 a 5 veces y en algunos casos hasta 10.
- Monitor Hércules, EGA o VGA. Se recomienda VGA en adelan-

te. Entre mejor resolución tenga el monitor, mejor será la definición de los objetos en la pantalla. La mayoría de los paquetes actuales soportan el monitor super VGA ( 1024 X 768 ).

- Impresora laser o matricial. Desde luego, la impresión de un dibujo se podrá obtener sólo en tamaño de 8.5 X 11". La mayoría de los programas ofrecen un comando que ajusta el tamaño del dibujo al dispositivo de impresión disponible.
- Mouse. Aunque no es indispensable para que funcione el paquete, no se puede ser muy productivo sin él.

El siguiente equipo es recomendable, aunque no indispensable para usar AutoCAD:

- Tableta digitalizadora
- memoria expandida o extendida ( 2 Mb en adelante )
- procesador 80386 en adelante
- plotter

## 5. Programa computacional

### 5.1 Antecedentes

La mayoría de las organizaciones coinciden en que la automatización de sus proyectos es necesaria si se pretende competir exitosamente en el mercado. Muchas compañías están usando el AutoCAD para lograr este objetivo. Aunque este es un buen primer paso hacia la meta de la automatización, el sistema objeto de este estudio, permite mecanizar el trabajo en un grado inmensamente mayor, cuestión que será analizada en el capítulo 6.

En la elaboración de este trabajo, se consideró la alternativa de trabajar con el lenguaje AutoLisp del AutoCAD, así como con el BasicCAD del DesignCad, sin embargo, estos lenguajes no resultaron lo suficientemente poderosos como para poder desarrollar los planos de piezas estructurales mencionadas en el capítulo 3. Por ello, se pensó en una base de datos que facilitara los cálculos al igual que la captura y el almacenamiento de toda la información. Se decidió por la base de datos denominada FoxPro, que además de ser compatible con la base de datos líder del mercado, que es el Dbase IV, es un poco más rápida y con instrucciones adicionales para el manejo de pantallas.

El funcionamiento general del sistema es el siguiente: mediante un programa, desarrollado en Base de Datos, el usuario introduce los datos dependiendo del tipo de elemento a dibujar. Una vez que termina, selecciona la opción "Generar Plano", donde los datos son interpretados por otro programa y convertidos a

instrucciones entendibles para el AutoCAD. Posteriormente, en el AutoCAD, se le indica que debe leer un tipo de archivo llamado "Script" dándole también el nombre del plano a imprimir. El AutoCAD va interpretando los comandos que vienen en el archivo script y genera finalmente el dibujo.

## 5.2 Descripción del programa

A continuación se describen algunos conceptos que se siguieron para el desarrollo del programa computacional de las trabes TT, que realiza la conversión de datos del usuario a instrucciones entendibles para el AutoCad:

1. Obtención de las coordenadas para la geometría de cada una de las vistas. Se tomó el punto inferior izquierdo de cada figura como el origen, mismo que está formado por las coordenadas X y Y definidas por el usuario.

2. Obtención de coordenadas para el armado: Una tarea laboriosa fue la obtención de algunas coordenadas para el acero. Tal es el caso del punto inferior del armado en el corte transversal, donde dado el punto conocido c de la fig. 5.1, se requiere identificar la distancia horizontal ( X ) al punto e.

$$X1_{abc} : \quad \tan \alpha = \frac{\text{Rec}}{X1} ; \quad X1_{abc} = \frac{\text{Rec}}{\tan \alpha}$$

$$X2_{ade} : \quad \text{sen } \alpha = \frac{\text{Rec}}{X2} ; \quad X2_{abc} = \frac{\text{Rec}}{\text{sen } \alpha}$$

$$X = X2 - X1 = \text{Rec} \left( \frac{1}{\text{sen } \alpha} - \frac{1}{\tan \alpha} \right)$$

Para la línea interior del armado se utilizan las mismas fórmulas, pero se reemplaza Rec con Rec + diámetro varilla

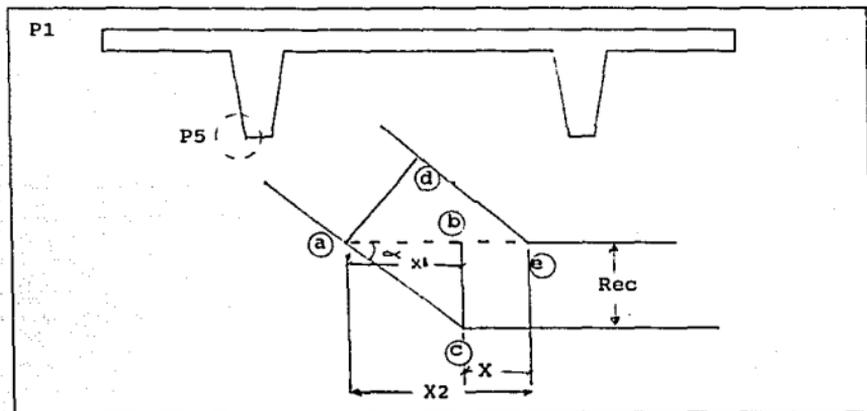


fig. 5.1

De la misma forma, la coordenada horizontal al extremo superior de la línea que representa el estribo en el corte transversal. ( ver fig. 5.2 ) se calcula de la siguiente manera:

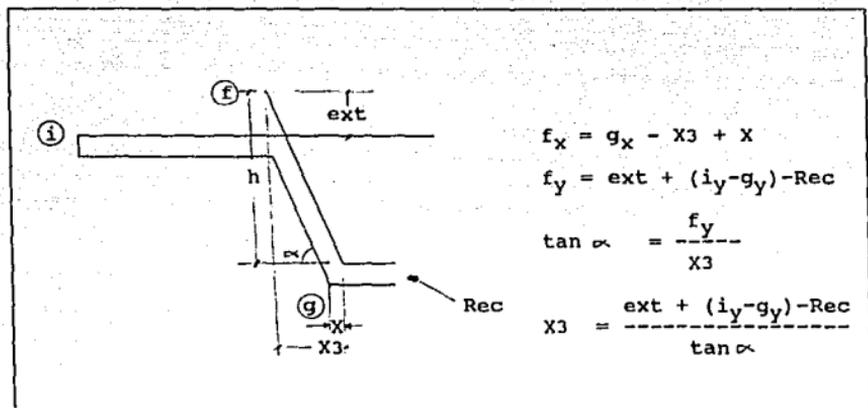


fig. 5.2

3. Simetrías. Al ser simétricas algunas figuras, sólo se generó la sección izquierda y se utilizó la instrucción "mirror" del AutoCad para dibujar la derecha. Tal fue el caso de la geometría de la planta, así como el armado del corte transversal.

4. Orden de generación de las vistas. Las figuras se dibujan con las dimensiones que indica el usuario. La gran mayoría de ellas exceden al tamaño del plano, ya que las cotas se dan en centímetros. Una vez generada la figura, se utiliza una instrucción del AutoCAD para reducir su tamaño, como se indica en el punto 5. Como consecuencia de lo anterior, se deben ir generando las vistas de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha para evitar que se traslapen.

5. Escalas. El usuario puede cambiar el tamaño de cualquiera de las vistas. El factor de escala se calcula dividiendo el tamaño

deseado de la figura, definible por pantalla, entre el tamaño de la figura dibujado en centímetros. Para la planta, elevación y corte longitudinal se manejan dos escalas, una diferente para cada eje.

6. Validaciones. Entre las validaciones más importantes, está la del armado del corte transversal, donde se calculan las distancias horizontales y verticales máximas y mínimas para el armado longitudinal ( ver fig. 5.1 ), de tal forma que aunque el usuario defina un punto fuera de la figura, éste se dibuje dentro de ciertos límites e inclusive le facilite la captura de información. A continuación se indican dichos cálculos:

Máxima distancia vertical =  $P1_y - P5_y - Rec - DVOP - Radvar$

Mínima distancia vertical =  $Rec + Radvar + Diamvari$ .

donde: DVOP es el diámetro del estribo para el caso del lecho inferior y el del armado transversal en el caso del lecho superior.

Diamvari es lo inverso a DVOP, el estribo para el caso del lecho superior y armado transversal para el lecho inferior.

Máxima distancia horizontal en lecho superior ( ver fig. 5.3 )

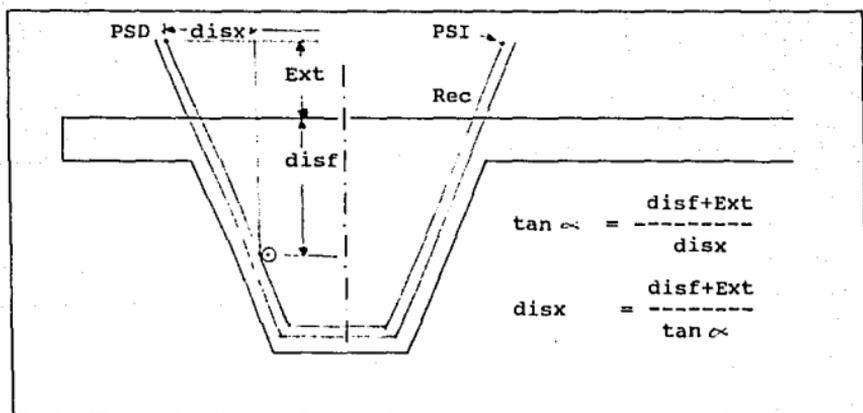


fig. 5.3

$$\text{Max. Dist.} = \frac{\text{PSD}_x - \text{PSI}_x}{2} - \text{disx} - \text{radvar}$$

donde radvar es el radio de la varilla.

Máxima distancia horizontal en lecho inferior ( ver fig. 5.4 )

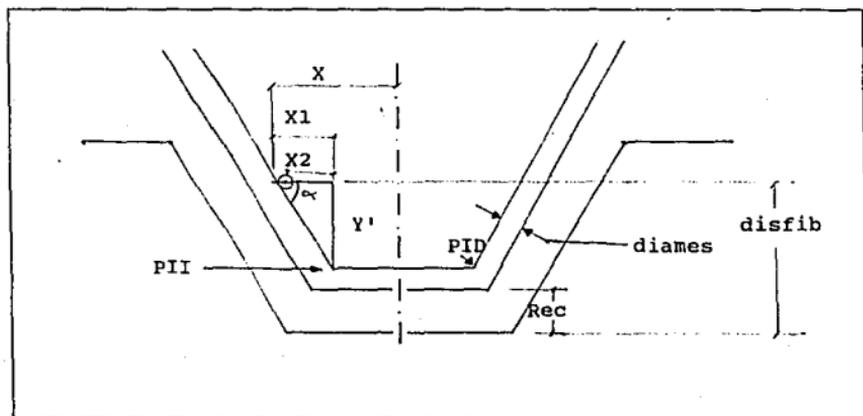


fig. 5.4

$$\tan \alpha = \frac{Y'}{X1} ; \quad X1 = \frac{\text{disfib} - \text{Rec} - \text{diames}}{\tan \alpha}$$

$$X2 = X1 - \text{diamvar}$$

$$X = X2 + \frac{\text{PID}_x - \text{PII}_x}{2}$$

Donde: disfib es la distancia de la fibra inferior al  
centro de la varilla.

diames es el diámetro del estribo

7. Dimensiones verticales y horizontales para la geometría y el acero. Para incluir las dimensiones en las figuras, es necesario indicarle al AutoCAD los dos puntos entre los cuales se desea medir y la distancia perpendicular deseada para que dibuje líneas de extensión. En algunas ocasiones, se manejaron las figuras ya reducidas en su escala para evitar su redibujo, por lo que todas las coordenadas para obtener sus distancias están afectadas por el factor de escala.

8. Leyendas para el acero. Pudiera presentarse el caso de que las leyendas quedaran muy juntas si hubiera mucho acero, por lo que se diseñó el programa para que las vaya escribiendo a diferentes alturas y en algunos casos, como en el corte transversal, a derecha e izquierda del alma en forma alternada. En el caso del corte longitudinal, las leyendas se van colocando hacia arriba y recorriendo hacia la izquierda para evitar que se traslapen; verifica si debe escribir leyendas como "malla" o "var. del #". Esta última también puede ser diferente para cada sentido o llevar la leyenda "AD" (ambas direcciones). Si es

más de una varilla, debe decir "vars.", etc.

### 5.3 Manual del usuario

**OBJETIVO DEL MANUAL.** Este manual tiene por objeto explicar el funcionamiento de cada proceso de este sistema mecanizado.

Para utilizar el sistema, debe asignarse al directorio llamado DBCAD y teclear MENU.

Inicialmente se muestra una pantalla donde se solicita el nombre del proyecto y su correspondiente password. Si el nombre o el password son incorrectos, no se permitirá el acceso.

En la parte inferior de la pantalla se indica F9 - Crear proyecto, con lo cual, al pulsar la tecla mencionada, se solicita el nombre y una descripción del proyecto, así como el password para su acceso. Esto genera un directorio llamado igual que el nombre y actualiza el archivo de accesos para restringir la entrada al sistema.

-- PROYECTO A TRABAJAR --

NOMBRE DEL PROYECTO :

PASSWORD -----&gt; :

F9 - CREAR PROYECTO

-- ESC - Terminar --

F4 - Cambiar de proyecto

Seleccione una opción con las flechas o pulse el número deseado

Una vez aceptado el nombre y el password del proyecto, se muestra el menú principal, que tiene varias opciones

## MENU PRINCIPAL

- 1) Definición de Planos
- 2) Generación de Planos
- 3) Relaciones entre Planos
- 4) Reportes
- 5) Respalda/Restaurar info.
- 6) Eliminar proyecto

ESC - Terminar

F4 - Cambiar de proyecto

Seleccione una opción con las flechas o pulse el número deseado

Para seleccionar cualquier opción, basta pulsar el número que se encuentra a la izquierda de la opción o mover el cursor con las flechas y pulsar ENTER.

Para cambiar de proyecto, en la parte inferior se indica -  
F4 - cambiar de proyecto.

Al solicitar la opción de Definición de planos, se muestra la siguiente pantalla:

## DEFINICION DE PLANOS

- 1) Sistemas de piso
- 2) Trabes portantes
- 3) Superestructuras de puentes

— ESC - Terminar —

F4 - Cambiar de proyecto

Seleccione una opción con las flechas o pulse el número deseado

**SISTEMAS DE PISO.**

En este menú, se tienen las siguientes opciones:

- 1) Trabes TT
- 2) Trabes T
- 3) Trabes TY

A continuación se explica el uso de las trabes TT. La organización del sistema es estándar, por lo que conociendo como funciona un tipo, se puede operar cualquier otro.

