# Escuela Superior Politécnica del Litoral

## Facultad de Ingeniería Mecánica

Diseño de Elementos Estructurales de Acero empleando computadoras y usando las recomendaciones del manual del AISC

*Proyecto de Grado*
*Previo a la otención del Título de:*
*INGENIERO MECANICO*

*Presentado por:*

**María Elena Villalva LL.**



*Guayaquil - Ecuador*
*1992*

# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

## FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

*Diseño de Elementos Estructurales de Acero empleando computadoras y usando las recomendaciones del manual del AISC*

Proyecto de Grado
Previo a la obtención del Título de:
Ingeniero Mecánico

Presentado por:
María Elena Villalva LL.

Guayaquil - Ecuador
1992

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

Al Ing. Alfredo Torres
por su ayuda y colaboración
para la realización de este
trabajo.

# D E D I C A T O R I A

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS ABUELITAS

A MI HERMANO

A MIS AMIGOS

Ing. NELSON CEVALLOS B.
DECANO

Ing. ALFREDO TORRES
DIRECTOR DE TOPICO

Ing. MANUEL HELGUERO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. EDUARDO ORCES
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

# D E C L A R A C I O N  E X P R E S A

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este proyecto de grado, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ".

( Reglamento de Tópico de Graduación )

MARIA ELENA VILLALVA LLANOS

# RESUMEN

El presente trabajo, tiene como objetivo principal elaborar programas de diseño para los distinto tipos de esfuerzos a que están sometidos, los elementos estructuraless: esfuerzos de tensión, compresión, flexión y flexo-compresión.

En cada capitulo se analiza uno de los cuatro esfuerzos especificados. La configuración de los capítulos es similar, puesto que primeramente se analiza las consideraciones y especificaciones que se tienen en cuenta para el diseño, luego de ese análisis teórico, se desarrollan ejemplos tipo de las diferentes situaciones que pueden encontrarse en la realidad.

A partir de ese análisis se elaboran los respectivos programas para el diseño, en Turbo Basic, por ser un lenguaje estructurado y de fácil acceso.
Los programas se presentan al usuario en un menú de opciones.

Las condiciones para el diseño son las especificadas en el Manual del AISC (American Institute of Steel Construction)

y de dicho manual se seleccionan los parámetros implícitos en el programa.

Cada programa especifica los tipos de problemas que abarca. Se solicita al usuario ciertos datos referentes al acero y al elemento en particular, y el programa proporciona una condición específica para la selección de un determinado perfil.

Nuevamente se solicita datos referentes al perfil elegido de prueba, y el programa luego de chequear todas las especificaciones indica si el perfil seleccionado es satisfactorio o no.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN ..... VI

INDICE GENERAL ..... VIII

INDICE DE FIGURAS ..... XII

INDICE DE ABREVIATURAS ..... XIII

INTRODUCCION ..... XVI

I. CAPITULO ..... 1

ELEMENTOS SOMETIDOS A TENSION ..... 1

1.1 Análisis Teórico ..... 1

1.1.1 Aplicaciones.- Secciones generalmente usadas ..... 2

1.1.2 Carga de Tensión y Area Total ..... 4

1.1.3 Area Neta ..... 5

1.1.4 Efecto de Agujeros Alternados ..... 6

1.1.5 Area Neta Efectiva ..... 7

1.1.6 Rígidez como un criterio en el diseño ..... 8

1.1.7 Recomendaciones del Manual del AISC ..... 9

1.1.8 Ejemplos Tipo ..... 9

1.2 Programa ..... 18

1.2.1 Diagrama de Flujo ..... 18

1.2.2 Algoritmo ..... 26

II. CAPITULO ..... 33

ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESION ..... 33

2.1 Análisis Teórico ..... 33

2.1.1 Aplicaciones ..... 34

2.1.2 Diferencia entre elementos en tensión y elementos en compresión ..... 35

2.1.3 Columnas cargadas axialmente ..... 35

2.1.4 Tipos de Columnas ..... 36

2.1.5 Proceso general para el diseño de Columnas ..... 41

2.1.6 Elementos rigirizados y no rigirizados ..... 43

2.1.7 Recomendaciones del Manual del AISC 46

2.1.8 Ejemplos Tipo ..... 48

2.2 Programa ..... 61

2.2.1 Diagrama de Flujo ..... 61

2.2.2 Algoritmo ..... 69

III. CAPITULO ..... 76

ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXION ..... 76

3.1 Análisis Teórico ..... 76

3.1.1 Tipos de Vigas ..... 76

3.1.2 Consideraciones para el diseño ..... 78

3.1.3 Clasificación de vigas de acuerdo al diseño ..... 79

3.1.3.1 Diseño de Vigas con apoyo lateral ..... 80

3.1.3.2 Diseño de Vigas sin apoyo lateral ..... 82

3.1.4 Esfuerzo Cortante ..... 83

3.1.5 Aplastamiento ..... 85

3.1.6 Deformación ..... 87

3.1.7 Recomendaciones del Manual del AISC 88

3.1.8 Ejemplos Tipo ..... 89

3.2 Programa ..... 102

3.2.1 Diagrama de Flujo ..... 102

3.2.2 Algoritmo ..... 111

IV. CAPITULO ..... 119

ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXO-COMPRESION ..... 119

4.1 Análisis Teórico ..... 119

4.1.1 Esfuerzos de Flexión y Carga Axial 121

4.1.2 Recomendaciones del Manual del AISC 122

4.1.3 Ejemplo Tipo ..... 124

4.2 Programa ..... 131

4.2.1 Diagrama de Flujo ..... 131

4.2.2 Algoritmo ..... 138

CONCLUSIONES ..... 144

RECOMENDACIONES ..... 148

APENDICE ..... 150

Manual del Usuario ..... 151

Ejecuciones del Programa ..... 155

BIBLIOGRAFIA ..... 178

## INDICE DE FIGURAS


| No. | | Pág. |
|---|---|---|
| 1 | Tipos de miembros en tensión ..... | 3 |
| 2 | Agujeros alternados ..... | 6 |
| 3 | Perfiles usados en compresión ..... | 37 |
| 4 | Longitudes efectivas para columnas ..... | 40 |
| 5 | Elementos no rigirizados y rigirizados ... | 44 |
| 6 | Viga sometida a flexión ..... | 77 |
| 7 | Aplastamiento del alma de una viga ..... | 86 |
| 8 | Miembro sometido a flexo - compresión .... | 100 |

## INDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|---|---|
| AISC | American Institute of Steel Construction |
| Ag | Area de la Sección transversal |
| Ae | Area neta efectiva de un miembro en tensión |
| Af | Area del ala en compresión |
| An | Area nela de un miembro en tensión |
| Cb | Coeficiente de flexión |
| Cm | Coeficiente aplicado a la flexión combinada con la compresión |
| E | Módulo de Elasticidad del Acero (29000 Ksi) |
| Fa | Esfuerzo permisible en Compresión (Ksi) |
| Fb | Esfuerzo permisible en Flexión |
| F'e | Esduerzo de Euler dividido por un factor de seguridad (Ksi) |
| Fc | Esfuerzo de aplastamiento (Ksi) |
| Ft | Esfuerzo permisible en Tensión (Ksi) |
| Fu | Resistencia última de acuerdo al tipo de acero (Ksi) |
| Fy | Resistencia a la fluencia de acuerdo al tipo de acero (Ksi) |
| I | Momento de Inercia de la Sección |
| K | Factor dse Longitud Efectiva |

| | |
|---|---|
| L | Longitud del miembro |
| Lc | Longitud mínima sin arriostrar para el palin de compresión |
| Lna | Longitud no arriostrada del miembro en compresión |
| Lu | Longitud máxima sin arriostrar después de la cual Fb <= 0.6Fy |
| M | Momento |
| N | Longitud mínima de apoyo para que el alma de la viga no se aplaste |
| Qa | Factor de reducción del esfuerzo para elementos rigirizados |
| Qs | Factor de reducción del esfuerzo para elemenos no rigirizados |
| S | Módulo elástico de la Sección Transversal (pulg$^3$) |
| T | Carga aplicada (Kips) |
| V | Cortante Máximo (Kips) |
| W | Peso del Perfil (Kips) |
| $b_b$ | Ancho del cuerpo de la barra de ojo (pulg) |
| $b_p$ | Ancho del pasador de la barra de ojo (pulg) |
| $b_f$ | Ancho del ala del perfil rolado (pulg) |
| d | Altura o peralte del perfil (pulg) |
| $d_c$ | Diámetro de la cabeza de la barra de ojo (pulg) |
| $d_h$ | Diámetro del agujero en una barra de ojo (pulg) |
| $d_p$ | Diámetro del pasador en una barra de ojo (pulg) |
| fa | Esfuerzo actual de compresión (Ksi) |
| fb | Esfuerzo actual de flexión (Ksi) |

| | |
|---|---|
| fc | Esfuerzo actual de aplastamiento (Ksi) |
| ft | Esfuerzo actual de Tensión (Ksi) |
| fv | Esfuerzo actual en Cortante (Ksi) |
| g | Espacio transversal entre agujeros (pulg) |
| k | Distancia entre la cara del ala al filete del alma de un perfil rolado |
| m | Número de zig zag en un perfil con agujeros |
| n | Número de agujeros en un perfil |
| rt | Radio de giro del ala en compresión más 1/3 del área del alma (pulg) |
| rx | Radio de giro alrededor del eje x (pulg) |
| ry | Radio de giro alrededor del eje y (pulg) |
| s | Espacio longitudinal entre agujeros (pulg) |
| tf | Espesor del ala del perfil (pulg) |
| w | Carga Uniforme (Kips/pie) |
| D | Deflexión de la viga (pulg) |
| Kip | 1000 libras |
| Ksi | Expresión del Esfuerzo (Kips/pulg$^2$) |

# INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como tema: "DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ACERO EMPLEANDO COMPUTADORAAS Y USANDO LAS RECOMENDACIONES DEL MANUAL DEL AISC".

Los objetivos que se persiguen son: la elaboración de programas para la selección de elementos estructurales sometidos a los diferentes tipos de esfuerzos: tensión, compresión, flexión, y flexo-compresión; estos programas tienen la finalidad de evitar que el usuario prueba una estructura con un sinnúmero de cálculos de acuerdo a las recomendaciones del manual; por lo tanto se presentan sencillos de usar, con entradas de datos e intrínsecamente el programa prueba todas las recomendaciones posibles y señala si el perfil de prueba es satisfactorio o no.
También es de fácil acceso para los estudiantes, quienes pueden modificarlo, ampliando las situaciones especificadas para el diseño.

Los programas son realizados en base al criterio de diseño estructural en acero del Manual del AISC, 8ava Edición, el método del límite elástico; la idea básica del diseño es

que los efectos combinados de los diversos tipos de carga no exceda la resistencia de la estructura.
Se presentan los programas individuales para los distintos tipos de esfuerzos; lo que consta en cada capítulo. Luego se procede a unir los cuatro programas, y se presentan al usuario en un menú de opciones.

Cada capítulo posee un análisis teórico necesario para tomar en cuenta las consideraciones y especificaciones del manual del AISC.

Para la selección de miembros sometidos a tensión, se parte de un perfil de prueba; para escogerlo se necesita un área requerida, obtenida a partir de la relación de carga con el esfuerzo permisible en tensión de acuerdo con el tipo de perfil que se vaya a seleccionar.
Se especifican las características del perfil, y el programa realiza el chequeo de que el esfuerzo actual en tensión sea menor que el esfuerzo permisible, y además toma en cuenta el criterio de rígidez.

Los miembros sometidos a compresión se diseñan de una manera más compleja, puesto que no basta con hallar una área requerida y probar que los esfuerzos actuales sean menor a los permisibles; sino que existe el peligro de pandeo, que hay que tomarlo en cuenta reduciendo el

esfuerzo permisible que la estructura puede soportar.

Al seleccionar miembros sometidos a flexión, se verifican una serie de condiciones que pueden hacer fallar a una estructura. Primeramente se chequea momento flector, comprobando que el esfuerzo actual sea menor que el permisible; a continuación se revisa momento cortante bajo el mismo criterio, que es esfuerzo actual sea menor al permisible en cortante; luego aplastamiento del alma de la viga bajo criterios dados en el manual; y finalmente deflexión, considerando cargas vivas, impactos y vibraciones.
Si el perfil pasa todos estos chequeos, el perfil es satisfactorio, caso contrario hay que probar con otro.

Para los miembros sometidos a esfuerzos combinados se parte de un perfil de prueba elegido en base a dos parámetros requeridos; el área que es obtenida de la relación de la carga y el esfuerzo permisible en compresión asumido, y el módulo de la sección que se obtiene de la relación del momento (Dato del Problema) y el esfuerzo permisible en flexión asumido.
El chequeo para esfuerzos combinados consiste en verificar por tanteo si cumple las ecuaciones de interacción; estas ecuaciones implican esfuerzos actuales y permisibles de compresión y flexión que son calculados con las

características específicas del perfil mediante las especificaciones del manual a lo largo del programa.

características específicas del perfil mediante las especificaciones del manual a lo largo del programa.

características específicas del perfil mediante las especificaciones del manual a lo largo del programa.

# CAPITULO I

## ELEMENTOS SOMETIDOS A TENSION

### 1.1 ANALISIS TEORICO

Para diseñar un elemento sometido a tensión, se goza de cierta libertad; pero los miembros que se seleccionen deben tener las siguientes propiedades:

- Compacidad
- Dimensiones que guarden en la estructuraa una relación razonable con las dimensiones de los demás miembros y
- En cuanto sea posible, que las conexiones con las placas de unión sean de tal manera que reduzcan las concentraciones de esfuerzos.

Debido a que no existe peligro de pandeo, los cálculos para el diseño se reducen a la simple división de la carga entre el esfuerzo de tensión permisible, lo que nos da, el área neta necesaria de la sección transversal seleccionando el perfil de acero que tenga dicha área.

### 1.1.1 APLICACIONES.- SECCIONES GENERALMENTE USADAS

Los elementos en tensión se encuentran en puentes, armaduras, techos, torres, sistemas de contraventeo y en miembros usados como tirantes.

El tipo de miembro a usar puede depender más del tipo de su conexión en el extremo que de cualquier otro factor.
Uno de los perfiles más sencillos, es el redondo o barra circular, pero presenta mucha dificultad al conectarse con muchas estructuras.
Actualmente se usa el redondo en sistemas de contraventeo, en armaduras ligeras;

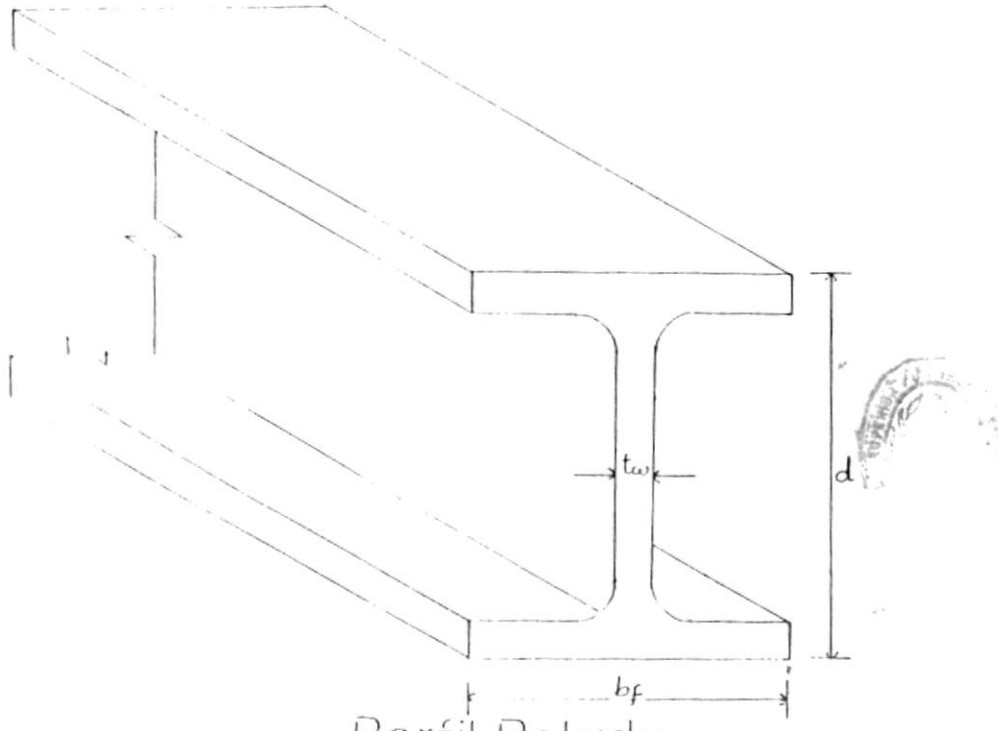
Los Cables son usados para soportar miembros en una diversidad de estructuras, incluida suspensión de puentes, pretensado de miembros de concreto, torres de viento y en estructuras de techo.

Cuando se necesita rigidez para resistir pequeñas cargas laterales, a fin de evitar deflexiones excesivas y vibraciones, se usan perfiles estructurales.

# FIGURA Nº1
## Tipos de miembros en tensión


Miembro Roscado


Barra de ojo




Perfil Rolado

Los más comunes son: los ángulos, la Tee, W, S o M.

Los miembros sujetos a tensión usualmente se forman de ángulos sencillos, pares de ángulos, canales, perfiles de patín ancho o secciones compuestas con placas y perfiles laminados.

Otro tipo de perfiles utilizados, son las placas y las soleras soldadas sujetas a tensión, cuyo uso es muy satisfactorio en torres de transmisión y de señales, puentes para peatones y otros.

### 1.1.2 CARGA DE TENSION Y AREA TOTAL

La Carga de tensión a la cual está sometida la estructura es igual al esfuerzo permisible en tensión por el área total de la sección.

Las normas AISC (8ªva edición) señalan que el valor del esfuerzo admisible en tensión sea el 60% del límite de fluencia pero sin que exceda del 50% de la resistencia a la ruptura en tensión.

Estos esfuerzos admisibles se usarán en la sección neta de los miembros, con excepción de

la sección transversal que contenga agujeros para pasadores, en donde el esfuerzo permisible se reduce al 45% del límite de fluencia y siempre en la sección neta.

Así: $T = Fl.Ag$

donde: T : Carga de Tensión

Ft: Esfuerzo permisible en Tensión

Ag: Area Total

### 1.1.3 AREA NETA

La presencia de un agujero en un elemento sometido a tensión incrementa los esfuerzos. Existe un área menor de acero en la que la carga va a distribuirse y existirá también cierta concentración de esfuerzos en los bordes del agujero.

El área neta es igual al área total de la sección menos el área de los agujeros, ranuras muescas.

Al considerar el área de los agujeros por efectos de fabricación, los agujeros se hacen con un diámetro 1/16 pulg mayor que la correspondiente al perno o tornillo, además al punzonar el agujero, se daña o destruye 1/16 pulg de metal circundante.

## 1.1.4 EFECTO DE AGUJEROS ALTERNADOS

Si existe más de una línea de agujeros, es conveniente escalonar los agujeros a efecto de tener en cualquier sección el máximo de área neta para resistir la carga.

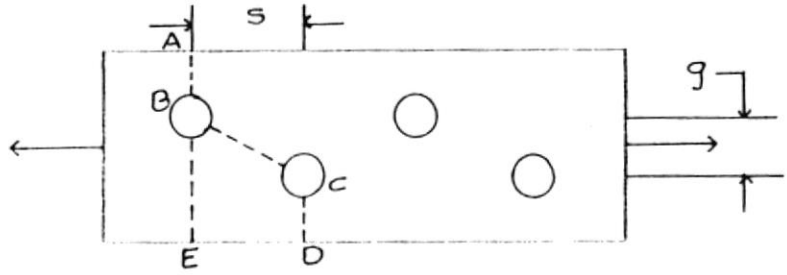



Figura Nº. 1
AGUJEROS ALTERNADOS

donde: s:paso .- espacio longitudinal

g:gramile.- espacio transversa

Las lineas de falla para agujeros alternados debido a que las secciones no son perpendiculares al eje longitudinal del elemento, por lo tanto existe una combinación de esfuerzos normales y cortantes: por ello se usa una fórmula que ha dado buenos resultado desde 1922.

El método consiste en considerar el ancho total del elemento sin tomar en cuenta la linea a lo largo de la cual puede ocurrir la falla, restar el diámetro de los agujeros a lo largo de la

sección en zig zag y añadir por cada diagonal una cantidad dada por la expresión:

$$s^2/4g$$

Puede haber diversas trayectorias, alguna de las cuales puede ser la crítica. Cada posibilidad deberá considerarse, y la que dé el menor valor será la que se utilice.

### 1.1.5 AREA NETA EFECTIVA

Cuando los miembros en tensión consisten de elementos que no están en un mismo plano y la carga de tensión no es transmitida uniformemente a través de la sección, en estos casos la fuerza de tensión no se distribuye uniformemente sobre el área neta.

Para tomar en cuenta esta no uniformidad, el código provee un Area Neta Efectiva: Ae.

En donde contempla un coeficiente de reducción Ct.

$$Ae = Ct*An$$

### 1.1.6 RIGIDEZ COMO UN CRITERIO EN EL DISEÑO EN TENSION

Aunque la estabilidad no es un criterio en el diseño de miembros en tensión, es necesario limitar su longitud para prevenir que lleguen a ser muy flexibles.

Los elementos largos pueden deflectarse excesivamente debido a su propio peso, además pueden vibrar fácilmente cuando están sujestos a fuerzas de viento, por lo tanto para evitar deflexiones excesivas y vibraciones el criterio de rígidez para elementos en tensión se ha establecido.

Este criterio se basa en la relación de esbeltez

$$\frac{L}{r_{min}}$$

$$r_{min} = sqr(I_{min}/A)$$

Para miembros principales: $L/r_{min} <= 240$

Para miembros secundarios: $L/r_{min} <= 300$

Un miembro principal es aquel que no puede fa llar.

Y Miembro secundario es aquel que a pesar de que falla la estructura no perece.