**TRABES TT.**

Al seleccionar este proceso, se pregunta el nombre del plano

a definir y se tienen 4 opciones:

Datos Generales  
Dimensiones  
Armado  
Detalles y accesorios

Datos Generales. En este punto se solicitan datos generales para el plano:

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE	20/12/91	
		ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO TT
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1				
NOMBRE LARGO DEL ELEMENTO : TRABE UNO				
TIPO DE ELEMENTO ..... TT TAMAÑO DEL PLANO (X y Y) 109 90				
ESCALA:COTAS,FLECHAS,LEYENDAS 1.50 2.00 1.00 LOGO CLIENTE LOGO1				
UBICACION	COORD. X	COORD. Y	TAMAÑO X	TAMAÑO Y
Planta	6	55	30	8
Elevación	6	39	30	8
Corte long.	6	19	30	8
Detalle uno	10	7	10	10
Detalle dos	45	15	10	10
Frente	53	55	25	25
Corte transv.	53	39	25	25
Corte	53	55	25	25
Accesorio 1	53	23	10	10
Accesorio 2	53	7	10	10
Accesorio 3	0	0	10	10
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS				

Donde por default aparecen los valores que se muestran en la figura anterior y es posible modificarlos según se requiera. Como se menciona en el capítulo 2, las escalas para planta, elevación y corte longitudinal son diferentes para cada eje, aunque desde luego, es posible modificarlas.

El detalle uno se refiere a una vista longitudinal del extremo de la trabe donde se muestran los accesorios.

El detalle dos se refiere a un corte transversal de la parte inferior del alma, donde se puede observar tanto el acero de presfuerzo como de refuerzo.

El accesorio 1 muestra vistas en planta, frente y elevación de las placas y varillas que lleva el alma en la parte intermedia del alma, mientras que el accesorio 2 muestra lo mismo pero de la parte inferior del alma. En el caso de las trabes TT, no se usa el accesorio 3.

Dimensiones: Solicita los parámetros necesarios para generar la geometría de la sección. Los nombres cortos utilizados para cada dimensión son los mismos utilizados en el manual ANIPPAC, y son los siguientes:

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE ELEMENTO SISTEMAS DE PISO	20/12/91 TIPO TT
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1			
		ANCHO TOTAL DEL ELEMENTO..... ( B )	260.00
		DISTANCIA ENTRE ALMAS ..... ( b )	125.00
		ANCHO SUPERIOR DEL ALMA ..... ( B3 )	20.00
		ANCHO INTERMEDIO DEL ALMA ..... ( B2 )	15.00
		ANCHO INFERIOR DEL ALMA ..... ( B1 )	10.00
		ALTURA TOTAL ..... ( H )	61.00
		ESPESOR LATERAL DE PATIN ..... ( H3 )	6.00
		ESPESOR DE PATIN EN EL ALMA ..... ( H2 )	15.00
		ALTURA DE CAMBIO DE PATIN A ALMA. ( h )	5.00
		LONGITUD TOTAL DE PATIN ..... ( L )	1286.00
		LONGITUD TOTAL DE ALMAS ..... ( l )	1316.00
		RECORTE DE PATIN RELACIONADO CON L( E )	30.00
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS			

Armado. El programa pregunta los datos necesarios para el dibujo de todo el armado de la pieza.

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE ELEMENTO SISTEMAS DE PISO	TIPO	20/12/91 TT
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1				
ACERO EN PATIN :		MALLA # ...	0	
ARMADO LONGITUDINAL		VARILLA #..	2	SEPARACION: 20
ARMADO TRANSVERSAL		VARILLA # ..	2	SEPARACION: 20
ESTRIBOS EN ALMA :LONGITUD		SECCION 1	1000	@ SECC. 1 25
		LONGITUD SECCION 2	0	@ SECC. 2 0
		VARILLA # .....	3	@ SECC. 3 0
		LONGITUD ESTRIBO EXTERIOR	40	
ACERO POR TEMPERATURA:		VARILLA # .	3	SEPARACION 20
RECUBRIMIENTO:	3			
ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA				
ACERO DE REFUERZO LECHO INFERIOR DEL ALMA				
ACERO DE PRESFUERZO LECHO INFERIOR DEL ALMA				
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS				

Donde las distancias son siempre en centímetros.

Al llegar a la sección de acero lecho superior del alma, se muestra una "ventana" donde solicita el diámetro, distancia al eje y distancia a la fibra superior del alma hasta para 15 varillas. Dada la simetría de las piezas, sólo se requiere dar la mitad de las varillas, esto es, las que se encuentran a la izquierda o a la derecha del eje y desde luego, las que se encuentran sobre el eje.

PROYECTO	CICM	ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT
		UNIVERSIDAD LA SALLE		20/12/91	
NOMBRE CORTO DEL ELE					
ACERO EN PATIN :	MALLA	ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA			
ARMADO LONGITUDINAL	VARILL	DIAMETRO	DIS-EJE	DIS-FIBRA	
ARMADO TRANSVERSAL	VARILL	1	5	4.00	5.00
		2	0	0.00	0.00
ESTRIBOS EN ALMA: LONGITUD SECC		3	0	0.00	0.00
	LONGITUD SECC	4	0	0.00	0.00
	VARILLA # ..	5	0	0.00	0.00
	LONGITUD ESTRIBO EXT.	6	0	0.00	0.00
ACERO POR TEMPERATURA: VARILLA		7	0	0.00	0.00
		8	0	0.00	0.00
RECUBRIMIENTO: 3		9	0	0.00	0.00
		10	0	0.00	0.00
ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA		11	0	0.00	0.00
ACERO DE REFUERZO LECHO INFERI		12	0	0.00	0.00
ACERO DE PRESFUERZO LECHO INFE		13	0	0.00	0.00
		14	0	0.00	0.00
		15	0	0.00	0.00
ESC-FIN					
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS					

Para el acero de refuerzo y presfuerzo, la distancia a la fibra es respecto a la fibra inferior del alma.

El sistema tiene una validación que permite al usuario definir una distancia al eje mayor a la real. Si esto sucede, el sistema automáticamente asigna la distancia máxima, tangente al armado dependiendo de la distancia a la fibra. Con esto se reduce tiempo al usuario ya que no requiere calcular dicha distancia a mano. El mismo criterio se aplica a la distancia vertical.

Detalles y Accesorios. Se solicita la información de los accesorios necesarios para la fabricación de la pieza. Los detalles se dibujan a partir de los datos anteriores.

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE	20/12/91
		ELEMENTO SISTEMAS DE PISO	TIPO TT

NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1  
 Accesorio 1 (parte intermedia del alma)

Placa horizontal: largo  
 ancho  
 espesor ( en pulgadas )

Placa vertical : Altura

Varillas Avf ( acero para cortante por fricción )  
 cantidad  
 longitud  
 diámetro

Varillas U:  
 ( hasta 15 varillas )  
 longitud ( misma para todas )  
 diámetro ( mismo para todas )  
 altura respecto a placa horizontal

Estribos para placa:( hasta 15 estribos )  
 diámetro (un solo diámetro)  
 distancia a placa vertical

Soldadura: Long.(a 2 cms. de pl.vertical)  
 espesor de soldadura

PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE	20/12/91
		ELEMENTO SISTEMAS DE PISO	TIPO TT

NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1  
 Accesorio 2 (parte inferior del alma)

Placa horizontal: largo  
 ancho (asume el de parte inf. del alma)  
 espesor ( en pulgadas )

Placa vertical : Altura

Estribos para placa:( hasta 15 estribos )  
 diámetro (un solo diámetro)  
 distancia a placa vertical

Soldadura: Long.(a 2 cms. de pl.vertical)  
 espesor de soldadura

PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS

## 2) GENERACION DE PLANOS

En este punto se solicita el nombre del plano que se desea dibujar y convierte los datos almacenados en el inciso uno a un archivo que contiene instrucciones entendibles para el AutoCAD.

Una vez generado, se puede dar ESC para terminar la sesión y entrar al AutoCAD, donde se deberá seleccionar la opción de editar dibujos, a continuación teclear SCRIPT y posteriormente,  
C:\FOXPRO\PROYECTO\NOMBRE

Donde PROYECTO es el nombre del Proyecto ( igual al del directorio ) y NOMBRE es el nombre del plano a dibujar.

## 3) RELACIONES ENTRE PLANOS

En esta opción se indican los planos que están relacionados entre sí, de tal forma que al modificar uno de ellos, podamos saber cuáles se verán afectados. Esta función es automática, ya que al elaborar modificaciones, el sistema registra la fecha y hora en que fueron hechas y mientras no se impriman los planos que se vean afectados, habrá un reporte que nos lo indique.

## 4) REPORTEES

Existen los siguientes reportes:

- Validación de información almacenada ( por plano )
- Relaciones entre planos ( todos los de un proyecto )
- Planos afectados por modificaciones ( de un proyecto )
- Catálogo de planos ( de un proyecto )

## Proyectos activos

Mismos que pueden ser consultados en pantalla o impresos.

### 5) RESPALDAR/RESTAURAR

En este punto se permite salvar a diskette o restaurar a disco la información de un proyecto.

El respaldo de la información es un aspecto importante en todo sistema computarizado. Se recomienda tener al menos dos versiones de la información de la computadora en diskette.

### 6) ELIMINAR UN PROYECTO

Una vez que se ha concluido un proyecto, es recomendable almacenarlo en diskette y borrarlo del disco duro para evitar que éste se sature. Esta opción hace ambas cosas.

## 5.4 Alcances y limitaciones

En la automatización total de un plano sería casi imposible preveer las diversas condiciones que se presentan en el trabajo cotidiano. Los planos que se generan en este proyecto son estándar, en muchas ocasiones habrá que efectuarle modificaciones o adiciones.

El logotipo, tanto del cliente como del Constructor, así como el pie de página y las notas generales deben ser elaboradas en el AutoCAD por un dibujante y posteriormente el programa solicita el nombre con el que se almacenaron en la computadora para su integración.

El sistema sólo contempla los elementos estructurales mencionados en el capítulo 3, cualquier otro elemento tendría que ser desarrollado por separado.

Es posible cambiar tanto la ubicación de alguna vista, como sus dimensiones dentro del plano al momento de la captura.

Existe la opción de definir el tamaño del plano.

Todas las vistas están a escala, salvo la planta, el corte longitudinal y la elevación, en que se usan diferentes escalas para cada eje.

Es factible modificar cualquier dato, sin necesidad de capturar todo nuevamente y volver a imprimir el plano.

## 6. Análisis de costo-beneficio

En este capítulo, se pretende justificar la automatización total de los planos elaborados por el departamento de Ingeniería de una empresa constructora. Esta automatización se refiere a la elaboración automática de los planos, mediante un programa de interfase con el usuario desarrollado en base de datos y un programa CAD.

Para ello, se obtendrá el costo de un plano tomando en cuenta el tiempo utilizado por todo el personal involucrado, esto es, del Gerente de Proyectos, del Ingeniero Estructurista, del Jefe de Dibujo y del dibujante.

Un aspecto interesante es que el tiempo ahorrado con este proceso, puede ser la diferencia para no atrasar un proyecto con consecuencias económicas desfavorables para la empresa, además de los posibles errores que implican el trabajar a un ritmo acelerado.

Para este estudio, se supondrá que se tiene un departamento de dibujo, por lo que los gastos del hardware y software se prorratarán entre el total de planos elaborados por ellos. También se asume que el tiempo para generar un plano estándar con el sistema mecanizado es de 15 min. ( tiempo de captura y generación del dibujo en pantalla) . Se incluye un 10% del tiempo tradicional para elaborar modificaciones no contempladas en el sistema, así como logotipos, notas, etc.

## 6.1 Tiempo y costo de un proyecto manual

El Calculista que diseña la pieza debe elaborar un croquis para el dibujante. El tiempo empleado en dibujar el croquis y revisiones es de aproximadamente 16 horas por plano.

El Gerente de proyectos también invierte media hora en su revisión.

Finalmente el dibujante tarda de 28 a 32 horas por plano.

Una empresa dedicada a elaborar proyectos con estos sistemas estructurales elabora anualmente alrededor de 200 planos ( cifra aproximada ).

Tomando sueldos promedio, el costo de un plano sería:

PERSONAL	CANT. hrs.	COSTO/MES	IMPORTE
Gerente de Proyectos	0.5	\$ 3'500,000	\$ 10,000
Ing. Estructurista A	16.0	\$ 2'400,000	\$ 218,000
Ing. Estructurista B	8.0	\$ 1'500,000	\$ 68,000
Jefe Dibujo	8.0	\$ 1'400,000	\$ 63,000
Dibujante	32.0	\$ 900,000	\$ 163,000
			-----
Total			\$ 522,000

Por lo que anualmente se gastan:  $\$ 522,000 \times 200 = \$ 104,400,000$

## 6.2 Tiempo y costo del proyecto totalmente automatizado

En este inciso se considerarán los costos del equipo de

cómputo, así como el de los programas necesarios y la intervención del personal involucrado.

### 6.2.1 Costo por plano

Considerando los tiempos que se requieren por el personal involucrado para la elaboración de planos totalmente automatizados, se tiene el siguiente costo por plano:

PERSONAL	CANT. hrs.	COSTO/MES	IMPORTE
Gerente de Proyectos	0.5	\$ 3'500,000	\$ 10,000
Ing. Estructurista A	4.0	\$ 2'400,000	\$ 54,540
Ing. Estructurista B	2.0	\$ 1'500,000	\$ 17,045
Jefe Dibujo	3.0	\$ 1'600,000	\$ 27,270
Dibujante	4.0	\$ 1'200,000	\$ 27,270
			-----
Total			\$ 136,125

Por lo que anualmente se gastan:  $\$ 136,125 \times 200 = \$ 27,225,000$ , existiendo un diferencial de  $\$ 77'175,000$  por año entre un método y otro.

### 6.2.2 Costo del equipo y software

EQUIPO	CANT.	IMPORTE
Computadora Personal	2	\$ 7,200 US
Plotter	1	\$ 6,000 US
CAD	2	\$ 7,000 US

Programas de interfase 9 \$ 14,600 US

-----

Inversión total : \$ 34,800 US

Su equivalente en pesos es aproximadamente: \$ 107'880,000

### 6.3 Justificación de inversión.

Para la justificación de inversión, se definirán los egresos ( inversión requerida ), así como los ingresos ( ahorro en costo por plano ) para un período de 24 meses, como se muestra a continuación.

MES	EGRESOS	INGRESOS	DESCRIPCION
1	(22'630,000)		50% costo de programas.
2			
3	(4'000,000)		Capacitación
4	(85'250,000)	6'560,000	Complemento de inversión
5		6'560,000	Ahorro mensual
6		7'020,000	Incremento del 7%
7		7'020,000	
8		7'020,000	
9		7'020,000	
10		7'020,000	
11		7'020,000	
12		7'020,000	
13		7'510,000	Incremento del 7%
14		7'510,000	

15	7'510,000	
16	7'510,000	
17	7'510,000	
18	7'510,000	
19	7'960,000	Incremento del 6%
20	7'960,000	
21	7'960,000	
22	7'960,000	
23	7'960,000	
24	7'960,000	

tabla 6.1

### 6.3.1 Tasa Interna de Retorno

Se expresan a valor presente todos los flujos:

$$VP = \frac{VF}{\left(1 + \frac{i}{m}\right)^{nm}}$$

Donde :

VP - Valor presente  
 VF - Valor futuro  
 i - Tasa de interés  
 m - convertibilidad en el año  
 n - número de períodos.