## 1.1.7 RECOMENDACIONES DEL MANUAL DEL AISC

El manual del AISC provee las siguientes recomendaciones con respecto al diseño de tensión:

1.- ESFUERZOS PERMISIBLES: 1.5.1.1

(Ft)g = 0.6*Fy

(Ft)e = 0.5*Fu

Para miembros conectados con pasadores Ft=0.45*Fy en An

Para partes roscadas Ver Tabla 1.5.2.1

2.- AREA NETA Y AREA NETA EFECTIVA: 1.14.2

Area Neta : An : 1.14.2.1

Area Efectiva: Ae=Ct.An : 1.14.2.2

3.- COEFICIENTE DE REDUCCION Ct: 1.14.2.2

4.- VALORES DE RIGIDEZ L/R: 1.8.4

Para miembros principales L/R<240

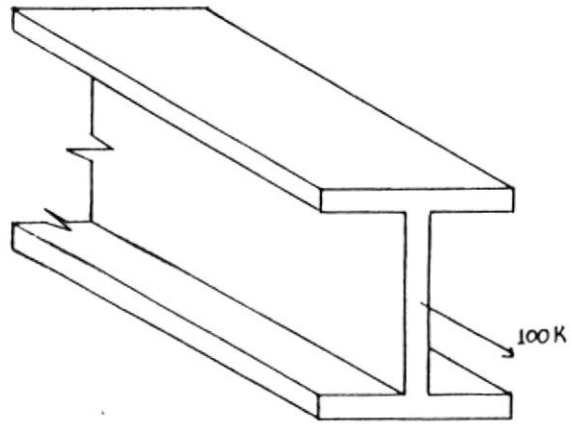
Para miembros principales: L/R<300

## 1.1.8 EJEMPLOS TIPO

1.- Miembros sin pasador

a) Sin Agujeros

a) Sin Agujeros




Diseñe una sección W que tiene una longitud de 25 pies, la carga de tensión es 100 Kips, es un miembro principal y necesita rigidez. Use acero A-36.

AISC (1.5.1.1):

Esfuerzo Permisible: _____ (Ft)g=0.6*Fy

(Ft)g=0.6*36=21.6 ksi

Area requerida: _____ Ag=T/(Ft)g=100/21.6=

Ag=4.63pulg^2

Se Selecciona W 12X16

Ag=4.71
d=11.99
tw=0.22
tf=0.265
rx=4.67
ry=0.773
===> rmin=0.773

Esfuerzo Actual:

(ft)g=T/Ag=100/4.71=21.23

(ft)g=21.23Ksi

Criterio de Rígidez:

L/rmin<N

L/rmin=300\0.773=388 no es < 240

====> no satisface Rígidez

Se selecciona un perfil con mayor radio.

W 12x26
Ag=7.65
d=12.22
tw=0.23
tf=0.38
rx=5.17
ry=1.51

Esfuerzos:

(ft)g=T/A=100/7.65=13.07 Ksi

(Ft)g=0.6*Fy=0.6(36)=21.6 Ksi

(ft)g<(Ft)g : 13.07<21.6 correcto

Criterio de Rígidez:

L/rmin=300/1.51=198.7<240 correcto

====> Perfil satisfactorio: W 12x26

Es el más económico, ya que los perfiles anteriores no satisfacen el Criterio de Rígidez.

b) Con agujeros

Diseñe una sección W que resista 390 Kips de acero A-36, L=30 pies, que posee 3 filas de agujeros de D=1" en el alma,

filas de agujeros de D=1" en el alma, distribuidos en zig zag.

El miembro es un miembro principal y necesita rigidez. Use A-36.

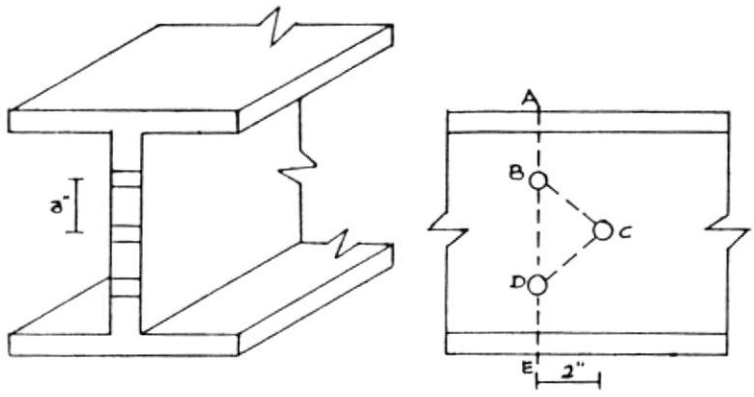
Datos:

T=390 Kips

Fy=36, Fu=58 Ksi

L=360 pulg.

N=240




Agujeros:

diámetro del aguj. : D=1"

espacio longitudinal: s=2

espacio transversal : g=3

Trayectoria ABDE: m=0 (número de zigzag)
n=2 (número de aguj.)

Trayectoria ABCDE: m=2
n=3

Trayectoria ABCF: m=1
n=2

$(Ft)e=0.5*Fu=0.5*58=29Ksi$

Área Requerida:

$Ag=T/(Ft)g=390/21.6=18.06pulg^2$

Selecciono miembro: W 14X63 Ag=20

tf=0.72

tw=0.415

rmin=2.46

bf=10.035

d=14.04

Cálculo de Área Neta:

$An=Ag-Aaguj$

$Aaguj_{ABDE}=n(D+1/8)tw$

$2(1+1/8)0.415=0.934pulg^2$

$Aaguj_{ABCDE}=n(D+1/8)tw+\frac{ms^2}{4g}.tw$

$=3(1+1/8)0.415+2(2^2/4(3))0.415$

$=1.677\ pulg^2$

$Aaguj_{ABCF}=2(1+1/8)0.415+1(2^2/4(3))0.415=$

$=1.072\ pulg^2$

$\Longrightarrow Aaguj=Amayor=1.677\ pulg^2$

$\Longrightarrow An=20-1.677=18.323\ pulg^2$

Cálculo de Área Efectiva:

AISC 91.14.2.1) $bf/d>2/3 \Longrightarrow Ct=0.75$

$bf/d=12/12.22+0.99>2/3=0.67 \Longrightarrow Ct=0.75$

$Ae=Ct*An=0.75(18.323)=13.74\ pulg^2$

Esfuerzos Actuales:

(ft)g=390/20=19.5 < (Ft)g=21.6 correcto

(ft)e=390/13.74=28.38 < (Ft)e=29 correcto

Rigidez:

L/r<240 30*12/2.46=146.34 < 240 correcto

**Perfil seleccionado es: W 14X63**

2.- Miembro con Rosca

Seleccionar una barra roscada que soporte una carga de 70 Kips. Use acero A-36

Datos:

T=70 Kips

Fy=36 Ksi

Fu=50 Ksi

Esfuerzo: AISC (1.5.1.1) Ft=0.33Fu

Ft=0.33(50)=19.14 Ksi

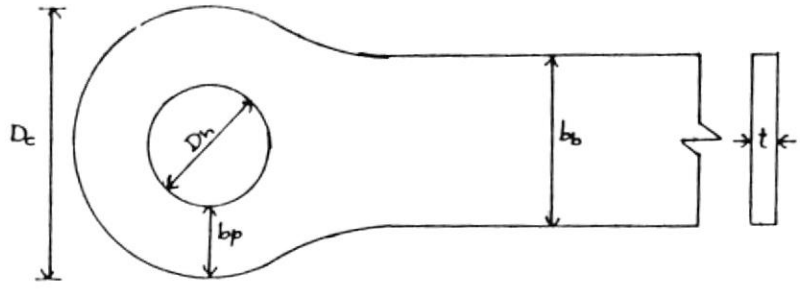
===> Ag=T/Ft=70/19.14=3.66 pulg²

Se selecciona dimensiones de la barra AISC (Tabla 1.5.2.1)

===> Use barra de D=2 1/4" donde A=3.976

## 3.- Miembros conectados con pasador

Diseñe una barra de ojo que soporte una carga de 600 Kips. Use acero con Fy=50 Ksi, Fu=70 Ksi.




Esfuerzos Permisibles:

Ftg1=0.6(50)=30 Ksi

Ftg2=0.5(70)=35 Ksi

Area requerida:

Ag1=T/Ftg1=600/30=20 pulg²

Ag2=T/Ftg2=600/35=17.14 pulg²

===> elijo Area mayor; Ag=20 pulg²

Dimensionamiento del cuerpo de la Barra:

Ag=bb*t

AISC (1.14.5) bb/t<8 ===> bb=8*t

--- Ag=8t.t ---> t=sqr(Ag/8)=sqr(20/8)=1.58

t=1.58 pulg

Se escoje en AISC (pág 1.98) t=1 3/4

====> $b_b$=Ag/t=20/(1 3/4)=11.4 ====> 11 1/2 plg

Usar P1 1 3/4x11 1/2 (Ag=20.12)

AISC (1.14.5) $b_b$/t=11.5/1.75=6.57<8 correcto

Area del cuerpo de la barra  Ag=$b_b$.t

Ag=20.12 pulg$^2$

Dimensionamiento del Aguiero:

Area mínima del Agujero: AISC (1.5.1.1)

An=T/0.45Fy=600/22.5=26.7 pulg$^2$

AISC (1.14.5) Ap>=1.33Ag

Area del agujero Ap:

1.33Ag=1.33(20.12)=26.8 pulg$^2$

====> Ap=A mayor=26.8 pulg$^2$

Ancho de la cabeza del agujero:

Ap=$b_p$(2t) ====>  $b_p$=Ap/2t=26.8/(2(1.75))=7.66

Use $b_p$=8 pulg

Ap=$b_p$(2t)=8(2*1.75)=28 pulg$^{<1.5Ag=30.2}$ pulg$^2$

Es correcto

DiAmetro del pasador:

AISC (1.14.5) Dp>=7/8$b_p$ ====> Dp=7/8(11.5)

Dp=10 pulg

Diámetro del Aqujero:

AISC (1.14.5) Dh=Dp+1/32=10+1/32=10 1/32 plg

Diámetro de la cabeza del aqujero:

$Dc=Dh+2b_p$=10 1/32+2(8)=26 1/32 pulg

Radio de Curvatura:

r>Dc ====> r=26 1/32 pulg

Criterio de Aplastamiento:

AISC (1.5.1.5.1) Fp=0.9Fy=45Ksi

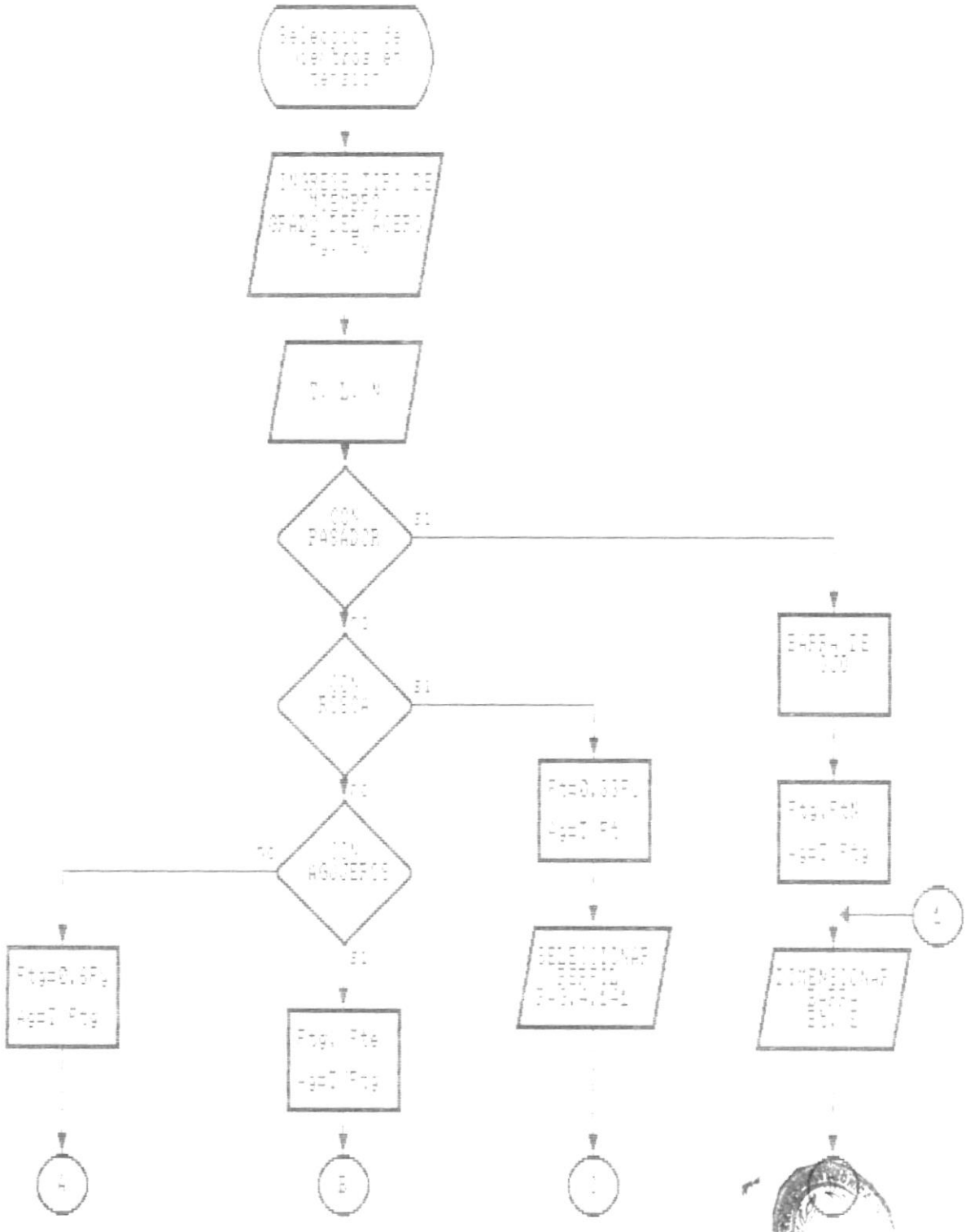
fp=T/A=600/(Dh.t)=34.3 Ksi

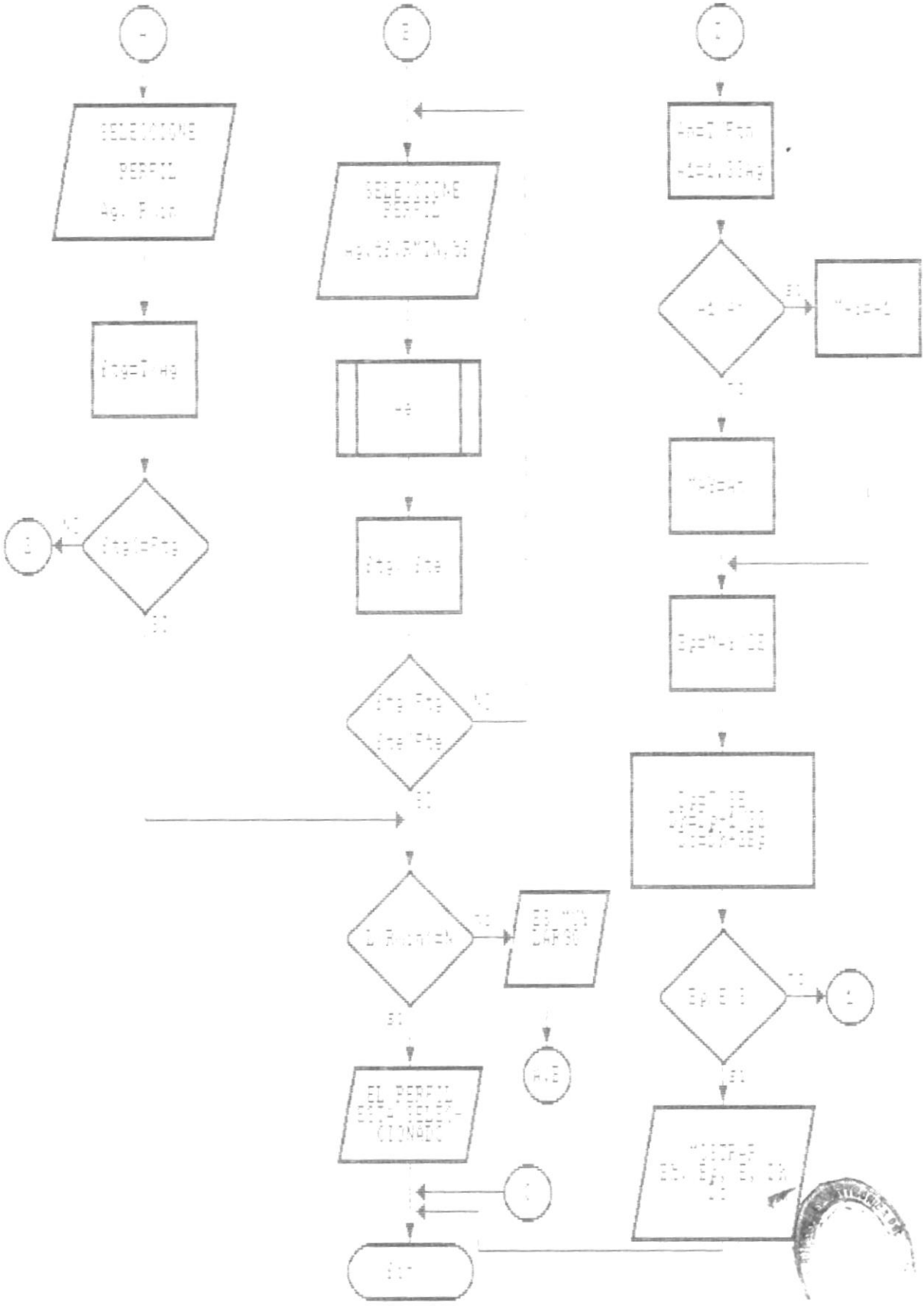
fp=34.3<Fp=45 ====> correcto

"La barra de ojo está diseñada"

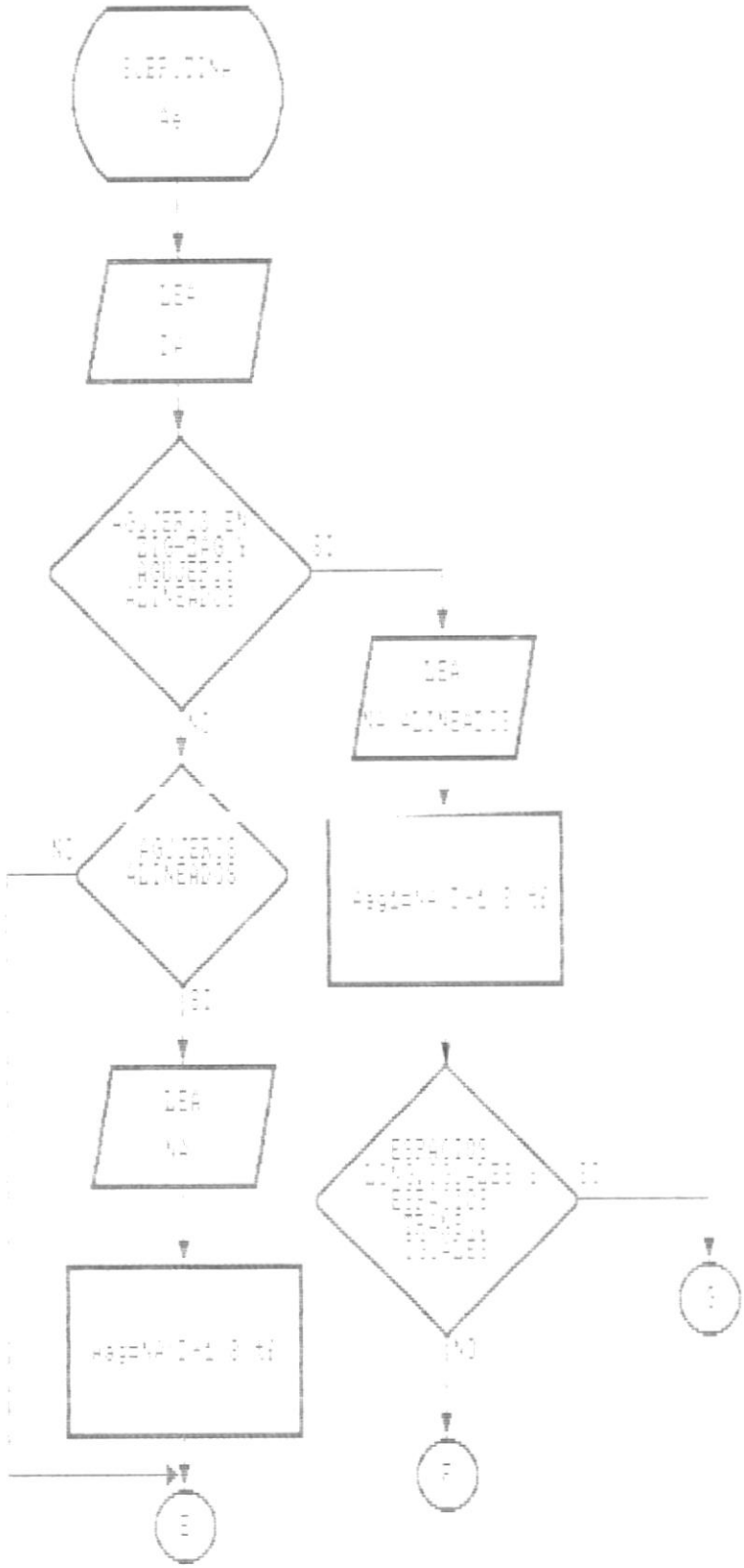
# 1.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

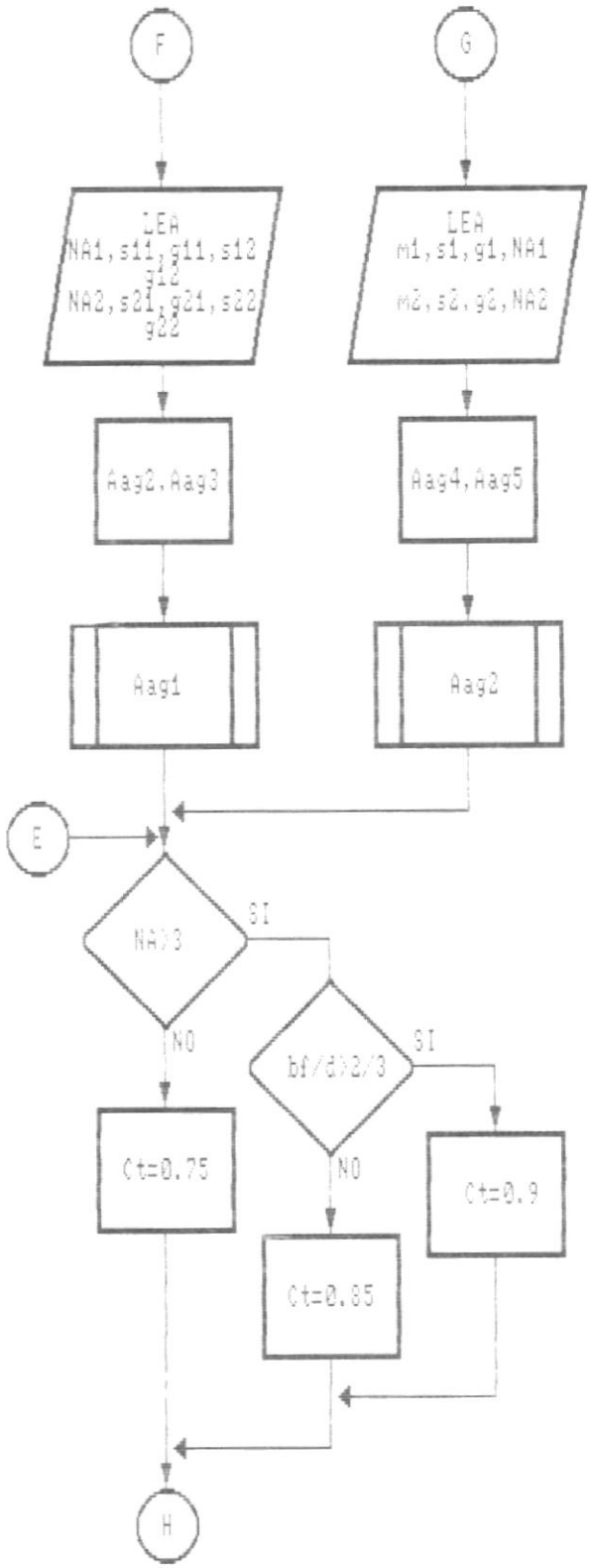
# SELECCION DE MIEMBROS EN TENSION

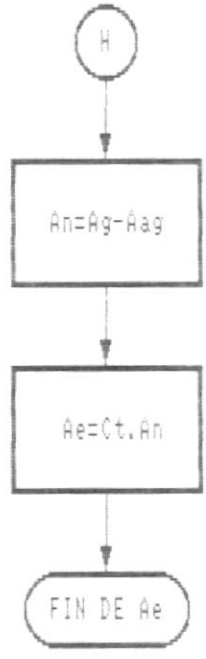




SUBRUTINA Ae




F
G
LEA
NA1,s11,g11,s12
g12
NA2,s21,g21,s22
g22
LEA
m1,s1,g1,NA1
m2,s2,g2,NA2
Aag2,Aag3
Aag4,Aag5
Aag1
Aag2
E
NA>3
SI
NO
bf/d>2/3
SI
NO
Ct=0.75
Ct=0.9
Ct=0.85
H