La tasa interna de retorno ( TIR ), es aquella que hace que la suma de todos los valores presentes a esa tasa sea igual a cero.

En la mayoría de las hojas de cálculo para computadoras personales, existe la función de tasa interna de retorno :

@IRR(a,rango)

Donde

a: es una tasa aproximada a la respuesta esperada.

rango: es el rango dentro de la hoja donde se encuentran los flujos netos.

Con los datos de la tabla 6.1, la TIR resultante es de 37.7%. Considerando que las tendencias apuntan a que dentro de dos años los cetes estarán en una tasa del 10%, este proyecto reeditaría, en promedio, 25 puntos arriba de cetes. Realizando el mismo análisis a dos años y medio, la TIR resultante es de 57.7%. Es importante aclarar que en los períodos antes mencionados se supone que terminan tanto los egresos como los ahorros, esto es, no se está incluyendo una recuperación final por la venta del equipo usado, ni se considera que el equipo tiene una vida útil aproximada de 3 años.

### 6.3.2 Valor presente neto

El valor presente neto ( VPN ) es la suma de los flujos expresados a valor presente para un período determinado. En las hojas de cálculo existe esta función :

$\text{@NPV}(\text{interés}, \text{rango})$

Utilizando una tasa de interés del 15%, el valor presente neto para 24 meses es de \$ 22'446,000 y para un período de 30 meses es de \$ 63'895,000. Desde luego si el interés fuera menor estos valores serían mayores.

El VPN para un lapso de 20 meses es aún negativo, por lo que el período de recuperación de la inversión es de 21 meses.

De lo anterior se concluye que el proyecto es económicamente justificable.

## 7. Aplicación práctica

### 7.1 Antecedentes

Como una aplicación del programa se generará el plano para la trabe TT mostrada en la figura 7.1. Esta es una trabe utilizada como sistema de piso para el nuevo colegio de Ingenieros Civiles de México. El objetivo de este ejemplo es mostrar la flexibilidad y resultado del programa elaborado para este trabajo.

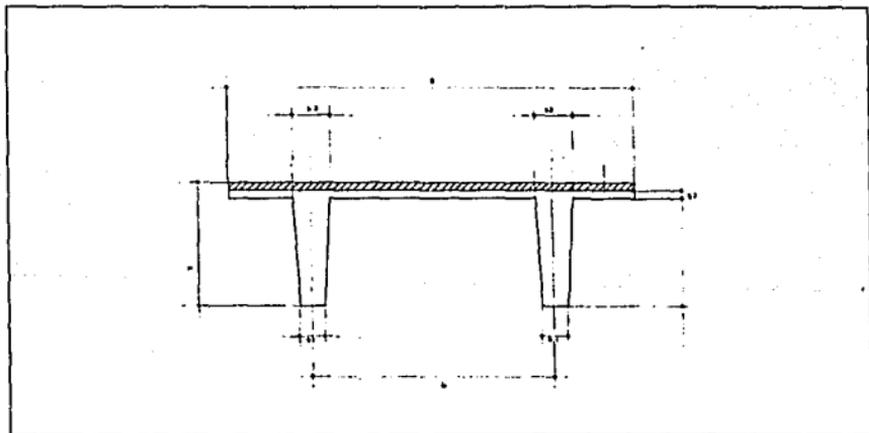


figura 7.1

### 7.2 Ejemplo

A continuación se muestran los datos utilizados para la generación del plano de la trabe TT :

Datos Generales:

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE	20/12/91	
ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT	
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1				
NOMBRE LARGO DEL ELEMENTO : TRABE 1A, 1B, 1C				
TIPO DE ELEMENTO ..... TT TAMAÑO DEL PLANO (X y Y) 109 90				
ESCALA:COTAS,FLECHAS,LEYENDAS 1.50 2.00 1.00 LOGO CLIENTE LOGO1				
UBICACION	COORD. X	COORD. Y	TAMAÑO X	TAMAÑO Y
Planta	6	55	30	8
Elevación	6	39	30	8
Corte long.	6	19	30	8
Detalle uno	6	8	10	10
Detalle dos	51	19	10	10
Frente	53	55	25	25
Corte transv.	55	37	25	25
Corte	0	0	0	0
Accesorio 1	35	7	10	10
Accesorio 2	55	7	10	10
Accesorio 3	0	0	10	10
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS				

Dimensiones: simbología mostrada en la figura 7.1

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE ELEMENTO SISTEMAS DE PISO	20/12/91 TIPO TT
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABEL			
		ANCHO TOTAL DEL ELEMENTO..... ( B )	206.00
		DISTANCIA ENTRE ALMAS ..... ( b )	125.00
		ANCHO SUPERIOR DEL ALMA ..... ( B3 )	15.00
		ANCHO INTERMEDIO DEL ALMA ..... ( B2 )	15.00
		ANCHO INFERIOR DEL ALMA ..... ( B1 )	10.00
		ALTURA TOTAL ..... ( H )	61.00
		ESPESOR LATERAL DE PATIN ..... ( H3 )	6.00
		ESPESOR DE PATIN EN EL ALMA ..... ( H2 )	6.00
		ALTURA DE CAMBIO DE PATIN A ALMA. ( h )	0.00
		LONGITUD TOTAL DE PATIN ..... ( L )	1066.00
		LONGITUD TOTAL DE ALMAS ..... ( l )	1036.00
		RECORTE DE PATIN RELACIONADO CON L( E )	30.00
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS			

Armado:

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	20/12/91 TT
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1					
ACERO EN PATIN :		MALLA # ...	0		
ARMADO LONGITUDINAL		VARILLA #..	2	SEPARACION:	20
ARMADO TRANSVERSAL		VARILLA # ..	2	SEPARACION:	20
ESTRIBOS EN ALMA :	LONGITUD SECCION 1	1000	@ SECC. 1		20
	LONGITUD SECCION 2	0	@ SECC. 2		0
	VARILLA # .....	3	@ SECC. 3		0
	LONGITUD ESTRIBO EXTERIOR	40			
ACERO POR TEMPERATURA:	VARILLA # .	3	SEPARACION		20
RECUBRIMIENTO:	2.5				
ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA					
ACERO DE REFUERZO LECHO INFERIOR DEL ALMA					
ACERO DE PRESFUERZO LECHO INFERIOR DEL ALMA					
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS					

Armado en el lecho superior

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT	20/12/91
		NOMBRE CORTO DEL ELE		ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA		
ACERO EN PATIN :		MALLA	DIAMETRO	DIS-EJE	DIS-FIBRA	
ARMADO LONGITUDINAL		VARILL	1	5	100.00	0.00
ARMADO TRANSVERSAL		VARILL	2	0	0.00	0.00
ESTRIBOS EN ALMA:LONGITUD SECC			3	0	0.00	0.00
		LONGITUD SECC	4	0	0.00	0.00
		VARILLA # ..	5	0	0.00	0.00
		LONGITUD ESTRIBO EXT.	6	0	0.00	0.00
ACERO POR TEMPERATURA: VARILLA			7	0	0.00	0.00
			8	0	0.00	0.00
RECUBRIMIENTO: 3			9	0	0.00	0.00
			10	0	0.00	0.00
ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA			11	0	0.00	0.00
ACERO DE REFUERZO LECHO INFERI			12	0	0.00	0.00
ACERO DE PRESFUERZO LECHO INFE			13	0	0.00	0.00
			14	0	0.00	0.00
			15	0	0.00	0.00
						ESC-FIN
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS						

Acero en el lecho inferior

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE	20/12/91
ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT
NOMBRE CORTO DEL ELE		ACERO LECHO INFERIOR DEL ALMA	
ACERO EN PATIN :	MALLA	DIAMETRO	DIS-EJE
ARMADO LONGITUDINAL	VARILL		DIS-FIBRA
ARMADO TRANSVERSAL	VARILL	1 6	0.00 0.00
		2 0	0.00 0.00
ESTRIBOS EN ALMA:LONGITUD SECC		3 0	0.00 0.00
	LONGITUD SECC	4 0	0.00 0.00
	VARILLA # ..	5 0	0.00 0.00
	LONGITUD ESTRIBO EXT.	6 0	0.00 0.00
ACERO POR TEMPERATURA: VARILLA		7 0	0.00 0.00
		8 0	0.00 0.00
RECUBRIMIENTO: 3		9 0	0.00 0.00
		10 0	0.00 0.00
ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA		11 0	0.00 0.00
ACERO DE REFUERZO LECHO INFERI		12 0	0.00 0.00
ACERO DE PRESFUERZO LECHO INFE		13 0	0.00 0.00
		14 0	0.00 0.00
		15 0	0.00 0.00
ESC-FIN			
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS			

Acero de presfuerzo:

UNIVERSIDAD LA SALLE		20/12/91			
PROYECTO	CICM	ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT
NOMBRE CORTO DEL ELE				ACERO DE PRESFUERZO	
ACERO EN PATIN :	MALLA	DIAMETRO	DIS-EJE	DIS-FIBRA	
ARMADO LONGITUDINAL	VARILL	1	4	0.00	8.40
ARMADO TRANSVERSAL	VARILL	2	4	0.00	12.40
ESTRIBOS EN ALMA:LONGITUD SECC		3	0	0.00	0.00
	LONGITUD SECC	4	0	0.00	0.00
	VARILLA # ..	5	0	0.00	0.00
	LONGITUD ESTRIBO EXT.	6	0	0.00	0.00
ACERO POR TEMPERATURA: VARILLA		7	0	0.00	0.00
		8	0	0.00	0.00
RECUBRIMIENTO: 3		9	0	0.00	0.00
		10	0	0.00	0.00
ACERO LECHO SUPERIOR DEL ALMA		11	0	0.00	0.00
ACERO DE REFUERZO LECHO INFERI		12	0	0.00	0.00
ACERO DE PRESFUERZO LECHO INFE		13	0	0.00	0.00
		14	0	0.00	0.00
		15	0	0.00	0.00
ESC-FIN					
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS					

Accesorio 1 ( parte intermedia del alma ) :

PROYECTO	CICM	ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT
UNIVERSIDAD LA SALLE					
20/12/91					
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1					
Accesorio 1 (parte intermedia del alma)					
Placa horizontal:	largo	.....	25.0		
	ancho	.....	12.73		
	espesor ( en pulgadas )	.....	0.5		
Placa vertical :	Altura	.....	5.0		
Varillas Avf	( acero para cortante por fricción )				
	cantidad	.....	1		
	longitud	.....	110.0		
	varilla #	.....	6		
Varillas U:	( hasta 15 varillas )				
	longitud ( misma para todas )	.....	70.0		
	diámetro ( mismo para todas )	.....	4		
	altura respecto a placa horizontal	.....			
Estribos para placa:	( hasta 15 estribos )				
	diámetro (un solo diámetro)..	.....			
	distancia a placa vertical ..	.....			
Soldadura:	Long.(a 2 cms. de pl.vertical)	.....			
	espesor de soldadura	.....			
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS					

varillas U ( parte intermedia del alma )

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE	ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT	20/12/91
NOMBRE CORTO DEL ELEM							
Accesorio 1 (parte in							
Placa horizontal:	largo	NUMERO	VARILLAS U				
	ancho	1	DISTANCIA				
	espeso	2	7.00				
Placa vertical :	Altura	3	14.00				
	Varillas Avf	( acer	4	21.00			
Varillas U:	cantid	5					
	longit	6					
	diámet	7					
	( hast	8					
	longit	9					
	diámet	10					
	altura	11					
Estribos para placa:	( hast	12					
	diámet	13					
	distan	14					
Soldadura:	Long.(	15					
	espeso						
							ESC-FIN
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS							

NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1

Accesorio 1 (parte intermedia del alma)

Placa horizontal:	largo .....	25.0
	ancho .....	12.7
	espesor ( en pulgadas ).	0.5
Placa vertical :	Altura .....	5.0
Varillas Avf	( acero para cortante por fricción )	
	cantidad .....	1
	longitud .....	110.0
	varilla # .....	6
Varillas U:	( hasta 15 varillas )	
	longitud ( misma para todas )	70.0
	diámetro ( mismo para todas )	4
	altura respecto a placa horizontal	
Estribos para placa:	( hasta 15 estribos )	
	diámetro (un solo diámetro)..	4
	distancia a placa vertical	
Soldadura:	Long.(a 2 cms. de pl.vertical)	12
	espesor de soldadura .....	0.5

PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS

## Estribos para placa ( parte intermedia del alma )

UNIVERSIDAD LA SALLE		20/12/91	
PROYECTO	CICM	ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO
		TIPO	TT
NOMBRE CORTO DEL ELEM		ESTRIBOS PARA PLACA	
Accesorio 1 (parte in		NUMERO	DISTANCIA
Placa horizontal:	largo	1	5.50
	ancho	2	11.00
	espeso	3	
Placa vertical :	Altura	4	
Varillas Avf	( acer	5	
	cantid	6	
	longit	7	
	diámet	8	
Varillas U:	( hast	9	
	longit	10	
	diámet	11	
	altura	12	
Estribos para placa:(	hast	13	
	diámet	14	
	distan	15	
Soldadura:	Long.(		
	espeso		ESC-FIN
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS			

Accesorio 2 ( parte inferior del alma ) :

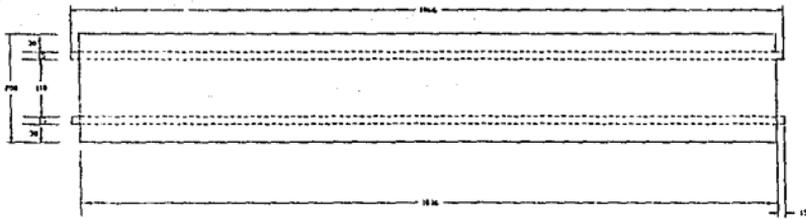
PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE	ELEMENTO	SISTEMAS DE PISO	TIPO	TT	20/12/91
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1 Accesorio 2 (parte inferior del alma)							
Placa horizontal:		largo .....	15.0				
		ancho (asume el de parte inf. del alma)					
		espesor ( en pulgadas )	0.5				
Placa vertical :		Altura .....	5.0				
Estribos para placa:		( hasta 15 estribos )					
		diámetro (un sólo diámetro)	3				
		distancia a placa vertical					
Soldadura:		Long.(a 2 cms. de pl.vertical)					
		espesor de soldadura ...					
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS							

Estribos para placa ( parte inferior del alma ) :

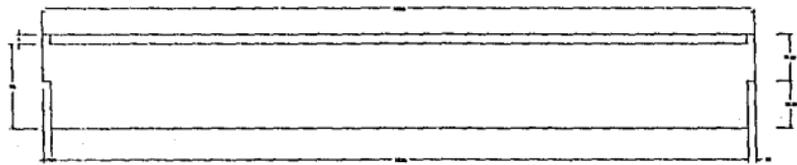
PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE ELEMENTO SISTEMAS DE PISO	20/12/91 TIPO TT
NOMBRE CORTO DEL ELEM Accesorio 2 (parte in		ESTRIBOS EN LA PLACA	
Placa horizontal:	largo	NUMERO	DISTANCIA
	ancho	1	2.5
	espeso	2	6.5
Placa vertical :	Altura	3	10.5
Estribos para placa:( hast	diámet	4	14.5
	distan	5	
Soldadura:	Long.(	6	
	espeso	7	
		8	
		9	
		10	
		11	
		12	
		13	
		14	
		15	
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS			