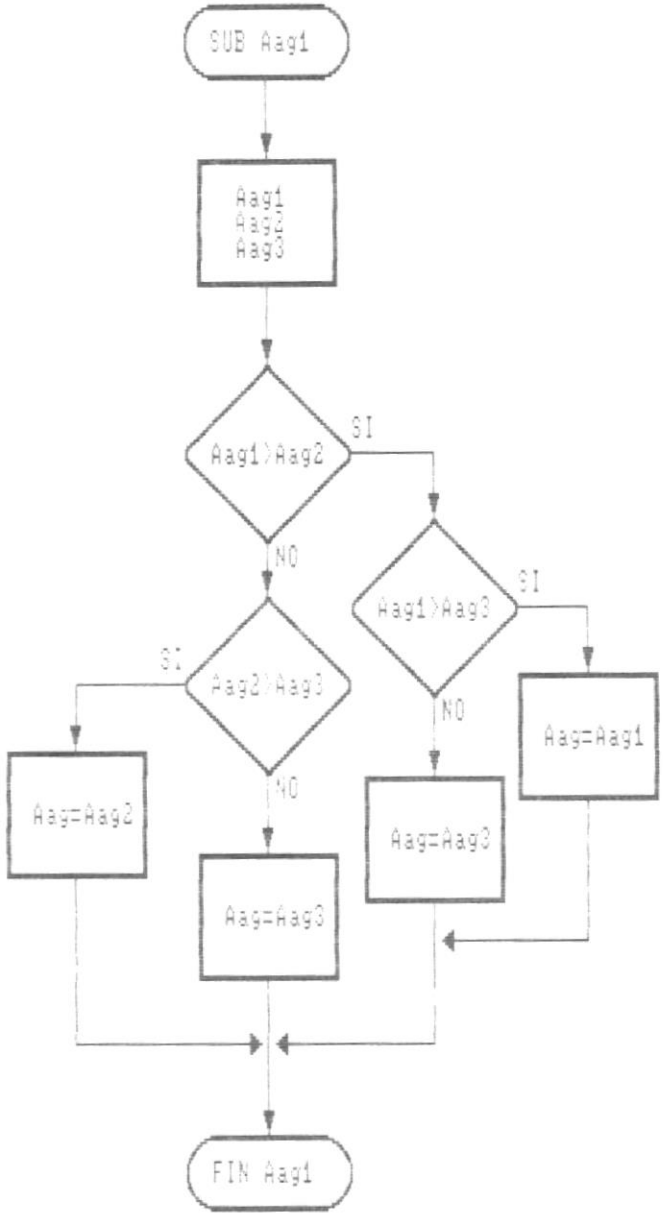

Aag2 = NA1(D+1/8) + s11^2/4g11^2 + s12/4g12^2

Aag3 = NA2(D+1/8) + s21^2/4g21^2 + s22/4g22^2

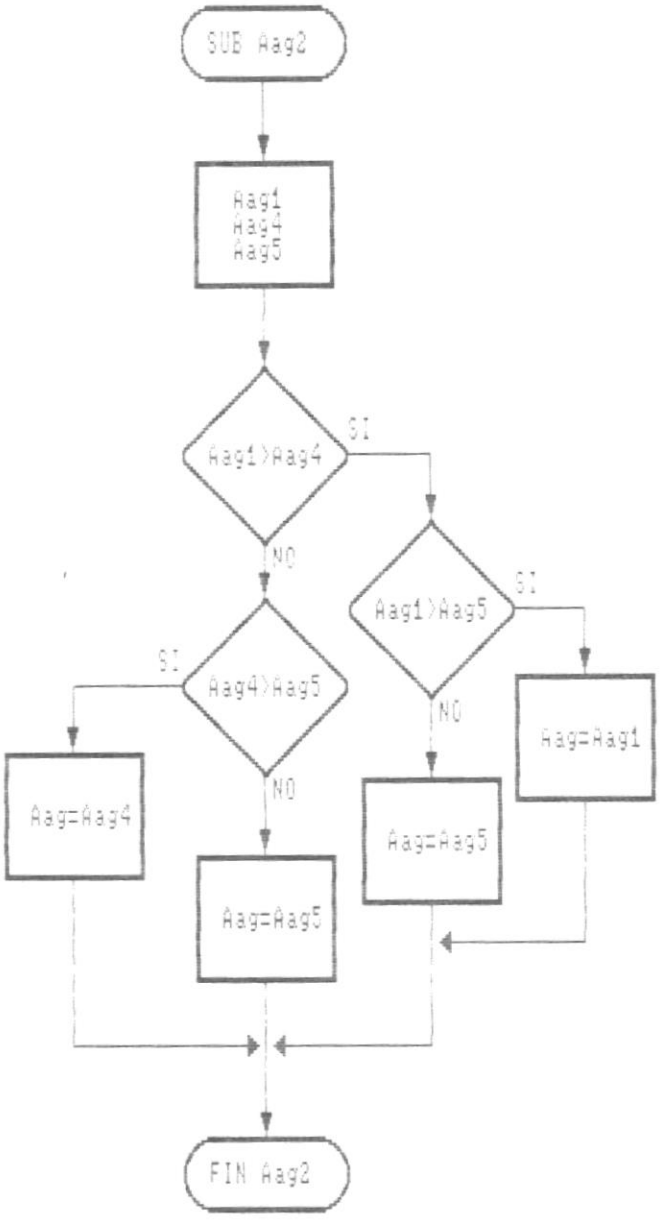
Aag4 = NA1(D+1/8) + m1s1^2/4g1

Aag5 = NA2(D+1/8) + m2s2^2/4g2

SUBRUTINA Aag1



# SUBRUTINA Aag2



# 1.2.2 ALGORITMO

```
'*****************************************************************
'****************          T E N S I O N          ****************
'*****************************************************************

SUB TENSION
   CLS
   CALL VENTANA(1,14,3,62)
   LOCATE 2,15:PRINT "  SELECCION DE MIEMBROS SOMETIDOS A TENSION  "
   CALL CUADRO(6,15,14,64)
   LOCATE 8,18:PRINT " LOS MIEMBROS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR SON: "
   LOCATE 10,20:PRINT "        1.- CONECTADOS CON PASADOR  "
   LOCATE 11,20:PRINT "        2.- CON ROSCA       "
   LOCATE 12,20:PRINT "        3.- CON AGUJEROS    "
   LOCATE 21,20:PRINT "PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR"
   CALL ESP
   CLS
   PRINT
   PRINT
   PRINT
   PRINT "GRADO DEL ACERO:RESISTENCIA A LA FLUENCIA,"
   PRINT "RESISTENCIA ULTIMA Fy/Fu (kips/Pulg^2)"
   INPUT "Fy , Fu";FY,FU : IF FY=0 OR FU=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
   PRINT
   INPUT "CARGA DE DISEÑO (kips)";T : IF T=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
   PRINT
   INPUT "LONGITUD EN [illegible] (Pulg.)";L
   PRINT
   INPUT "VALOR DE [illegible] (Adimensional) ";N : IF N=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1

   DO
     PRINT
     INPUT "MIEMBRO CON PASADOR ? (S/N)" , A$
     IF A$<>"S" AND A$<>"N" THEN BEEP
   LOOP UNTIL  A$="S" OR A$="N"

   IF A$="S" THEN
     PRINT "******** DISEÑO DE UNA BARRA DE OJO ********"
     PRINT
     FTG1=.6*FY
     FTG2=.5*FU
     FTN=.45*FY
     IF FTG1>FTG2 THEN
        FTG=FTG2
     ELSE
        FTG=FTG1
     END IF

     IF FTG<>0 THEN AG=T/FTG ELSE CALL FALLA:GOTO FIN1
     PRINT "AREA REQUERIDA DE LA BARRA  ";CSNG(AG) " Pulg^2"

     DO
       PRINT
       'DIMENSIONAMIENTO DEL CUERPO DE LA BARRA
       PRINT
       'ESPESOR DEL CUERPO:
       E=SQR(AG/8)
       PRINT "EL ESPESOR QUE NECESITA LA BARRA ES ===> ";E
       PRINT
       PRINT "CON ESE VALOR ESCOGER UN ESPESOR DEL MANUAL PAG.1.98"
       INPUT "ESPESOR ELEGIDO (Pulg.)";EE
       IF EE=0 THEN CALL FALLA:GOTO FIN1
```

```
    PRINT
    'ANCHO DEL CUERPO:
    BB=AG/EE
    IF FTN<>0 THEN AN=T/FTN ELSE CALL FALLA:GOTO FIN1
    A1=1.33*AG

    IF A1>AN THEN
       MAYOR=A1
    ELSE
       MAYOR=AN
    END IF

    IF EE<>0 THEN BP= MAYOR/(2*EE) ELSE CALL FALLA : GOTO FIN1
    'DIMENSIONAMIENTO DEL AGUJERO:
    'AREA DEL AGUJERO:
    AP=2*BP*EE
    'DIAMETRO DEL PASADOR:
    DP=7/8*BP
    'DIAMETRO DEL AGUJERO:
    DH=DP+1/32
    'DIAMETRO DE LA CABEZA DE LA BARRA DE OJO:
    DC=DH+2*BP

    'CONSIDERACION DE APLASTAMIENTO:
    FP=.9*FY
    FAP=T/(DH*EE)

  LOOP UNTIL BP/EE>8 AND AP>(1.33*AG) AND AP<(1.5*AG) AND FAP<FP

  PRINT "          BARRA DE OJO ESTA DISEÑADA"
  PRINT "          ==========================="
  PRINT
  PRINT "ANCHO DE BARRA bb";CSNG(BB)
  PRINT "ANCHO DEL OJO bp";BP
  PRINT "ESPESOR  t";EE
  PRINT "DIAMETRO DEL PASADOR dp";INT(DP)
  PRINT "DIAMETRO DEL AGUJERO dh";CSNG(DH)
  PRINT "DIAMETRO DE LA CABEZA DE LA BARRA DE OJO dc";CSNG(DC)
  PRINT "EL RADIO DE CURVATURA  r1  DEBE SER MAYOR O IGUAL QUE: ";DC

 ELSE

  DO
    PRINT
    INPUT "MIEMBRO CON ROSCA ? (S/N) ";B$
    IF B$<> "S" AND B$<> "N" THEN BEEP
  LOOP UNTIL B$="S" OR B$="N"

 IF B$="S" THEN
    FT=0.33*FU

    AG=T/FT
    PRINT "AREA REQUERIDA ES ";CSNG(AG)
    PRINT
    PRINT "     SELECCIONE MIEMBRO DE ACUERDO A PAG.4.141 DEL AISC"

  ELSE

1:    DO
       PRINT
       INPUT "TIENE AGUJEROS ? (S/N)";C$
       IF C$<> "S" AND C$<> "N" THEN BEEP
      LOOP UNTIL C$="S" OR C$="N"
```

```
    IF C$="S" THEN
       FTG=.6*FY
       FTE=.5*FU
       AG=T/FTG
       PRINT
       PRINT "   AREA TOTAL REQUERIDA ES ";CSNG(AG)
       DO
          PRINT
          PRINT "         SELECCIONE MIEMBRO DEL MANUAL DEL AISC"
          PRINT
          PRINT "INTRODUZCA LOS SIGUIENTE DATOS:"
          PRINT
          INPUT "PERFIL";P$
          INPUT "AREA, Ag";AE : IF AG=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
          INPUT "ESPESOR DEL ALA, tf";TF : IF TF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
          INPUT "ESPESOR DEL ALMA, tw";TW : IF TW=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
          INPUT "RADIO DE GIRO MINIMO, Rmin";RMIN : IF RMIN=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
          INPUT "ANCHO DEL ALA, bf";BF : IF BF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
          INPUT "A TOTA O PERALTE, d";D : IF D=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
           LLAMADA A LA SUBRUTINA A=
          CALL Ae(Ta,Fu,Ag)
          FTAG=T/AG
          IF AE>0 THEN FTAE=T/AE
       LOOP UNTIL FTAG<=FTG AND FTAE<=FTE

    ELSE

       FTG=.6*FY
       AG=T/FTG
       PRINT "AREA TOTAL REQUERIDA ES ";CSNG(AG)
  2:   DO
          PRINT
          PRINT "         SELECCIONE MIEMBRO DEL MANUAL DEL AISC"
          PRINT
          INPUT "PERFIL";P$
          INPUT "Ag ";AG : IF AG=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
          INPUT "Rmin";RMIN : IF RMIN=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN1
          LOOP UNTIL FTAG<=FTG
          IF L/RMIN>N THEN PRINT "NO PASA REQUERIMIENTOS DE RIGIDEZ"
             GOTO 2

    IF L/RMIN>N THEN
       PRINT "    EL ELEMENTO ES MUY LARGO, NO PASA PRUEBA DE RIGIDEZ"
       GOTO 1
    END IF
    END IF
    PRINT
    PRINT
    PRINT
    PRINT "           ****** EL PERFIL ESTA SELECCIONADO ******"
    PRINT
    PRINT "SE CUMPLE QUE LOS ESFUERZOS ACTUALES SON MENORES A LOS ESFUERZOS PERMISIBLES"
    PRINT
    PRINT " ftg = ";FTAG;"K/Plg^2 < Ftg = ";FTG;"K/Plg^2"
    PRINT
    PRINT " fte = ";FTAE;"K/Plg^2 < Fte = ";FTE;"K/Plg^2"
    PRINT
    PRINT
    PRINT "      EL PERFIL SELECCIONADO ES ===>    ";P$
  END IF
END IF
CALL ENTER
FIN1:
  'FIN DE SUBRUTINA
```

END SUB



```
'****************** SUBRUTINAS ************************

SUB AE(TW,AE,AG)
   'SUBRUTINA AE
   INPUT "  DIAMETRO DE AGUJEROS (Pulg)";DA
   DO
     PRINT
     INPUT "  TIENE AGUJEROS EN ZIG ZAG Y AGUJEROS ALINEADOS? (S/N)";D$
     IF D$<> "S" AND D$<> "N" THEN BEEP
   LOOP UNTIL D$="S" OR D$="N"
   IF D$="S" THEN
      PRINT
      INPUT "NUMERO DE AGUJEROS ALINEADOS";NA
      AAG1=NA*(DA+0.125)*TW
      DO
        PRINT
        PRINT "     LOS ESPACIOS LONGITUDINALES ENTRE AGUJEROS SON IGUALES"
        INPUT "     Y LOS ESPACIOS TRANSVERSALES SON IGUALES? (S/N)";E$
        IF E$<>"S" AND E$<>"N" THEN BEEP
      LOOP UNTIL E$="S" OR E$="N"
      IF E$="S" THEN
         PRINT
         PRINT "   SE TOMA EN CUENTA POR LO MENOS 2 TRAYECTORIAS EN ZIG ZAG"
         PRINT
         PRINT "   INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE LA 1era TRAYECTORIA:"
         PRINT
         INPUT "NUMERO DE AGUJEROS";NA1
         INPUT "NUMERO DE ZIG ZAG DE LA 1era. TRAYECTORIA";M1
         INPUT "ESPACIO LONGITUDINAL";S1
         INPUT "ESPACIO TRANSVERSAL";G1
         PRINT
         PRINT "   INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE LA 2da.TRAYECTORIA:"
         PRINT
         INPUT "NUMERO DE AGUJEROS";NA2
         INPUT "NUMERO DE ZIG ZAG DE LA 2da. TRAYECTORIA";M2
         IF ((4*G1)<>0 AND TW<>0) THEN AAG4=(NA1*(DA+.125)+(M1*S1^2/(4*G1)))*TW
         IF ((4*G1)<>0 AND TW<>0) THEN AAG5=(NA2*(DA+.125)+(M2*S1^2/(4*G1)))*TW
         CALL AAG2(NA,NA1,NA2,DA,M1,M2,S1,G1,TW,AAG)
      ELSE
         PRINT
         PRINT "SE TOMA EN CUENTA POR LO MENOS 2 TRAYECTORIAS"
         PRINT
         PRINT "INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE LA 1era. TRAYECTORIA:"
         PRINT
         INPUT "NUMERO DE AGUJEROS";NA1
         INPUT "1er. ESPACIO LONGITUDINAL";S11
         INPUT "2do. ESPACIO LONGITUDINAL";S12
         INPUT "1er. ESPACIO TRANSVERSAL";G11
         INPUT "2do. ESPACIO TRANSVERSAL";G12
         PRINT
         PRINT "INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE LA 2da. TRAYECTORIA:"
         PRINT
         INPUT "NUMERO DE AGUJEROS ";NA2
         INPUT "1er. ESPACIO LONGITUDINAL";S21
         INPUT "2do. ESPACIO LONGITUDINAL";S22
         INPUT "1er. ESPACIO TRANSVERSAL ";G21
         INPUT "2do. ESPACIO TRANSVERSAL";G22
         IF ((4*G11)<>0) AND ((4*G12)<>0) AND TW<>0) THEN AAG3=(NA1*(DA+.125)+S11^2/(4*G11)+S12^2/(4*G12))*TW
```

```
      IF ((4*G21<>0) AND (4*G22<>0) AND TW<>0) THEN AAG3=(NA2*(DA+.125)+S21^2/(4*G21)+S22^2/(4*G22))*TW
      CALL AAG1(NA,DA,NA1,S11,S21,S11,G21,S12,S22,G12,G22,TW,AAG)
   END IF
ELSE
   DO
     INPUT "TIENE SOLO AGUJEROS ALINEADOS? (S/N)";F$
     IF F$<>"S" AND F$<>"N" THEN BEEP
   LOOP UNTIL F$="S" OR F$="N"
   IF F$="S" THEN
      INPUT "NUMERO DE AGUJEROS ALINEADOS";NA
      AAG=NA*(DA+.125)*TW
   END IF
END IF
IF NA >=3 THEN
   IF EF/D 2/2 THEN
      CT=0.9
   ELSE
      CT=0.85
   END IF
ELSE
   CT=0.75
END IF
AN=AG-AAG
AE=CT*AN
END SUB


SUB AAG1(NA,DA,NA1,S11,S21,G11,G21,S12,S22,G12,G22,TW,AAG)
'SUBRUTINA AAG1
 AAG1=NA*(DA+.125)*TW
 IF ((4*G11)<>0 AND 4*G12<> 0 AND TW<>0) THEN AAG2=(NA1*(DA+.125)+S11^2/(4*G11)+S12^2/(4*G12))*TW
 IF ((4*G21)<>0 AND (4*G22)<>0 THEN AAG3=(NA2*(DA+.125)+S21^2/(4*G21)+S22^2/(4*G22))*TW
 IF AAG1>AAG2 THEN
    IF AAG1>AAG3 THEN
       AAG=AAG1
    ELSE
       AAG=AAG3
    END IF
 ELSE
    IF AAG2>AAG3 THEN
       AAG=AAG2
    ELSE
       AAG=AAG3
    END IF
 END IF
END SUB

SUB AAG2(NA,NA1,NA2,DA,M1,M2,S1,G1,TW,AAG)
'SUBRUTINA AAG2
 AAG1=NA*(DA+.125)*TW
 IF (4*G1)<>0 AND TW <> THEN AAG4=(NA1*(DA+.125)+(M1*S1^2/(4*G1)))*TW
 IF (4*G1)<>0 AND TW<>0 THEN AAG5=(NA2*(DA+.125)+(M2*S1^2/(4*G1)))*TW
 IF AAG1>AAG4 THEN
    IF AAG1>AAG5 THEN
       AAG=AAG1
    ELSE
       AAG=AAG5
    END IF
 ELSE
    IF AAG4>AAG5 THEN
       AAG=AAG4
    ELSE
```

```
      AAE=AAG5
    END IF
  END IF
END SUB
```

# CAPITULO II

## ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESION

## DISEÑO DE COLUMNAS

### 2.1 ANALISIS TEORICO

Las fuerzas de compresión tienden a comprimir o acortar un miembro.

Hay diversos tipos de miembros sujetos a compresión, las columnas es el más conocido.

Las columnas son miembros cuyas longitudes son considerablemente mayores que las dimensiones de la sección transversal. Estas no solo se encuentran en posición vertical, sino también en posición horizontal e inclinada.

En las columnas, la falla por esfuerzo normal, es muy por abajo del límite elástico de la columna; el peligro está en el pandeo o flexión lateral.

Por dicha razón los esfuerzos permisibles se reducen.

La longitud juega un papel importante en el pandeo;

mientras más larga es la columna para la misma sección transversal, mayor es su tendencia a pandear y menor es su capacidad de carga.
Además, el pandeo también depende de los tipos de conexiones de extremo, excentricidades en la aplicación de la carga, imperfecciones del material, torceduras iniciales, esfuerzos residuales de fabricación, etc.

Cualquier tipo de deformación en una columna puede representar mucho peligro, ya que las cargas de compresión aumentarán la flexión.

### 2.1.1 APLICACIONES

Los esfuerzos son de compresión si comprimen o acortan un miembro; la columna es el miembro más conocido sujeto a compresión.

Otros tipos son: las cuerdas superiores de las armaduras, miembros de arriestramiento, los patines a compresión de vigas laminadas y armadas y los miembros sujetos a la vez a flexión y a compresión.

"Las columnas son miembros verticales y que poseen una longitud mayor a su sección

transversal". (1)

### 2.1.2 DIFERENCIA ENTRE ELEMENTOS EN TENSION Y ELEMENTOS EN COMPRESION

1) Las cargas de tensión tienden a mantener recto el elemento, mientras las cargas en compresión tienden a pandearla fuera del plano de las cargas

2) La presencia de agujeros reduce el área disponible para resistir cargas de tensión, para miembros sometidos a compresión se considera que los pernos llenan los agujeros y el área total queda disponible para resistir la carga.

### 2.1.3 COLUMNAS CARGADAS AXIALMENTE

1) Las cargas que soporta una columna recaen en la sección transversal superior de la columna. La situación ideal se presenta cuando las cargas se aplican uniformemente sobre la

(1) Manual del AISC, 8ava edición, pág.5.124

columna con el centro de gravedad de las cargas, coincidiendo con el eje de gravedad de la columna.

2) Cuando las cargas están centradas perfectamente sobre la columna, se les llama cargas axiales.

3) Las cargas muertas pueden, o no, ser axiales en una columna interior de un edificio, pero las cargas vivas nunca lo son. Para una columna exterior la posición de las cargas es excéntrica, su centro de gravedad caerá hacia la parte interior de la columna.

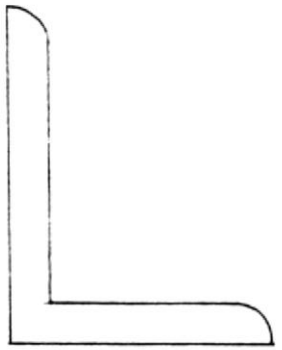
4) El diseño que se considerará en este capítulo será de columnas cargadas axialmente.

### 2.1.4 TIPOS DE COLUMNAS

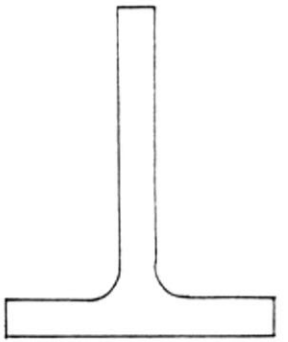
Una columna sujeta a compresión axial se acortará en la dirección de la carga. Si la carga se incrementa hasta que la columna se pandea, la columna se flexionará lateralmente, pudiendo torcerse en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

# FIGURA Nº3

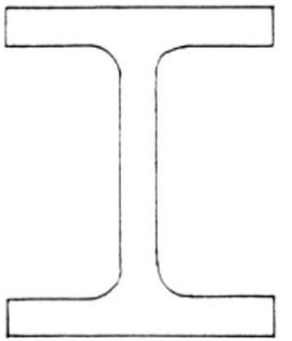
## Perfiles usados en Compresión



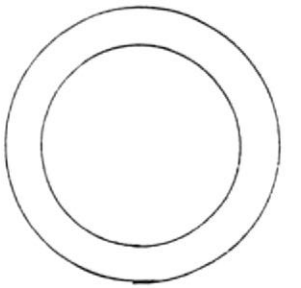
ángulo simple



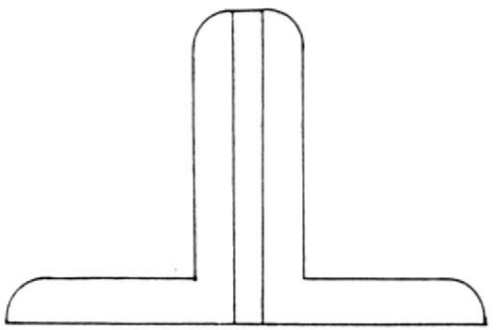
Te



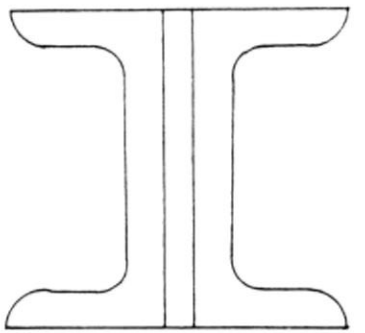
Columna W



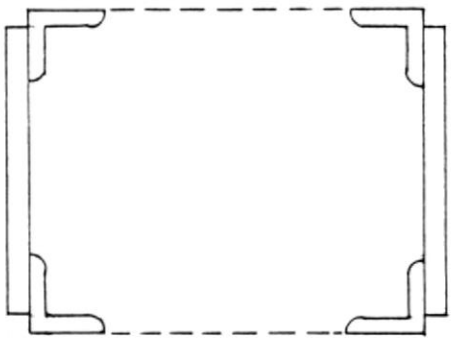
Tubo Circular



ángulo doble



doble canal



Caja con 4 ángulos

La resistencia de una columna y la manera como falla dependen de su longitud efectiva.
Una columna corta puede cargarse hasta que el acero fluye. Si la longitud efectiva excede un cierto valor, el esfuerzo de pandeo será menor que el límite proporcional del acero, esta es una falla elástica.

De acuerdo a la falla que presenten las columnas se clasifican en:

- **Columnas largas:** En ellas el esfuerzo axial de pandeo permanece por debajo del límite proporcional. Dichas columnas fallan elásticamente.

- **Columnas cortas:** Estas fallan por aplastamiento; el esfuerzo de falla será igual al esfuerzo de fluencia y no ocurrirá el pandeo.

- **Columnas intermedias:** Algunas fibras alcanzarán el esfurzo de fluencia y otras no; estas fallarán tanto por fluencia como por pandeo y su comportamiento es inelástico. Antes se menciona la longitud efectiva, la cual

es la distancia entre puntos de inflexión de la elástica (punto de momento nulo).

Para una columna articulada en sus extremos, los puntos de momento nulo se localizan en los extremos, separados por una distancia L.
Para columnas con diferentes condiciones de apoyo, las longitudes efectivas serán totalmente distintas.

Una columna con extremos empotrados tiene sus puntos de inflexión en los cuartos extremos de su longitud total y su longitud efectiva es igual a KL/r.
Una columna libre en uno de sus extremos y empotrada en el otro, posee una longitud efectiva igual a dos veces su longitud.

Para calcular el valor de longitud efectiva, es práctico multiplicar por un valor K (1).

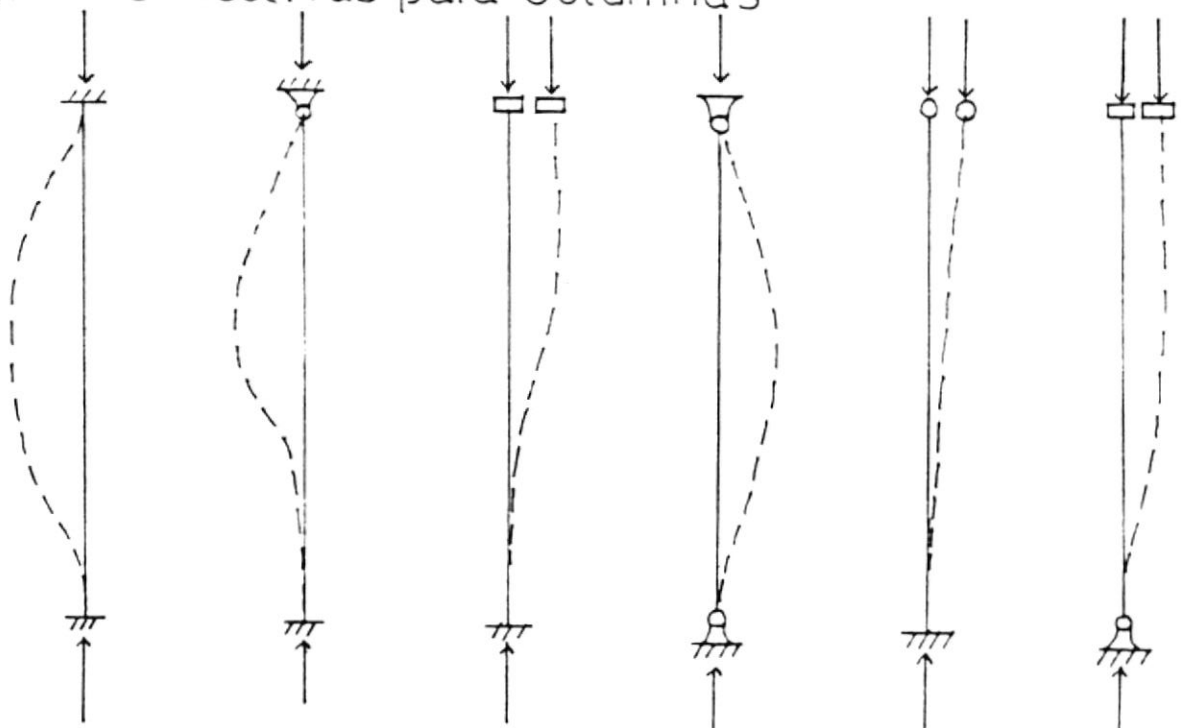
Al analizar la tabla de valores de K hecha referencia concluimos que cuando K presenta

---

(1) Manual del AISC, 8ava Edición, Fág. 5.124 T C1.8.1

# FIGURA Nº 4
## Longitudes Efectivas para Columnas

Las Líneas interrumpidas muestran la forma pandeada de la columna.