PROYECTO	CICM	UNIVERSIDAD LA SALLE ELEMENTO SISTEMAS DE PISO	20/12/91 TIPO TT
NOMBRE CORTO DEL ELEMENTO : TRABE1 Accesorio 2 (parte inferior del alma)			
Placa horizontal:	largo	15.0	
	ancho (asume el de parte inf. del alma)		
	espesor ( en pulgadas )	0.5	
Placa vertical :	Altura	5.0	
Estribos para placa:( hasta 15 estribos )	diámetro (un sólo diámetro)	3	
	distancia a placa vertical		
Soldadura:	Long.(a 2 cms. de pl.vertical)	12.0	
	espesor de soldadura ...	0.5	
PULSE -ENTER- PARA CONTINUAR O ESC PARA OMITIR CAMBIOS			



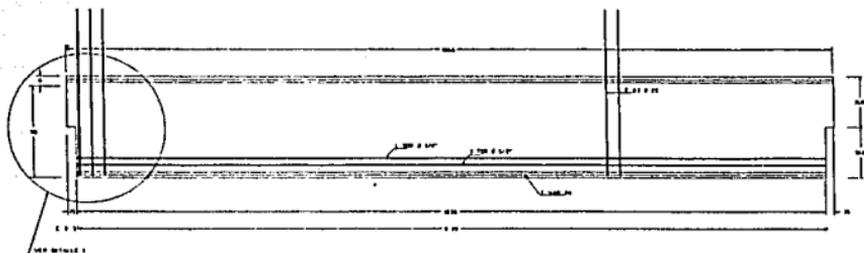


PLANTA

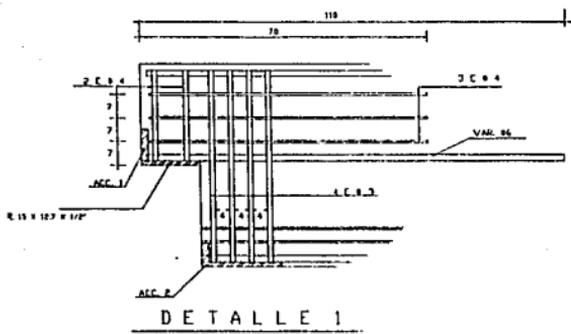


ELEVACION



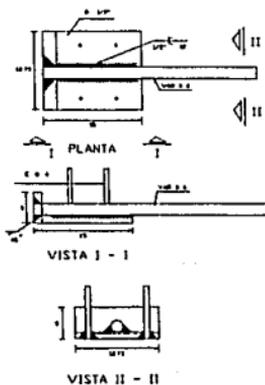


CORTE LONGITUDINAL



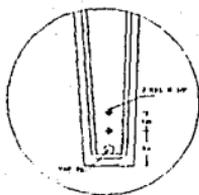
DETALLE 1

ACCESORIO No 1



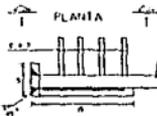
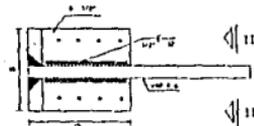
VISTA I - I

VISTA II - II

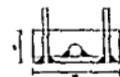


DETALLE 2

ACCESORIO No 2



VISTA I - I



VISTA II - II

NOTAS GENERALES

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD

LAS COTAS PIENEN AL DIBUJO, NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA DE ESTE PLANO

SE UTILIZARA CONCRETO CLASE I CON UNA RESISTENCIA IGUAL O MAYOR A  $f'_{ci} = 310 \text{ kg/cm}^2$  AL 28 DIAS Y  $f'_{ca} = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO  $= 261,916 \text{ kg/cm}^2$

TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO  $3/8"$

REVENIMIENTO MAXIMO DE 100 cm. SE CONSIDERARA LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA (PUEBLO VERDE).

PORCENTAJE DE FIBRAS 50 %

CONTENIDO DE AIRE 5 %

ACERO DE PUESTO 270 Kg  $f_{yk} = 400 \text{ kg/cm}^2$

AREA DE TORNILLO  $= 103 \text{ cm}^2$

TENSAR TORNILLOS A 13700 Kg C/U

ACERO DE REFUERZO GRADO DUNO  $f_{yk} = 4200 \text{ kg/cm}^2$

PARA DOBLES Y TRASLAPES VER TABLA DE DETALLES DE REFUERZO

EN NINGUN CASO SE PODRA TRASLAPAR MAS DEL 33% DEL ACERO EN UNA MISMA SECCION

ACEPO EN PLACAS Y ACCESORIOS METALICOS  $f_{yk} = 2530 \text{ kg/cm}^2$  Y DEBERAN CUMPLIR CON LA NORMA ASTM A-36.

LA SOLDADURA SERA AL ARCO ELECTRICO Y SE USARAN ELECTRODOS DE LA SERIE E-70

TODOS LOS ELEMENTOS TENDRAN UN CHAFLAN EN LAS ESQUINAS A 45 GRADOS Y CON  $3/4"$  POR LADO

EL RECUBRIMIENTO MINIMO LIBRE SERA  $\pm 2 \text{ cm}$  EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA DIMENSION

LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS NO DEBERAN REFORZARSE NI BALACEARSE SIN PREVIA CONSULTA DEL CUERPO TECNICO DE GRUPO RIORDO S.A.

AUMENTAR LA LONGITUD DE LA PIEZA EN UN HILLAR DE LA MISMA, AJUSTANDO DESDE EL CENTRO

PROYECTO	
NO. PROYECTO	
FECHA	
PROYECTADO POR	
REVISADO POR	
APROBADO POR	

PROYECTO	
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO	
DETALLE DE TRABAJO	
II-5	
FECHA	
PROYECTADO POR	
REVISADO POR	
APROBADO POR	



## Conclusiones y recomendaciones

Es factible desarrollar programas que permitan disminuir drásticamente el tiempo empleado en la generación de planos.

Económicamente es justificable invertir en su elaboración.

En la justificación económica no se incluyen las posibles penalizaciones causadas por un atraso en la entrega de planos, así como los probables errores que se deriven de trabajar a un ritmo acelerado.

El tratar de abarcar todas las posibles consideraciones, fuera de lo estándar, para el dibujo de los elementos, sería muy costoso.

Con este sistema se reduce el personal del departamento de dibujo, pero no es posible eliminarlo por completo.

Al definirse una relación entre los elementos de un proyecto, la posibilidad de error por modificaciones hechas a un plano que afectan a otro plano, disminuye enormemente.

Mantenerse actualizado tanto en hardware como en software será sumamente importante para poder competir con éxito en el mercado.

El uso de la computadora debe extenderse a otras áreas de la empresa, como Administración, Recursos Humanos y Ventas.

Se recomienda incluir al sistema:

- El cálculo para determinar las dimensiones del elemento.
- El cálculo para determinar el armado.
- Generación de otros tipos de elementos.
- Aumentar el número de validaciones para disminuir la posibilidad de error en la captura.
- Dejar ilimitados algunos conceptos que aunque para este trabajo se dejaron con cierta holgura, finalmente están restringidos.

## BIBLIOGRAFIA

Branson, Dan E.

Diseño de Vigas de Concreto Presforzado

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.  
México, 1985

Catálogo de Productos ANIPPAC

México, 1986

Collins, P. Michael

Prestressed Concrete Structures

Ed. Prentice Hall  
New Jersey, EEUU, 1991

Gerwick, Ben C Jr.

Construcción de Estructuras de Concreto Presforzado

Ed. Limusa  
México, 1990

Miller, Alan R.

The ABC's of Autocad

Ed. Sybex  
EEUU, 1989

PC Magazine ( Nueva York, EEUU ), 10: Diciembre de 1991,  
núm. 21, 512 pp.

Precast and Prestressed Concrete Institute

PCI Drafting Handbook

Second Edition.  
EEUU, 1990

Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.  
México, 1984

Schaefer, Ted A. y Brittain James L.

The Autocad Productivity Book

Ed. Ventana Press  
EEUU, 1989

Van Horne, James C.

Administración Financiera

Ed. Prentice Hall  
México, 1988

**A P E N D I C E**



```

P(9,1)=BB/2+XX
P(9,2)=HH-HH3+YY
P(10,1)=(BB+B-BB3)/2+XX
P(10,2)=HH-HH2+YY
P(11,1)=(BB+B-BB2)/2+XX
P(11,2)=HH-HH2-H+YY
P(12,1)=(BB+B-BB1)/2+XX
P(12,2)=0+YY
P(13,1)=(BB+B+BB1)/2+XX
P(13,2)=0+YY
P(14,1)=(BB+B+BB2)/2+XX
P(14,2)=HH-HH2-H+YY
P(15,1)=(BB+B+BB3)/2+XX
P(15,2)=HH-HH2+YY
P(16,1)=BB+XX
P(16,2)=HH-HH3+YY
P(17,1)=BB+XX
P(18,1)=P(15,1)
P(19,1)=P(10,1)
P(20,1)=P(8,1)
P(21,1)=P(3,1)
STORE HH+YY TO P(17,2)
STORE H1+YY TO P(18,2),P(19,2),P(20,2),P(21,2)
FOR I=1 TO 21
  SP(I,1)=&AL P(I,1),7,1)
  SP(I,2)=&AL P(I,2),7,1)
  SLP(I)=SP(I,1)+' '+SP(I,2)
ENDFOR
* PUNTOS DEL ARMADO *****
* COORD. X EXTREMO DE VARILLA EXTERIOR
LONGI1 = ((P(1,2)-P(5,2)+A->LOESEX-A->RECUBRI)*(P(5,1)-P(4,1)) / (P(4,2)-P(5,2)))
DIARMT = A->APARTV*2.54/8 &&diam. armado trans.
DIARML = A->APARLV*2.54/8
DIAES = A->ESALS1V*2.54/8 && DIAM. ESTRIBOS
ALFA = RTOD(ATAN((P(4,2)-P(5,2))/(P(5,1)-P(4,1))))
DISX = A->RECUBRI*(1/SIN(DTOR(ALFA))) - (1/TAN(DTOR(ALFA))) && DIST X ESTRIBO
DISXI =(A->RECUBRI+DIAES)*((1/SIN(DTOR(ALFA)))-(1/TAN(DTOR(ALFA)))) && DIST. X

PIZEXSUX = P(5,1)-LONGI1+DISX && PUNTO IZ., EXTERIOR, SUPERIOR EN X
PIZEXSUY = P(1,2)+A->LOESEX
PIZEXINX = P(5,1)+DISX
PIZEXINY = P(5,2)+A->RECUBRI && PUNTO IZ., EXTERIR, INTERIOR EN Y
PDEEXINX = P(6,1)-DISX
PDEEXINY = P(6,2)+A->RECUBRI
PDEEXSUX = P(6,1)+LONGI1-DISX
PDEEXSUY = P(1,2)+A->LOESEX
PIZINSUX = PIZEXSUX+DIAES
PIZINSUY = PIZEXSUY
PIZININX = P(5,1)+DISXI
PIZININY = PIZEXINY+DIAES
PDEININX = P(6,1)-DISXI
PDEININY = PDEEXINY+DIAES
PDEINSUX = P(6,1)+LONGI1-DISXI
PDEINSUY = PIZEXSUY

***** geometria elevacion *****
STORE ELEVAX TO PE(1,1),PE(2,1),PE(3,1)
STORE ELEVAY+HH TO PE(1,2),PE(10,2)
STORE ELEVAY+HH-HH3 TO PE(2,2),PE(9,2)
STORE ELEVAY+E TO PE(3,2),PE(4,2),PE(7,2),PE(8,2)
STORE ELEVAX+(L-LL)/2 TO PE(4,1),PE(5,1)
STORE ELEVAY TO PE(5,2),PE(6,2)

```

```

STORE PE(5,1)+LL TO PE(6,1),PE(7,1)
STORE ELEVAX+L TO PE(8,1),PE(9,1),PE(10,1)
FOR I=1 TO 10
  SPE(I,1)=&AL PE(I,1),7,1)
  SPE(I,2)=&AL PE(I,2),7,1)
ENDFOR
***** geometria planta (solo mitad izq. ) ***
DISTAL L=(A->L-A->LL)/2
STORE L/2 TO PP(1,1),PP(4,1)
STORE BB TO PP(1,2),PP(2,2)
STORE DISTAL L TO PP(2,1),PP(5,1),PP(6,1),PP(7,1),PP(8,1),PP(3,1)
PP(5,2)=(BB+BB2+B)/2
PP(6,2)=PP(5,2)-BB2
PP(7,2)=(BB-B+BB2)/2
PP(8,2)=PP(7,2)-BB2
FOR I=1 TO 8
  PP(I,1)=PP(I,1)+PLANTAX
  PP(I,2)=PP(I,2)+PLANTAY
ENDFOR

```

```

SELE 8
*****

```

```

DO UNIDAD WITH 0

```

```

* CALCULA ESCALA PARA SEPARAR COTAS

```

```

DECLARE COTASS(10),FES(10),DISTAN(10),FESY(10)
STORE 0 TO COTASS,FES,DISTAN
COTASS(1) = A->FRET/(P(17,1)-P(1,1))  && ESCALA FRENTE X
COTASS(2) = A->CORTTX/(P(17,1)-P(1,1))  && ESCALA CORTE TRANSV. X
COTASS(3)=COTASS(2)
COTASS(4) = A->DEDTX/((P(2,2)-P(5,2))*8)  && DETALLE DOS
COTASS(5) = A->ELETAX/(PE(10,1)-PE(1,1))  && ELEVACION X
COTASS(6) = A->ELETAY/(PE(1,2)-PE(5,2))  && ELEVACION Y
COTASS(7) = A->PLATAX/A->L  && PLANTA X
COTASS(8) = A->PLATAY/A->BB  && PLANTA Y
FOR I=1 TO 8
  IF COTASS(I) <1
    REDOND =2
  ELSE
    REDOND = 0
  ENDIF
  FES(I) = ROUND(COTASS(I),REDOND)
  DISTAN(I) = ROUND(1/FES(I),0)  && SEPARACION DE COTAS. A UNA UNIDAD DE DISTA.
ENDFOR
*****
*****  E L E V A C I O N  *****
*****
DO LAYERM WITH 4,'RED'  && genera layers
DO LAYERM WITH 6,'YELLOW'
DO LAYERM WITH 2,'GREEN'
DO IMAGEN
REN123,COLIMA SAY 'GEOMETRIA ELEVACION '
DO PLINEE
FOR I=1 TO 10
  &AB
  &RE SPE(I,1)+','+'SPE(I,2)
ENDFOR
&AB
&RE 'CLOSE'

```

```

DISTA=DISTAN(6)
DO SALVA WITH 'ELEVA',A->ELEVAX,A->ELEVAY,A->ELEVAX,A->ELEVAY,PE(10,1),PE(10,2),
PUNTO=&AL A->ELEVAX,8,2))+' ,'+&AL A->ELEVAY,8,2))
DO INSERTA WITH 'ELEVA',PUNTO,FES(5),FES(6)
*****
* DIMENS. HORIZONTAL ELEVACION ***
COTAS=COTASS(5)
FE=FES(5)
FEY=FES(6)
DISTA=2 && 2 CMS.
DO FLECHA WITH A->TAMAFLEC*FES(1)
DO LETRA WITH A->ESCACOT*FES(1)

* DIMHOR Xi ; Yi ; Xf ; arriba=1 abajo=0; izq.=1 derecha=0
* DIM hor/ver=1,2=hor/ver,3=CONT
* FIN=1, NO FIN=0
* CALCULA DISTANCIAS=1
* PIVOTE X; ; PIVOTE Y (para calculo de dist.)
DO DIMHOR WITH PE(1,1),PE(1,2),PE(10,1),1,1,0,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY
DO DIMHOR WITH PE(1,1),PE(5,2),PE(5,1),0,2,0,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY
DO DIMHOR WITH PE(6,1),PE(5,2),PE(5,1),0,3,0,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY
DO DIMHOR WITH PE(10,1),PE(6,2),PE(6,1),0,3,0,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY
DO DIMVER WITH PE(1,1),PE(5,2),PE(2,2),1,2,0,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY && P5-2
DO DIMVER WITH PE(1,1),PE(1,2),PE(2,2),1,3,0,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY && P1 CO
DO DIMVER WITH PE(10,1),PE(6,2),PE(7,2),0,2,0,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY && P6-7
DO DIMVER WITH PE(10,1),PE(10,2),PE(7,2),0,3,1,1,A->ELEVAX,A->ELEVAY && P10 C

DISTA=DISTAN(6)
DO SALVA WITH 'ELEVAC',A->ELEVAX,A->ELEVAY,A->ELEVAX,A->ELEVAY,PE(10,1),PE(10,2)
;AB
;RE 'OOPS' && ELEVACION

* dibuja patin nueva escala
EX=A->ELEVAX
EY=A->ELEVAY
;SPE51=EX+(PE(5,1)-EX)*FES(5)
;SPE12=EY+(PE(1,2)-EY)*FES(6)
;SPE61=EX+(PE(6,1)-EX)*FES(5)
DO PLINEE
DO PLINE WITH SPE51,SPE12,SPE51,EY+(PE(2,2)-EY)*FES(6)
DO PLINE WITH SPE61,EY+(PE(9,2)-EY)*FES(6),SPE61,SPE12
;AB

PUNTO=&AL A->CORTELX,8,2))+' ,'+&AL A->CORTELY,8,2))
DO INSERTA WITH 'ELEVAC',PUNTO,1,1 && CORTE LONG.

borra cota izq. corte long.
;AB
;RE 'EXPLODE LAST'
DO BORRA WITH 1,A->CORTELX-.1,A->CORTELY-.1,A->CORTELX-3,A->CORTELY+;
(P(1,2)-A->CORTELY)*FES(6) && 1er. param.: 1-cros wind
DO BORRA WITH 1,A->CORTELX-.1,A->CORTELY-.1,P(17,1),A->CORTELY-100
DO IMAGEN
;REN123,COLIMA SAY 'SEPARACION DE ESTRIBOS'
DO SEPAESTR && separacion de estribos
*****
* ARMADO CORTE LONGITUDINAL **
ESTRIBOS PARTE IZQ.
DO LAYERS WITH 4 && capa 4
;ARI1=A->CORTELX+(A->RECUBRI+PE(5,1)-PE(1,1))*FES(5)
DO LINEA WITH VAR1,A->CORTELY+A->RECUBRI*FES(6),VAR1;
,A->CORTELY+(PE(1,2)-PE(5,2)-A->RECUBRI+A->LOESEX)*FES(6)

```

```

DO ARREGLO WITH VARI1,A->CORTELY+A->RECUBRI*FES(6),3,A->ESALS1S*FES(5)

PLX=A->CORTELX+(.7*FES(5)*(PE(6,1)-PE(1,1)))
DO LINEA WITH PLX,A->CORTELY+A->RECUBRI*FES(6),PLX,A->CORTELY+(PE(1,2)-PE(5,2))-A
IF A->ESALS2S = 0
  DISTANC = A->ESALS1S*FES(5)
ELSE
  DISTANC = A->ESALS2S*FES(5)
ENDIF
DO ARREGLO WITH PLX,A->CORTELY+A->RECUBRI*FES(6),3,DISTANC
*****
**          P L A N T A          ***
*****
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'PLANTA'
** geometria planta **
DO LAYERS WITH 2
DO PLINEE
FOR I=1 TO 4  && patin
  &AB
  &RE &AL PP(I,1),8,3)+'+','+&AL PP(I,2),8,3))
ENDFOR
&AB
DO LINETYP1 WITH 'DASHED'  && carga linea punteada
DO LINETYPE WITH 'DASHED'  && activa linea "
FOR I=5 TO 8  && almas dashed
  DO LINEA WITH PP(I,1),PP(I,2),PP(I,1)+A->L/2,PP(I,2)
ENDFOR
DO LINETYPE WITH 'BYLAYER'  && LINEA NORMAL

IF DISTAL_L >0  && dist. sobresale almas
  FOR I=5 TO 8  && extremo ext. almas
    DO LINEA WITH PP(I,1)-DISTAL_L,PP(I,2),PP(I,1),PP(I,2)
  ENDFOR
  FOR I=5 TO 7 STEP 2  && LINEAS VERTICALES EXTREMO ALMAS
    DO LINEA WITH PP(I,1)-DISTAL_L,PP(I,2),PP(I+1,1)-DISTAL_L,PP(I+1,2)
  ENDFOR
ENDIF

** copia la mitad derecha
&AB
&RE 'ZOOM ALL'
DO MIRROR WITH PP(3,1)-DISTAL_L,PP(3,2),PP(1,1),PP(1,2),1  && window,derecha

** salva e inserta a otra escala
PLANTAX=A->PLANTAX
PLANTAY=A->PLANTAY
DISTA=2  && 2 CMS.
DO SALVA WITH 'PLANTA',PLANTAX,PLANTAY,PLANTAX,PLANTAY,PLANTAX+A->L,;
                PLANTAY+A->BB,0 &&pivote, coors. 2 puntos,separac.
PUNTO=&AL A->PLANTAX,8,2))+'+','+&AL A->PLANTAY,8,2))
DO INSERTA WITH 'PLANTA',PUNTO,FES(7),FES(8)
*****
** dimensionamiento planta

E=FES(7)
EY=FES(8)
DO DIMVER WITH PP(2,1)-DISTAL_L,PP(2,2),PP(5,2),1,1,0,1,PLANTAX,PLANTAY
DO DIMVER WITH PP(6,1)-DISTAL_L,PP(6,2),PP(5,2),1,3,0,1,PLANTAX,PLANTAY
DO DIMVER WITH PP(7,1)-DISTAL_L,PP(7,2),PP(6,2),1,3,0,1,PLANTAX,PLANTAY
DO DIMVER WITH PP(8,1)-DISTAL_L,PP(8,2),PP(7,2),1,3,0,1,PLANTAX,PLANTAY
DO DIMVER WITH PP(3,1)-DISTAL_L,PP(3,2),PP(8,2),1,3,2,1,PLANTAX,PLANTAY

```

```

IF DISTAL_L > 0
DO DIMHOR WITH PP(2,1)-DISTAL_L,PP(2,2),PP(2,1),1,1,0,1,PLANTAX,PLANTAY
DO DIMHOR WITH PP(2,1)+A->LL,PP(2,2),PP(2,1),1,3,0,1,PLANTAX,PLANTAY
DO DIMHOR WITH PP(2,1)+A->LL+DISTAL_L,PP(2,2),PP(2,1)+A->LL,1,3,1,1,PLANTAX,PL
DO DIMHOR WITH PP(3,1)-DISTAL_L,PP(3,2),PP(3,1)+A->L-DISTAL_L,0,1,1,1,PLANTAX,
ELSE
DO DIMHOR WITH PP(3,1),PP(3,2),PP(3,1)+A->LL,0,1,1,1,PLANTAX,PLANTAY
ENDIF

```

```

*****
**          C O R T E   T R A N S V E R S A L          ***
*****
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'GEOMETRIA CORTE TRANSVERSAL

```

```

DO PLINEE
FOR I=1 TO 21
&AB
&RE SLP(I)
ENDFOR
&AB
&RE 'CLOSE'

```

```

* DIMENS. HORIZONTAL LECHO SUPERIOR ***
DISTA=DISTAN(1)
COTAS=COTASS(1)
FE=FES(1)
DO FLECHA WITH A->TAMAFLEC
DO LETRA WITH A->ESCACOT
DO DIMHOR WITH P(1,1),P(1,2)+DISTA/2,P(21,1),1,1,0,0,0,0
FOR I=20 TO 17 STEP -1
DO DIMHOR WITH P(I,1),P(I,2)+DISTA/2,0,1,3,0,0,0,0
ENDFOR
* DIMS HOR. PARTE MEDIA E INF. ALMA
IF P(3,1) <> P(4,1)
PUNTOY= P(4,2)+1
DO DIMHOR WITH P(4,1),PUNTOY,P(7,1),1,2,0,0,0,0
DO DIMHOR WITH P(11,1),P(11,2),P(14,1),1,2,0,0,0,0
ENDIF
DO DIMHOR WITH P(5,1),P(5,2)-DISTA/4,P(6,1),0,2,0,0,0,0
DO DIMHOR WITH P(12,1),P(12,2)-DISTA/2,P(13,1),0,2,0,0,0,0

```

```

* DIMS. VERTICAL IZQ. *****
NO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'COTAS VERTICALES
@ATO=&AL P(1,1)-DISTA/2,7,1)
@ATO1=&AL P(1,1)-DISTA,7,1)

NO DIMVER WITH P(1,1)-DISTA/2,P(1,2),P(2,2),1,2,0,0,0,0 && p1-2
IF P(3,2)<>P(4,2) && p3-4
DO DIMVER WITH P(1,1)-DISTA/2,P(3,2),P(4,2),1,2,0,0,0,0
ENDIF
NO DIMVER WITH P(1,1)-DISTA/2,P(4,2),P(5,2),1,2,0,0,0,0 && p4-5
NO DIMVER WITH P(17,1)+DISTA/2,P(17,2),P(13,2),0,2,1,0,0,0

```

```

* SALVA BLOQUE FRENTE *****
NO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'SALVA BLOQUE
NO SALVA WITH 'FRENTE',XX,YY,XX,YY,P(17,1),P(17,2),DISTA &&PIVOTE,COOR,SEPAR.
*****
***** GENERA ARMADO DE CORTE TRANSVERSAL (SOLO PARTE IZQ.)
*****

```

```

AMDI = .F.
LEMAFIN=' '
IF A->MALLA <> 0
  ARTRA = A->MALLA
  ARLON = A->MALLA
  LEMALLA='MALLA DEL # '
ELSE
  LEMALLA='VAR. # '
  IF A->APARTV=0
    REPLACE A->APARTV WITH A->APARLV,A->APARTS WITH A->APARLS
  ENDIF
  IF A->APARTV = A->APARLV .AND. A->APARTS = A->APARLS
    AMDI = .T.
    LEMAFIN=' AD'
  ENDIF
  ARTRA = A->APARTV
  ARLON = A->APARLV
ENDIF

```

```

* DE P5 A CRUCE ESTRIBO Y ARMADO TRANSVERSAL (PARALELO A ESTRIBO PERO EN FIBRA
LONGI1 = (P(1,2)-P(5,2)-A->RECUBRI-DIARMT)*(P(5,1)-P(4,1)) / (P(4,2)-P(5,2))
LONGI = P(5,1)-LONGI1+DISX-P(1,1)-A->RECUBRI-DIARML/2 && DIST. IZQ. ALMA
COORXS = P(5,1)-LONGI1+DISXI && PUNTO SUP. INTERNO ESTRIBO Y ARM. TRANS.
LONGI5=LONGI

```

```

DECLARE LEYE(3),CODIGO(3)
STORE ' ' TO LEYE,CODIGO
LEYE(1)='ARMADO LECHO SUPERIOR '
LEYE(2)='ARMADO LECHO INFERIOR '
LEYE(3)='TORONES '
CODIGO(1)='LESUAL'
CODIGO(2)='LEINAL'
CODIGO(3)='ACPRAL'

```

```

***** ARMADO LECHO SUPERIOR, INFERIOR Y TORONES *****
* ( SOLO LA MITAD DEL ALMA IZQUIERDA )

```

```

DECLARE ARRLS(16,4),ARRLI(16,4),ARRTO(16,4)
STORE 0 TO ARRLS,ARRLI,ARRTO,YMAYTO
STORE 1000000 TO YMENLS
DO LAYERS WITH 4
FOR I =1 TO 3
  I1=0
  DO IMAGEN
  @ REN123,COLIMA SAY LEYE(I)
  SELE 7 && ARMADO
  SET FILTER TO ACODIGO=CODIGO(I) .AND. ANOMELE=VPLANO
  GO TOP
  DO CASOARR
  IF .NOT. EOF()
    DO WHILE .NOT. EOF()
      SELE 8 && GENERA
      RADVAR=G->ADIAMET*2.54/16
      IF I=1
        DIAMVARI=DIARMT
        DIAMVAOP=DIAES
      ELSE
        DIAMVARI=DIAES
        DIAMVAOP=DIARMT
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF

```

```

** CALCULA MAX. DIST VERTICAL
MAXDIS = P(1,2)-P(5,2)- A->RECUBRI - DIAMVAOP-RADVAR

```

```

IF G->ADISFIB > MAXDIS  && DIST. MAX. VERTICAL
  REPLACE G->ADISFIB WITH MAXDIS
ENDIF
** calcula min. dist. vertical
MINDISVE=A->RECUBRI+DIAMVARI+RADVAR
IF G->ADISFIB < MINDISVE
  REPLACE G->ADISFIB WITH MINDISVE
ENDIF
** CALCULA DISTANCIA HORIZONTAL SEGUN DIST. A FIBRA Y VARILLA

IF I=1  && LECHO SUPERIOR
  CORYY=P(1,2)-G->ADISFIB
  DISTX=((G->ADISFIB+A->LOESEX)/TAN(DTOR(ALFA)))
  DISTX=(PDEINSUX-PIZINSUX)/2-DISTX -RADVAR
  IF CORYY<YMENLS  && COORD. "Y" DEL L.S. MAS BAJO
    YMENLS=CORYY
  ENDIF
ELSE  && LECHO INFERIOR Y TORONES
  CORYY=P(5,2)+G->ADISFIB
  DISTX=((G->ADISFIB-A->RECUBRI-DIAMVARI)/TAN(DTOR(ALFA)))
  DISTX=DISTX+(PDEININX-PIZININX)/2 - RADVAR
  IF CORYY>YMATO  && COORD."Y" DEL TORON MAS ALTO
    YMATO=CORYY
  ENDIF
ENDIF
** calcula maxima dist. horiz
IF G->ADISEJE> DISTX  && DISTANCIA MAX HORIZ.
  REPLACE G->ADISEJE WITH DISTX
ENDIF
CORXX=(P(5,1)+P(6,1))/2-G->ADISEJE
REPLACE G->ACOOX WITH CORXX,G->ACOOY WITH CORYY
DO CIRCULO WITH CORXX,CORYY,RADVAR
IF I=3  && TORONES
  DO TORONES  && DIBUJA LINEAS DENTRO DE CIRCULO.
ENDIF

** GUARDA # VARILLA Y CANTIDAD
REGL = 0
FOR J1=1 TO I1
  IF G->ADIAMET = &ARR(J1,1)
    REGL = J1
  ENDIF
ENDFOR
IF REGL = 0
  I1=I1+1
  REGL = I1
  &ARR(REGL,1) = G->ADIAMET  && ALTA # VARILLA
ENDIF
&ARR(REGL,2)=&ARR(REGL,2)+1  && SUMA VARILLAS IGUALES
IF G->ADISEJE <> 0  && CUENTA LAS SIMETRICAS
  &ARR(REGL,2)=&ARR(REGL,2)+1  && SUMA VARILLAS IGUALES
ENDIF

SELE 7  && ARMADO
SKIP
ENDDO  && WHILE NOT EOF
ENDIF  && IF NOT EOF
ENDFOR  && FOR I=1 TO 3
*****
* ARMADO POR TEMPERATURA
SELE 8

```

```
FOR I=YMENLS-A->TEMPSEP TO YMAYTO STEP -A->TEMPSEP
  POSXT=(I-PIZININY)/TAN(DTOR(ALFA))
  RADIO=A->TEMPVAR*2.54/16
  DO CIRCULO WITH PIZINIX-POSXT+RADIO,I,RADIO
ENDFOR
```

```
** COPIA CON MIRROR LA OTRA MITAD DEL ARMADO DEL ALMA
DO IMAGEN
```

```
EREN123,COLIMA SAY 'COPIA CON MIRROR ARMADO ALMA
SELE 8
```

```
P56X= (P(5,1)+P(6,1))/2
```

```
DO MIRROR WITH P(1,1),P(1,2),P56X,P(5,2),1
```

```
*****
```

```
* ARMADO TRANSVERSAL PATIN
```

```
DO IMAGEN
```

```
@EREN123,COLIMA SAY 'ARMADO TRANSVERSAL PATIN
```

```
LONGI=(P(17,1)-P(1,1))/2 - A->RECUBRI
```

```
DO PLINEE
```

```
DO PLINE WITH P(1,1)+A->RECUBRI+LONGI,P(1,2)-A->RECUBRI,;
```

```
P(1,1)+A->RECUBRI,P(1,2)-A->RECUBRI
```

```
DO PLINE WITH P(1,1)+A->RECUBRI,P(1,2)-A->RECUBRI-DIARMT,;
```

```
P(1,1)+A->RECUBRI+LONGI,P(1,2)-A->RECUBRI-DIARMT
```

```
&AB
```

```
***** REDONDEA ORILLAS
```

```
RADIORE1=5 && TAMANO A DIVIDIR DISTANCIAS PARA REDONDEO DE VARILLAS
DO FILLET WITH DIARMT/RADIORE1,P(1,1)+A->RECUBRI,P(1,2)-A->RECUBRI
```

```
* ARMADO LONGIT CIRCULOS IZQ. PATIN
```

```
DO IMAGEN
```

```
EREN123,COLIMA SAY 'ARMADO LONGITUDINAL PATIN
```

```
IF A->APARLS <> 0
```

```
CANT = INT(LONGI5/A->APARLS)+1
```

```
ENDIF
```

```
ALTO = P(1,2)-A->RECUBRI-DIARMT-DIARML/2
```

```
DO CIRCULO WITH P(1,1)+A->RECUBRI+DIARML/2,ALTO,DIARML/2
```

```
*COPIA LOS CIRCULOS 'CANT' VECES
```

```
IF CANT >1
```

```
ALTO1 = P(1,2)-A->RECUBRI-DIARMT
```

```
DO ARREGLO WITH P(1,1)+A->RECUBRI,ALTO1,CANT,A->APARLS
```

```
ENDIF
```

```
* ARMADO LONGIT CIRCULOS DER. PATIN
```

```
LONGI = P(6,1)+LONGI1-DISX
```

```
LONGI4 = LONGI-P(1,1)
```

```
LONGI2 = A->BB/2-LONGI4-A->APARLS
```

```
IF A->APARLS <> 0
```

```
CANT = INT(LONGI2/A->APARLS)+1
```

```
ENDIF
```

```
LONGI3=LONGI+A->APARLS+DIARML/2
```

```
LONGI3C=LONGI3
```

```
DO CIRCULO WITH LONGI3,ALTO,DIARML/2
```

```
*COPIA LOS CIRCULOS 'CANT' VECES
```

```
IF CANT >1
```

```
DO ARREGLO WITH LONGI+A->APARLS,ALTO-DIARML,CANT,A->APARLS
```

```
ENDIF
```

```
** REvisa SI FALTA UNA VARILLA AL CENTRO.
```

```
IF CANT-1>0
```

```
IF LONGI2 - (CANT-1)*A->APARLS > A->APARLS/2
```

```
DO CIRCULO WITH (P(1,1)+P(17,1))/2,ALTO,DIARML/2
```

```

ENDIF
ENDIF
*****
**      ** ARMADO DE ESTRIBOS EN ALMA
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'ARMADO DE ESTRIBOS EN ALMA
* COORDENADAS PARA COTA ESTRIBO
LONGI6 = ((P(1,2)-P(5,2)+A->LOESEX/2)*(P(5,1)-P(4,1)) / (P(4,2)-P(5,2)))
COORDX6 = P(13,1)+LONGI6-DISX
COORDY6 = P(1,2)+A->LOESEX/2
DO PLINEE
DO PLINE WITH PIZXSUX,PIZXSUY,PIZEXINX,PIZEXINY
DO PLINE WITH PDEEXINX,PDEEXINY,PDEXSUX,PDEXSUY
&AB
** LINEA INTERIOR DE VARILLAS PUNTOS SUP. IZQ.,P5,P6, PUNTO SUP DER
DO PLINEE
DO PLINE WITH PIZINSUX,PIZINSUY,PIZININX,PIZININY
DO PLINE WITH PDEININX,PDEININY,PDEINSUX,PDEINSUY
&AB
** ZOOM PARA REDONDEAR ORILLAS
&AB
&RE 'ZOOM W'
&AB
&RE &AL P(4,1),7,2))+','+'&AL (P(4,2)+P(5,2))/2,7,2))
&AB
&RE &AL P(7,1),7,2))+','+'&AL P(6,2),7,2))
***** REDONDEA ORILLAS
DO FILLET WITH (P(6,1)-P(5,1)-2*DISX)/RADIORE1,PIZEXINX,PIZEXINY
DO FILLET WITH (P(6,1)-P(5,1)-2*DISXI)/RADIORE1,PIZININX,PIZININY
* COPIA CON MIRROR LA OTRA MITAD DE LA TRABE
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'COPIA CON MIRROR LA OTRA MITAD
&AB
&RE 'ZOOM ALL'
PMX=(P(1,1)+P(17,1))/2
DO MIRROR WITH P(1,1),P(1,2)+A->LOESEX,PMX,P(5,2),1
***** DIMENSIONAMIENTO CORTE TRANSVERSAL *****
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'DIMENSIONAMIENTO CORTE TRANSVERSAL
DO LAYERS WITH 2
* ARMADO LONGITUDINAL
POSX= LONGI3C
POSY= ALTO+DIARML/2
LEYENDA= LEMALLA+&AL A->APARLV))+ ' @ '+&AL A->APARLS))+LEMAFIN
DO DLEADER WITH POSX,POSY,LEYENDA,1,1,0 && ARRIBA =1,INICIO =1,FIN =1
* ARMADO TRANSVERSAL SI ES DIF. AL LONGI.
IF .NOT. AMDI && AMBAS DIRECCIONES
POSX = LONGI3C+A->APARLS/2
POSY = P(1,2)-A->RECUBRI
LEYENDA = 'VAR. # '+&AL A->APARTV))+ ' @ '+&AL A->APARTS))
DO DLEADER WITH POSX,POSY,LEYENDA,0,0,0
ENDIF
* armado por temperatura
POSX=(VMENLS-A->TEMPSEP-PIZININY)/TAN(DTOR(ALFA))
RADIOT=A->TEMPVAR*2.54/16
LEYENDA='VAR # '+&AL A->TEMPVAR))+ ' @ '+&AL A->TEMPSEP))

```



```

SELE 8
&AB
&RE 'EXIT'
RAD1=((P(7,2)-P(6,2))+DISTA)/2    && RADIO DEL CIRCULO DETALLE 2
CEN1Y=P(6,2)-2*DISTA+RAD1
LEAD1X=(P(5,1)+P(6,1))/2+RAD1*SIN(DTOR(45))
LEAD1Y=CEN1Y-RAD1*SIN(DTOR(45))
DO CIRCULO WITH (P(5,1)+P(6,1))/2,CEN1Y,RAD1
DO DLEADER WITH LEAD1X,LEAD1Y,'VER DETALLE 2',0,1,1 &&ABA,INI,FIN
DO SALVA WITH 'CORTRA',XX,YY,XX,LEAD1Y,P(17,1),P(17,2)+A->LOESEX-DISTA,DISTA
&AB
&RE 'COPS'
DO FLECHA WITH A->TAMAFLEC *FACTOR6
DO LETRA WITH A->ESCACOT * FACTOR6
INI=1
ENDIF
DO IMAGEN
@ REN123,COLIMA SAY 'LEYENDAS PARA '+LEVE(I)

SELE 7 && ARMADO
SET FILTER TO ACODIGO=CODIGO(I) .AND. ANOMELE=VPLANO
GO TOP
DO CASOARR
STORE 0 TO CONT,FACTOR,FAC
IF .NOT. EOF()
DO WHILE .NOT. EOF()
SELE 8 && GENERA
RADVAR=G->ADIAMET*2.54/16
** BUSCA EN QUE RENGLON ESTA LA VARILLA PARA OBTENER # A IMPRIMIR
K=1
DO WHILE G->ADIAMET <> &ARR(K,1)    && ARR(1)=L.S, (2)=L.I. (3) TORON
K=K+1
ENDDO
IF &ARR(K,3) = 0 && COORD. X NO ASIGNADA
CONT = CONT + 1    && IZQ. DERECHA
IF MOD(CONT,2)=0
APU=3    && IZQ.
FAC=-1
ELSE
APU=1    && DER.
FAC=1
ENDIF
&ARR(K,3)= ACOAL(I,APU)+(DISTA/2*INT(FACTOR)*FAC)    && 2a. COOR. X
&ARR(K,4)= ACOAL(I,APU+1)+DISTA/2*INT(FACTOR)    && 2a. COOR. Y
FACTOR = FACTOR +.5
IMPLEY=.T.
ELSE
IMPLEY =.F.
ENDIF
** PASA COORDENADAS A PARAMETROS
COOR2X=&ARR(K,3)
COOR2Y=&ARR(K,4)

IF I=1
CORYY=P(1,2)-G->ADISFIB    &&-RADVAR
ELSE
CORYY=P(5,2)+G->ADISFIB    &&+RADVAR
ENDIF
CORXX=(P(5,1)+P(6,1))/2 - G->ADISEJE + RADVAR*FAC
CORXS=(P(5,1)+P(6,1))/2 + G->ADISEJE + RADVAR*FAC    && SIMETRICA
IF G->ADISEJE = 0    && SIMETRIA
SIMETR=.F.

```

```

ELSE
  SIMETR=.T.
ENDIF

IF IMPLY && IMPRIME LEYENDA ( 1a. VEZ)
DO LEVELITO
ENDIF

DO DLEADER1 WITH CORXX,CORYY,COOR2X,COOR2Y,LEYEN,FAC,INI && FAC 1=DER,-1
INI = 0
IF SIMETR
  *LEYEN = '.'
  DO DLEADER1 WITH CORXS,CORYY,COOR2X,COOR2Y,LEYEN,FAC,INI
ENDIF
SELE 7 && ARMADO
SKIP
ENDDO && WHILE NOT EOF
ENDIF && IF NOT EOF
ENDFOR && FOR I=1 TO 3
SELE 8
&AB
&RE 'EXIT'

```

\*\*\*\*\*

```

* DIM. VERTICAL DE ACERO EN L.I. Y TORONES DEL ALMA
SELE 7
USE ARMADO
SENTIDO = 'A'
YESTINT= P(5,2)+A->RECUBRI+DIAES && LOS TANGENTES AL ESTRIBO NO LOS TOME
PIX=&AL P(4,1),8,3))
PIY=&AL P(5,2),8,3))
P2X=P(4,1)

DO IMAGEN
&REN123,COLIMA SAY 'DIM. VERTICAL LECHO INF. Y TORONES CORTE TRANSVERSAL'

SELE 8
DO FLECHA WITH A->TAMAFLEC*FACTOR6
DO LETRA WITH A->ESCACOT*FACTOR6
DO DIVEACAL WITH SENTIDO,2,YESTINT,PIX,PIY,P2X && dim ver acero alma C.T.

DO FLECHA WITH A->TAMAFLEC*FES(1)
SELE 7
USE ARMADO
DO SORT1
SELE 8
DO LEACCOLO WITH SENTIDO,2,YESTINT,PIX,PIY,P2X && leye.toron corte long

DO UNIDAD WITH 0
DO FLECHA WITH A->TAMAFLEC
DO LETRA WITH A->ESCACOT

```

```

*****
* INSERTA Y SALVA BLOQUE
DO INSERTA WITH NOMBRE(1),DATOA(1),1,1 &&NOMBRE,PUNTO A INSERT. Y ESC.
** EXPLODE PARA SALVAR SOLO PARTE DEL ALMA
&AB
&RE 'EXPLODE LAST'
&AB
&RE 'TRIM' && CORTA LO QUE SOBRA ARRIBA DEL CIRCULO DETALLE 2
&AB
&RE &AL (P(5,1)+P(6,1))/2,8,3))+' '+&AL CEN1Y-RAD1,8,3))

```

```

&AB
&AB
&RE SLP(4)
&AB
* CALCULA COORD. PUNTO INTERMEDIO PARA FIBRA DERECHA A 1.1*RADIO
ALFA = ATAN(DTOR((P(7,2)-P(6,2))/(P(7,1)-P(6,1))))
NUEVAX = (CEN1Y-P(6,2)+1.1*RAD1) * SIN(DTOR(ALFA)) + P(6,1)
NUEVAY = (CEN1Y-P(6,2)+1.1*RAD1) * COS(DTOR(ALFA)) + P(6,2)
&RE &AL NUEVAX,8,3))+','+'&AL NUEVAY,8,3))

&AB
&RE &AL PIZEXSUX,8,3))+','+'&AL PIZEXSUY,8,3))
&AB
&RE &AL PIZINSUX,8,3))+','+'&AL PIZINSUY,8,3))
&AB
&RE &AL PDEINSUX,8,3))+','+'&AL PDEINSUY,8,3))
&AB
&RE &AL PDEXSUX,8,3))+','+'&AL PDEXSUY,8,3))
&AB
&RE &AL LEAD1X,8,3))+','+'&AL LEAD1Y,8,3))    && FLECHA DET. 2
&AB
*****
*ALTURAY=(P(3,1)-P(5,2))*7
** borra dim. hor. inferior de alma
DO BORRA WITH 1,P(5,1),P(5,2)-DISTAN(1),P(6,1),P(6,2)-1
DO SALVA WITH 'DETADOS', (P(5,1)+P(6,1))/2,P(5,2),P(3,1),YY-DISTA,P(9,1),CEN1Y+RA
** BORRA RESTO DE FIGURA
DO BORRA WITH 1,XX-DISTA,LEAD1Y-2*DISTA,P(17,1)+DISTA,P(17,2)+A->LOESEX

*****
** INSERTA BLOQUES A OTRA ESCALA: FRENTE,FRENTE,CORTE TRANS,DETALLE 2
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'INSERTA BLOQUES A OTRA ESCALA

FOR I=1 TO 4
DO INSERTA WITH NOMBRE(I),DATOA(I),FES(I),FES(I)    &&NOMBRE,PUNTO A INSERT. Y ES
ENDFOR
*****
* LEYENDAS: LEYENDA, X izq, Y izq, X der,ESCALA
&AB
&RE 'STYLE'
&AB
&AB
&AB
&RE &AL A->TAMALEY,8,2))
FOR I=1 TO 5
&AB
ENDFOR
DO LAYERS WITH 4
DO LEYENDA WITH '%&u CORTE TRANSVERSAL ',A->CORTEX+A->CORTEX/2,A->CORTEY-6
DO LEYENDA WITH '%&u DETALLE 2 ',A->DETADOSX,A->DETADOSY-6
DO LEYENDA WITH '%&u CORTE LONGITUDINAL ',A->CORTELX+A->CORLTAX/2,A->CORTELY-6
DO LEYENDA WITH '%&u ELEVACION ',A->ELEVAX+A->ELETAX/2,A->ELEVAY-5
DO LEYENDA WITH '%&u PLANTA ',PLANTAX+A->L/2*FES(7),PLANTAY-4

*****
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'LIMITES Y MARGEN
** LIMITES
&AB
&RE 'LIMITS'
&AB

```

```

&RE '0,0'
&AB
&RE &AL A->TAMX))+','+LTRIM(STR(A->TAMY))

** MARGEN ( 3 CMS MARGEN IZQ. Y 1.5 CMS LOS DEMAS
DO LAYERS WITH 4
DO PLINEE
DO PLINE WITH 3.0,1.5,A->TAMX-1.5,1.5
DO PLINE WITH A->TAMX-1.5,A->TAMY-1.5,3.0,A->TAMY-1.5
&AB
&RE 'CLOSE'
*****
DO IMAGEN
@REN123,COLIMA SAY 'LOGOS
** LOGO EMPRESA, CLIENTE, PIE DE PLANO, DETALLE REFUERZO, NOTAS GRALES.
DECLARE LOGO1(5),POSIL(5)
STORE SPACE(16) TO LOGO1
STORE ' ' TO POSIL
LOGO1(1)='INSERT LOGORIOB'
LOGO1(2)='INSERT '+ALLTRIM(A->LOGOCLI)
LOGO1(3)='INSERT PIEPLANO'
LOGO1(4)='INSERT DETAREFU'
LOGO1(5)='INSERT NOTAS'
POSIL(1)=&AL A->TAMX-3.0,7,1))+',3.0'
STORE POSIL(1) TO POSIL(2),POSIL(3),POSIL(5)
POSIL(4)=&AL A->TAMX-3.0,7,1))+','+&AL A->TAMY-3.0,7,1))

FOR I=1 TO 5
  &AB
  &RE LOGO1(I)
  &AB
  &RE POSIL(I)
  &AB
  &RE '1 1 0'  && ESCALA X, Y, ROTACION
ENDFOR

&AB
&RE 'ZOOM E'

RETURN

PROCEDURE IMAGEN
COL123=COL123+2
@ 14,COL123 SAY "■"
RETURN

```

```
*****
*
*      TESIS PROFESIONAL.  UNIVERSIDAD LA SALLE
*      PROCEDIMIENTO DE RUTINAS
*
*      ALEJANDRO TORTOLERO Y L.          AGO/91
*****
```

```
** PARA FLECHAS EN LEYENDAS
```

```
PROCEDURE DLEADER
```

```
PARAMETERS PU1,PU2,LEYEN,ARR,INI,FIN
```

```
IF ARR=1
```

```
    FACTOR =1
```

```
ELSE
```

```
    FACTOR =-1
```

```
ENDIF
```

```
&AB
```

```
IF INI=1
```

```
    &RE 'DIM LEADER'
```

```
ELSE
```

```
    &RE 'LEADER'
```

```
ENDIF
```

```
&AB
```

```
&RE (&AL PU1,8,3))+','+'&AL PU2,8,3))
```

```
&AB
```

```
&RE (&AL PU1+DISTA,8,3))+','+'&AL PU2+DISTA*FACTOR,8,3))
```

```
&AB
```

```
&RE (&AL PU1+2*DISTA,8,3))+','+'&AL PU2+DISTA*FACTOR,8,3))
```

```
&AB
```

```
&AB
```

```
&RE LEYEN
```

```
IF FIN =1
```

```
    &AB
```

```
    &RE 'EXIT'
```

```
ENDIF
```

```
RETURN
```

```
** COTAS ESTRIBO DERECHA.  FLECHAS
```

```
PROCEDURE DLEADER1
```

```
PARAMETERS P1X,P1Y,P2X,P2Y,LEYEN,DER,INI
```

```
&AB
```

```
IF INI=1
```

```
    &RE 'DIM LEADER'
```

```
ELSE
```

```
    &RE 'LEADER'
```

```
ENDIF
```

```
IF DER <> 1
```

```
    DER = -1
```

```
ENDIF
```

```
&AB
```

```
&RE (&AL P1X,8,3))+','+'&AL P1Y,8,3))
```

```
&AB
```

```
&RE (&AL P2X,8,3))+','+'&AL P2Y,8,3))
```

```
&AB
```

```
&RE (&AL P2X+DISTA/5*DER,8,3))+','+'&AL P2Y,8,3))
```

```
&AB
```

```
&AB
```

```
&RE LEYEN
```

```
RETURN
```

```
PROCEDURE DLEADER2
```

```
PARAMETERS PP1X,PP1Y,PP2X,PP2Y,LEYEN,SEPARA,INI,FIN
```

```
&AB
```

```

IF INI=1
  &RE 'DIM LEADER'
ELSE
  &RE 'LEADER'
ENDIF
IF PP2X > PP1X
  DER = 1  && DER.
ELSE
  DER = -1
ENDIF
&AB
&RE &AL PP1X,8,3))+' '+&AL PPLY,8,3))
&AB
&RE &AL PP2X,8,3))+' '+&AL PP2Y,8,3))
&AB
&RE &AL PP2X+SEPARA*DER,8,3))+' '+&AL PP2Y,8,3))
&AB
&RE LEYEN
IF FIN=1
  &AB
  &RE 'EXIT'
ENDIF
RETURN

PROCEDURE CASOARR  && PARA ARREGLO QUE GUARDA VARILLAS,CANTIDAD
DO CASE
CASE G->ACODIGO='LESUAL'          && Y UBICACION DE 2a. COORDENADA DIM. ALMA.
  ARR='ARRLS'
CASE G->ACODIGO='LEINAL'
  ARR='ARRLI'
OTHERWISE
  ARR='ARRTO'
ENDCASE
RETURN
*
* PARA ORDENAR VARILLAS DE ARMADO. ORDEN ASCENDENTE O DESCENDENTE
PROCEDURE SORT1
SELE 7
SET FILTER TO  && DEL 7 ARMADO
IF FILE('ARMAFILT')
  RUN DELETE ARMAFILT.DBF
ENDIF
SORT TO ARMAFILT ON ACODIGO1/A,ACOORY/&SENTIDO,ACOOX/A FOR ANOMELE=VPLANO
USE ARMAFILT
RETURN

PROCEDURE DIVEACAL  && DIM. VERTICAL ACERO ALMA
PARAMETERS SENTIDO,CODIGO3,YESTINT,PLX1,PLY1,P2X1
DO SORT1
SET FILTER TO ACODIGO1 = CODIGO3  && SOLO LECHO INF. Y TORONES
GO TOP
CONT=1
COORYANT = G->ACOORY  &&VAL(PLY1) ANTES
CODIANT=G->ACODIGO
DO WHILE .NOT. EOF()
  RADIO=ADIAMET*2.54/16
  IF ABS(G->ACOORY - YESTINT) > RADIO*2+.01 .AND. COORYANT <> G->ACOORY
    SELE 8
    &AB
    IF CONT=1
      CONT =2

```

```

&RE 'DIM VER'
ELSE
&RE 'VER'
ENDIF
&AB
&RE P1X1+', '+&AL COORYANT,8,3))+' '+P1X1+', '+&AL G->ACOORY,8,3))
&AB
&RE &AL P2X1-DISTA(2,8,3))+' '+&AL G->ACOORY,8,3))
COORYANT= G->ACOORY
CODIANT=G->ACODIGO
&AB

ENDIF
SELE 7
SKIP
IF G->ACODIGO<>'LESUAL' .AND. CODIANT='LESUAL'
FACTLSY=A->CORTELY+(COORYANT-YY-RADIO)*FES(6)  && altura L.S. mas bajo
ENDIF
ENDDO
SELE 8
IF CONT =2
&AB
&RE 'EXIT'
ENDIF
FACTO26 = A->CORTELY+(COORYANT-YY)*FES(6)  && altura toron superior
RETURN

```

```

PROCEDURE UNIDAD  && CAMBIAR DECIMALES
PARAMETERS DECIMALES
&AB
&RE 'UNITS'
&AB
&AB
&RE &AL DECIMALES))  && DECIMALES
&AB
&AB
&AB
&AB
RETURN

```

```

PROCEDURE LETRA
** TAMANO DE LA LETRA *****
PARAMETERS TAMALET
&AB
&RE 'STYLE'
&AB
&AB
&AB
&RE &AL TAMALET,7,2))  && TAMA;O LETRA
FOR K3=1 TO 5
&AB
ENDFOR
RETURN

```

```

PROCEDURE FLECHA  && TAMA;O DE LAS FLECHAS
PARAMETERS TAFLECHA
&AB
&RE 'DIM DIMASZ'
&AB

```

```
&RE &AL TAFLECHA,7,2))    && TAMANO DE LAS FLECHAS
&AB
&RE 'EXIT'
```

```
PROCEDURE SALVA    && SALVA EL BLOQUE
PARAMETERS NOMBLOCK,PIVX,PIVY,XINIC,YINIC,XFIN,YFIN,SEPAR2
&AB
&RE 'ZOOM ALL'
&AB
&RE 'BLOCK '+ALLTRIM(NOMBLOCK)
&AB
&RE &AL PIVX,7,1))+' '+&AL PIVY,7,1))    && PIVOTE
&AB
&RE 'C '+&AL XINIC-SEPAR2,8,3))+' '+&AL YINIC-SEPAR2,8,3))
&AB
&RE &AL XFIN+SEPAR2,8,3))+' '+&AL YFIN+SEPAR2,8,3))
&AB
RETURN
```

```
PROCEDURE INSERTA    && INSERTA BLOQUE
PARAMETERS NOMBINSE,PUNTINSE,ESCAINSE,ESCAV
&AB
&RE 'INSERT '+ALLTRIM(NOMBINSE)
&AB
&RE PUNTINSE    && PUNTO A INSERTAR LAS 2 COORDENADAS
&AB
&RE &AL ESCAINSE,8,2))    && ESCALA X
&AB
&RE &AL ESCAV,8,2))    && ESCALA Y
&AB
&& ROTACION
RETURN
```

```
PROCEDURE CIRCULO    && CIRCULOS
PARAMETERS CENX,CENY,RADCIR
&AB
&RE 'CIRCLE '
&AB
&RE &AL CENX,8,3))+' '+&AL CENY,8,3))+' '+&AL RADCIR,8,3))
RETURN
```

```
PROCEDURE LEYENDA    && TEXTO
PARAMETERS TEXTO,PCX,PCY    && PUNTO CENTRAL X,Y
&AB
&RE 'TEXT C '+&AL PCX,8,3))+' '+&AL PCY,8,3))
&AB
&RE '0'
&AB
&RE TEXTO
RETURN
```

```
PROCEDURE DIMHOR    && DIMEN. HORIZONTAL
PARAMETERS XINI,YINI,XFIN,ARRIBA,INICIO,FINAL,CALCDIST,PIVX,PIVY
* NOTA. Cuando es CONT, el 3er. parametro debe ser el punto con
* el que obtendra la distancia a escribir (CALDIST=1)
&AB
DO CASE
CASE INICIO =1
&RE 'DIM HOR'
CASE INICIO =2
&RE 'HOR'
```

```

OTHERWISE
  &RE 'CONT'
ENDCASE
IF ARRIBA <> 1
  ARRIBA = -1
ENDIF

&AB
IF CALCDIST = 0
  PUNTOXI=XINI
  PUNTOYI=YINI
  PUNTOXF=XFIN
ELSE
  PUNTOXI=PIVX+(XINI-PIVX)*FE
  PUNTOYI=PIVY+(YINI-PIVY)*FEY
  PUNTOXF=PIVX+(XFIN-PIVX)*FE
ENDIF
YINIS = &AL PUNTOYI+ARRIBA*DISTA/2,8,2))
IF INICIO <> 3  && NO ES CONT
  &RE &AL PUNTOXI,8,2))+' '+YINIS+' '+&AL PUNTOXF,8,2))+' '+YINIS+' '+;
  &AL PUNTOXI,8,2))+' '+&AL PUNTOYI+ARRIBA*DISTA,8,2))
  ELSE  && CONTINUACION
    &RE &AL PUNTOXI,8,2))+' '+YINIS
  ENDIF

&AB
IF CALCDIST>0
  &RE &AL ABS(XFIN-XINI),8,0))
ENDIF
IF FINAL =1
  &AB
  &RE 'EXIT'
ENDIF

RETURN

PROCEDURE DIMVER  && DIMEN. VERTICAL
PARAMETERS XINI, YINI, YFIN, IZQUIE, INICIO, FINAL, CALCDIST, PIVX, PIVY
&AB
DO CASE
CASE INICIO =1
  &RE 'DIM VER'
CASE INICIO =2
  &RE 'VER'
OTHERWISE
  &RE 'CONT'
ENDCASE
IF IZQUIE <> 1  && IZQ. = 1
  IZQUIE = -1
ENDIF
&AB
IF CALCDIST = 0
  PUNTOXI=XINI
  PUNTOYI=YINI
  PUNTOYF=YFIN
ELSE
  PUNTOXI=PIVX+(XINI-PIVX)*FE
  PUNTOYI=PIVY+(YINI-PIVY)*FEY
  PUNTOYF=PIVY+(YFIN-PIVY)*FEY
ENDIF
XINIS = &AL PUNTOXI-IZQUIE*DISTA/2,8,2))

```

```

IF INICIO <> 3
  &RE XINIS+', '+&AL PUNTOYI,8,2))+' '+XINIS+', '+&AL PUNTOYF,8,2))+' '+;
  &AL PUNTOXI-IZQUIE*DISTA,8,2))+' '+&AL PUNTOYF,8,2))
ELSE
  && CONTINUACION
  &RE XINIS+', '+&AL PUNTOYI,8,2))
ENDIF
&AB
IF CALCDIST =1
  &RE &AL ABS(YFIN-YINI),8,0))
ENDIF
IF FINAL =1
  &AB
  &RE 'EXIT'
ENDIF
RETURN

PROCEDURE LINEA
PARAMETERS P1X,P1Y,P2X,P2Y
&AB
&RE 'LINE'
&AB
&RE &AL P1X,8,2))+' '+&AL P1Y,8,2))+' '+&AL P2X,8,2))+' '+&AL P2Y,8,2))
&AB
RETURN

PROCEDURE ARREGLO   && COPIA UN OBJETO
PARAMETERS P1X,P1Y,COLUMNAS,SEPARAC  && OBJETO A COPIAR,
&AB
&RE 'ARRAY'
&AB
&RE &AL P1X,8,2))+' '+&AL P1Y,8,2))
&AB
&AB
&RE 'R 1 '+&AL COLUMNAS,3,0))+' '+&AL SEPARAC,7,1))
RETURN

PROCEDURE LINEA2   && DIBUJA VARILLAS CON 2 LINEAS
PARAMETERS P1X,P1Y,P22,DISTANC,HORI,POSIT
* El tercer parametro P22, es Xf para horizontal e Yf para vertical
* HORI =1 , HORI = 0 significa vertical
* POSIT =1  coloca la otra linea arriba o derecha
&AB
&RE 'LINE'
&AB
&RE &AL P1X,8,2))+' '+&AL P1Y,8,2))
&AB
IF HORI =1
  &RE &AL P22,8,2))+' '+&AL P1Y,8,2))
ELSE
  &RE &AL P1X,8,2))+' '+&AL P22,8,2))
ENDIF
&AB
&AB
&AB
IF HORI =1
  &RE &AL P1X,8,2))+' '+&AL P1Y+DISTANC*POSIT,8,2))+' '+&AL P22,8,2))+' '+;
  &AL P1Y+DISTANC*POSIT,8,2))
ELSE
  &RE &AL P1X+DISTANC*POSIT,8,2))+' '+&AL P1Y,8,2))+' '+&AL P1X+DISTANC*POSIT,8,
  &AL P22,8,2))

```

```

ENDIF
&AB
RETURN

PROCEDURE LEVELITO  && LEYENDAS ARMADO LECHO INF. Y TORONES
  IF &ARR(K,2)>1
    LEYEN3='S.'
  ELSE
    LEYEN3=''
  ENDIF
  *IF I=3
  IF G->ACODIGO='ACPRAL'
    LEYEN2=' TOR'
    LEYEN4=' DE '
    LEYEN5='1/2'
  ELSE
    LEYEN2=' VAR'
    LEYEN4=' # '
    LEYEN5=&AL &ARR(K,1))
  ENDIF
  LEYEN = &AL &ARR(K,2))+LEYEN2+LEYEN3+LEYEN4+LEYEN5
RETURN

PROCEDURE LEACCOLO  && leyendas acero corte longitudinal L.I. y TORONES
PARAMETERS SENTIDO, CODIGO3, YESTINT, P1X1, P1Y1, P2X1
STORE .6 TO FACTTOX, FACTLIX, FACTLSX  && PARA LEY. ARMADO LI, TOR, CORTE LONG
DO LETRA WITH A->ESCACOT*FES(1)  && tipo letra reducida
SELE 7
GO TOP
STORE 0 TO TOTVAR
STORE G->ACOORY TO COORYANT  &&VAL(P1Y1) ANTES
DO WHILE .NOT. EOF()
  * cuenta varillas iguales
  DO WHILE COORYANT = G->ACOORY .AND. .NOT. EOF()
    IF G->ADISEJE=0
      TOTVAR=TOTVAR+1
    ELSE
      TOTVAR = TOTVAR+ 2
    ENDIF
    SKIP
  ENDDO
  SKIP -1  && porque el registro deseado ya paso
  SELE 8
  ** DIBUJA EL ACERO PARA EL CORTE LONGITUDINAL **
  RADIO=G->ADIAMET*2.54/16
  ALTURA = G->ACOORY-YY
  IF ALTURA <= A->E  && abajo de nariz
    P1X=A->CORTELX+(PE(5,1)-PE(1,1))*FES(5)
    P2X=P1X+(PE(6,1)-PE(5,1))*FES(5)
  ELSE  && arriba nariz
    P1X=A->CORTELX
    P2X=P1X+(PE(10,1)-PE(1,1))*FES(5)
  ENDIF
  P1Y=A->CORTELY+(ALTURA+RADIO)*FES(6)

  * TORON HORIZONTAL
  DO LAYERS WITH 4
  DO LINEA2 WITH P1X,P1Y,P2X,2*RADIO*FES(6),1,-1  && HOR, 2a. linea abajo
  DO LAYERS WITH 2
  ** ESCRIBE EL DIAMETRO DE LA VARILLA
  DO CASOARR

```

```
K=16
&ARR(K,1)= G->ADIAMET
&ARR(K,2)=TOTVAR
STORE 0 TO TOTVAR
DO LEVELITO  && LEYENDA LECHO INF., TORON, ETC
```

\*\*\*\*\*

```
DO CASE
CASE G->ACODIGO='LEINAL'
  FACTLIX= FACTLIX-.2 && PARA IR MOV. A LA IZQ. LAS LEYENDAS
  PUN1X=A->CORTELX+(PE(6,1)-PE(5,1))*FES(5)*FACTLIX
  DO DLEADER2 WITH PUN1X,P1Y-2*RADIO*FES(6),PUN1X+1,A->CORTELY-.5,LEYEN,.
CASE G->ACODIGO='LESUAL'
  FACTLSX= FACTLSX-.2 && PARA IR MOV. A LA IZQ. LAS LEYENDAS
  PUN1X=A->CORTELX+(PE(6,1)-PE(5,1))*FES(5)*FACTLSX
  DO DLEADER2 WITH PUN1X,P1Y-2*RADIO*FES(6),PUN1X+1,FACTLSY-.5;
  ,LEYEN,.5,1,1 && SEP, INICIO Y FINAL
CASE G->ACODIGO='ACPRAL'
  FACTTOX=FACTTOX-.1
  FACTO26=FACTO26+.5 && PARA IR SUBIENDO LAS LEYENDAS
  PUN1X=A->CORTELX+(PE(6,1)-PE(5,1))*FES(5)*FACTTOX
  DO DLEADER2 WITH PUN1X,P1Y,PUN1X+1,FACTO26,LEYEN,.5,1,1 && SEPARAC. IN
ENDCASE
```

\*\*\*\*\*

```
SELE 7
SKIP
IF .NOT. EOF()
  COORYANT=G->ACOORY
ENDIF
```

```
ENDDO
SELE 7
USE ARMADO
SELE 8
RETURN
```

```
PROCEDURE BORRA
PARAMETERS VENTAN,XX11,YY11,XX22,YY22
```

```
&AB
IF VENTAN=1
  &RE 'ERASE C'
  &AB
  &RE &AL XX11,8,2))+' '+&AL YY11,8,2))+' '+;
  &AL XX22,8,2))+' '+&AL YY22,8,2))
```

```
ELSE
  &RE 'ERASE'
  &AB
  &RE &AL XX11,8,2))+' '+&AL YY11,8,2))
ENDIF
&AB
RETURN
```

```
PROCEDURE DIMHOR2 && dim. horizontal para estribos corte long.
PARAMETERS XINI,YINI,XFIN,ARRIBA,INICIO,FINAL,LEYENDA
```

```
&AB
DO CASE
CASE INICIO =1
  &RE 'DIM HOR'
CASE INICIO =2
  &RE 'HOR'
OTHERWISE
  &RE 'CONT'
ENDCASE
```

```
IF ARRIBA <> 1
  ARRIBA = -1
ENDIF
```

```
YINIS = &AL YINI+ARRIBA*DISTA/8,8,2))
```

```
&AB
IF INICIO <> 3  && NO ES CONT
  &RE &AL XINI,8,2))+' '+YINIS+' '+&AL XFIN,8,2))+' '+YINIS+' '+;
  &AL XINI,8,2))+' '+&AL YINI+ARRIBA*DISTA/4,8,2))
ELSE
  && CONTINUACION
  &RE &AL XFIN,8,2))+' '+YINIS
ENDIF
```

```
&AB
&RE LEYENDA
IF FINAL =1
  &AB
  &RE 'EXIT'
ENDIF
RETURN
```

```
PROCEDURE SEPAESTR  && separacion estribos corte long.
```

```
DECLARE LOES(3), SEES(3)
LOES(1)=A->ESALLS1  && long. secciones
LOES(2)=A->ESALLS2
LOES(3)=A->L/2-LOES(1)-LOES(2)
LOES13=LOES(1)+LOES(2)+LOES(3)
LOES12=LOES(1)+LOES(2)
SEES(1)=A->ESALS1S  && separacion secciones
SEES(2)=A->ESALS2S
SEES(3)=A->ESALS3S
```

```
DO CASE
  CASE LOES(1)=0 .OR. LOES(1)>A->LL/2
    LOES(1)= A->LL
    STORE 0 TO LOES(2),LOES(3)
  CASE LOES12 > A->LL/2 .OR. LOES(3)=0 .OR. LOES(2)=0
    LOES(2)= 2*(A->LL/2-LOES(1))
    LOES(3)=0
  OTHERWISE
    LOES(3)=2*(A->LL/2-LOES12)
ENDCASE
```

```
DO DIMESTAL WITH 1,0.5  && 1= DISTANCIAS
DO DIMESTAL WITH 0,1.0  && 0= @
&AB
&RE 'EXIT'
RETURN
```

```
PROCEDURE DIMESTAL  && dibuja lineas del dim. estribos corte long.
PARAMETERS DISTAE,DISTAYE  && distae:1=dimens.,2=@; distaye=altura dim.
```

```
XESIN=A->CORTELX+(PE(5,1)-PE(1,1))*FES(5)
XESINOR=XESIN
*DO DIMHOR2 WITH XESIN,A->CORTELY-DISTAYE,XESIN+LOES(1)*FES(5),0,1,0,LEYENDA
FOR I=1 TO 3
  IF I=1
    INICE=1  && DIM HOR
  ELSE
    INICE=3  && CONT
  ENDIF
  XESIN=XESIN+LOES(I)*FES(5)
  IF LOES(I)>0
    IF DISTAE=1
```

```

        LEYENDA=&AL LOES(I))
ELSE
    LEYENDA= '@ '+&AL SEES(I))
ENDIF
DO DIMHOR2 WITH XESINOR,A->CORTELY-DISTAYE,XESIN,0,INICE,0,LEYENDA
ENDIF
ENDFOR
*XESIN=A->CORTELY+A->LL/2*FES(5)
INICIO=2
IF LOES(3)=0
    INICIO=1
ENDIF
IF LOES(2)=0
    INICIO=0
ENDIF
FOR I=INICIO TO 1 STEP -1    && simetria
    XESIN=XESIN+LOES(I)*FES(5)
    IF LOES(I)>0
        IF DISTAE=1
            LEYENDA = &AL LOES(I))
        ELSE
            LEYENDA='@ '+&AL SEES(I))
        ENDIF
        DO DIMHOR2 WITH 0,A->CORTELY-DISTAYE,XESIN,0,3,0,LEYENDA
    ENDIF
ENDFOR
RETURN

```

```

PROCEDURE PLINEE

```

```

&AB
&RE 'PLINE'
RETURN

```

```

PROCEDURE PLINE

```

```

PARAMETERS PLX1,PLY1,PLX2,PLY2
&AB
&RE &AL PLX1,8,3))+' '+&AL PLY1,8,3))+' '+&AL PLX2,8,3))+' '+&AL PLY2,8,3))
RETURN

```

```

PROCEDURE FILLET                && REDONDEA ORILLAS

```

```

PARAMETERS RADIOF,PLX1,PLY1
&AB
&RE 'FILLET R'
&AB
&RE &AL RADIOF,8,3))
&AB
&RE 'FILLET P'
&AB
&RE &AL PLX1,8,3))+' '+&AL PLY1,8,3))
RETURN

```

```

PROCEDURE MIRROR                && COPIA CON MIRROR

```

```

PARAMETERS PIX,PIY,P2X,P2Y,DERECHA    && puntos del window y mirror line
&AB
&RE 'MIRROR C'
&AB
&RE &AL PIX,8,3))+' '+&AL PIY,8,3))+' '+&AL P2X,8,3))+' '+&AL P2Y,8,3))
&AB
&AB
IF DERECHA=1
    &RE &AL P2X,8,3))+' '+&AL P2Y,8,3))+' '+&AL P2X,8,3))+' '+&AL PIY,8,3))
ELSE    && izq.

```

```
    &RE &AL P1X,8,3))+', '+&AL P1Y,8,3))+ ' '+&AL P1X,8,3))+', '+&AL P2Y,8,3))
ENDIF
&AB
RETURN
```

```
PROCEDURE LINETYP1    && carga tipo de linea: dashed, etc.
PARAMETERS TIPO_LIN
&AB
&RE 'LINETYPE L'    && load
&AB
&RE TIPO_LIN
&AB
&AB
RETURN
```

```
PROCEDURE LINETYPE    && selecciona tipo linea ( previamente cargada )
PARAMETERS TIPO_LIN
&AB
&RE 'LINETYPE S'    && set
&AB
&RE TIPO_LIN    && normal BYLAYER
&AB
RETURN
```

```
PROCEDURE LAYERM    && genera los 3 layers
PARAMETERS CAPA,COLOR
&AB
&RE 'LAYER M '
&AB
&RE &AL CAPA))
&AB
&RE 'C '+ALLTRIM(COLOR)
&AB
&AB
RETURN
```

```
PROCEDURE LAYERS    && activa un layer
PARAMETERS CAPA
&AB
&RE 'LAYER S '
&AB
&RE &AL CAPA))
&AB
RETURN
```