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Valor K teórico | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| Valor Recomendado | 0.65 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 2.1 | 2.0 |

valores menores que 1, los apoyos no se desplazan horizontalmente; si K es mayor que 1, los extremos se desplazan horizontalmente.

## 2.1.5 PROCESO GENERAL PARA EL DISEÑO DE COLUMNAS

El diseño de columnas es un poco más complejo que el diseño de miembros en tensión, puesto que la falla por esfuerzo normal T/A es muy por abajo del límite elástico de la columna, debido a su tendencia al pandeo o flexión lateral.
Por esta razón, los esfuerzos permisibles deben reducirse en cierto modo, en relación al peligro del mismo pandeo.
Mientras más larga es una columna para la misma sección transversal, mayor es su tendencia a pandear y menor es su capacidad de carga.

La tendencia de un miembro al pandeo, se mide por su relación de esbeltez, que es la relación entre la longitud efectiva del elemento y su menor radio de giro.



La tendencia al pandeo se ve también afectada por factores tales como tipos de conexiones de extremo, excentricidades en la aplicación de la

carga, imperfecciones del material, torceduras iniciales, esfuerzos residuales de fabricación, etc. Para considerar todos estos factores, se usan altos factores de seguridad en las fórmulas que se han desarrollado para ajustarse a curvas como resultado de pruebas experimentales.

El proceso para el diseño de acuerdo a los fundamentos del AISC consiste:

1) Asumir un esfuerzo permisible (Fa), igual al 50% del esfuerzo de fluencia, debido a que el límite superior del pandeo elástico queda definido por un esf = 50% Fy.
2) Cálculo del área requerida de la sección, como resultado de la división de la carga para el esfuerzo permisible.
3) Con esa área selecciono la sección adecuada del manual.
4) Recalculo es esfuerzo permisible. Se calcula la relación de esbeltez crítica, que divide al pandeo elástico y el inelástico.

$$Cc = \sqrt{(2\pi^2 E / Fy)}$$

Para las relaciones de esbeltez menores que Cc

se utiliza una fórmula de tipo parabólico (fórmula 1.5-1 del AISC) para hallar Fa.

Para valores de Kl/r mayores que Cc se usa la ecuación de la hipérbola, que es la ecuación de Euler con un factor de seguridad de 1.92 (fórmula 1.5-2 del AISC).

5) La sección es válida cuando el esfuerzo actual (fa=T/A) es menor o igual que el esfuerzo permisible en compresión.

## 2.1.6 ELEMENTOS RIGIRIZADOS Y NO RIGIRIZADOS

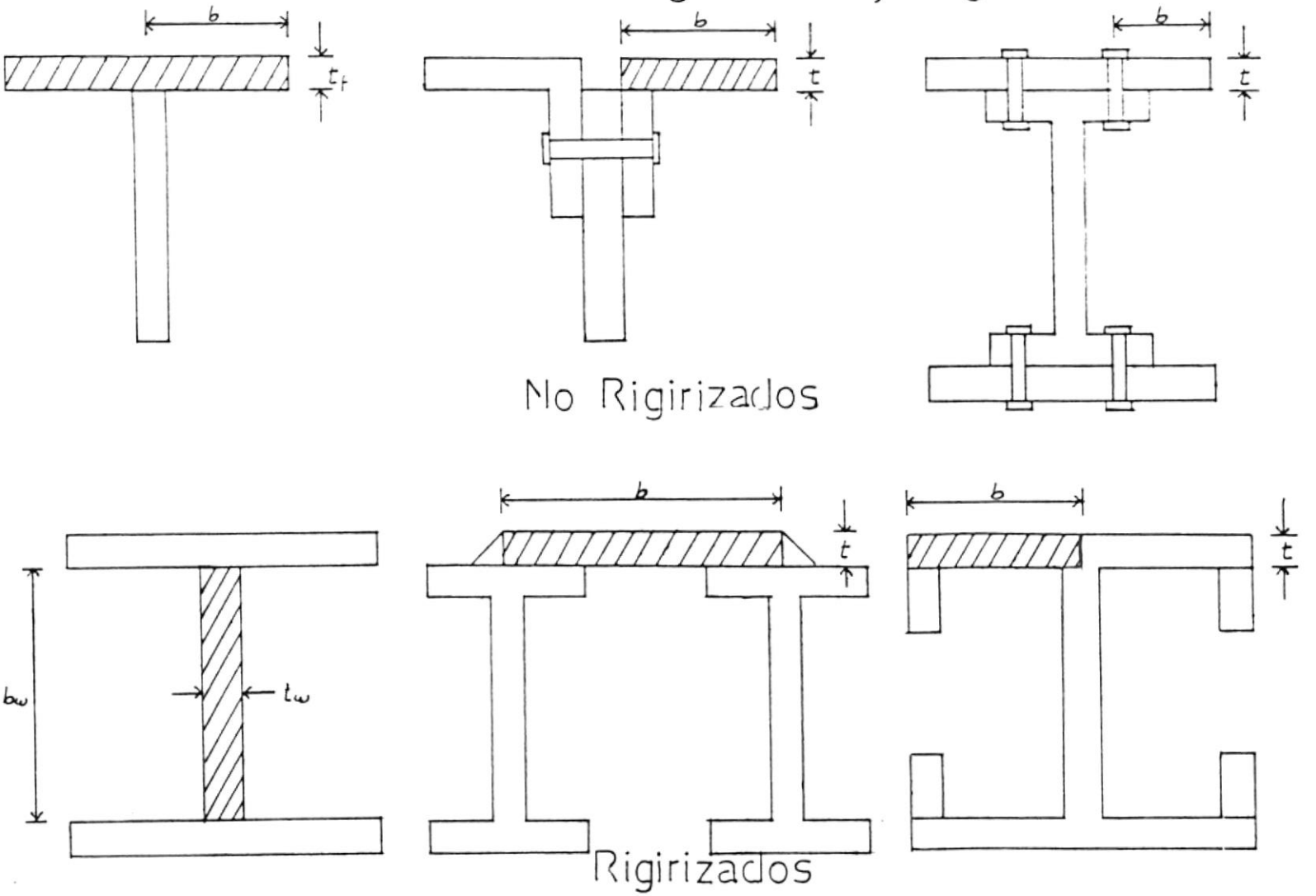
Se ha considerado la estabilidad del elemento como un todo, pero es posible que alas y almas delgadas de una columna, se pandeen localmente cuando están sometidas a compresión mucho antes de que la carga de pandeo para todo el elemento se alcance.

Cuando placas delgadas están sometidas a fuerzas de compresión se pandean alrededor del eje débil, es decir, alrededor del eje que tiene el menor momento de inercia.

El manual provee valores limitantes entre el ancho y el espesor de las partes individuales de los elementos en compresión.

FIGURA Nº5

Elementos No Rigirizados y Rigirizados



Las piezas delgadas carecen de rigidez si sus extremos están libres, sin embargo si uno de los extremos libres se dobla, su rigidez aumenta.

Así, se distinguen dos tipos de elementos: elementos rigirizados y elementos no rigirizados.

**Elementos no rigirizados.-** Son piezas proyectantes con un borde libre, paralelo a la dirección de la fuerza de compresión.

**Elementos rigirizados.-** Son aquellos que no **Poseen** bordes o extremos libres.

Dependiendo de la relación ancho(b) a espesor(t) de los elementos a compresión y de si éstos son rigirizados o no, los elementos se pandearán bajo diferentes condiciones de esfuerzo.

Si la relación b/t excede ciertos valores pandeo local ocurre antes de que los esfuerzos de fluencia se alcancen.

Cuando el pandeo local controla el diseño, la eficiencia o capacidad de la sección tiene que ser reducida.

A las ecuaciones de pandeo (parábola o hipébola) se le aplica un factor de reducción Q al lado de Fy.

Elementos rigirizados (1)

Elementos no rigirizados (1)

### 2.1.7 RECOMENDACIONES DEL MANUAL DEL AISC

Las expresiones del AISC han sido desarrolladas con el fin de introducir toda la información disponible de las últimas investigaciones, correspondientes al comportamiento de columnas de acero.

Estas fórmulas toman en cuenta el efecto de los esfuerzos residuales, las condiciones de sujección de los extremos de las columnas, y la variación de la resistencia de los diferentes tipos de acero.

El uso de las fórmulas del AISC conduce a diseños lógicos y económicos.

Factor de longitud efectiva K (AISC pág. 5-124)

---

(1) Manual del AISC, 8ava edición, Apendice C

Las fórmulas que se consideran son:

Relación de esbeltez crítica $Cc = \sqrt{(2\pi^2 E/Fy)}$

Fórmula de la parábola, para relaciones de esbeltez menores que Cc (AISC fórmula 1.5-1)

Fórmula de la hipérbola para $kl/r > Cc$ (AISC fórmula 1.5-2)

También se puede encontrar el esfuerzo permisible directamente de la tabla 3-36 con el valor de la relación de esbeltez.

Para elementos no rigirizados: el factor de reducción de los esfuerzos de acuerdo a las limitaciones ancho espesor (AISC pág. 5.94 Sección $C_2$).

Para elementos rigirizados, el factor de reducción: (AISC pág. 5-95, 5-96 Sección $C^3$ y $C^4$) y el esfuerzo permisible considerando el factor de reducción (AISC pág. 5-96 Sección $C^5$)

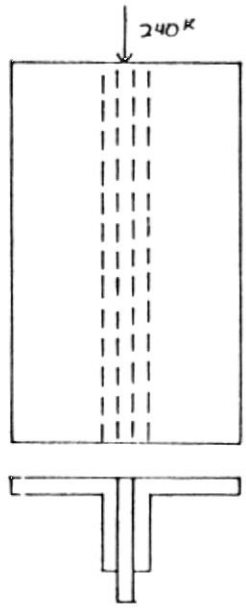
## 2.1.8 EJEMPLOS TIPO

Selección de miembros sometidos a compresión

1. Con Elementos no rigirizados

a. Doble Angulo con separación

Diseñe un elemento en compresión con dos Angulos de alas iguales.




Datos

E = 29000 lb/pg²

P = 240 kips

Fy = 36 k/pg²

Fu = 58 k/pg²

L = 20 pie = 240 pulg

Kx = Ky = 1

1) Asumo Fa = Fy/2 = 36/2 = 18 k/pg²

2) A = T/Fa = 240/18 = 13.33 pg²

3) Se Selecciona del manual ángulos con esa área.

L 8 x 8 x ½ : A = 15.5

$r_x$ = 2.5

$r_y$ = 3.45

b = 8

t = ½

Según AISC (1.9.1.2) si b/t<76/sqr(Fy), no hay peligro de pandeo.

b/t = 16

76/√Fy = 12.67 ==> 16 < 12.67 Incorrecto

AISC (C2-1) 76/sqr(Fy)<b/t<155/sqr(Fy)

155/√Fy = 25.8 ==> b/t=16 está dentro del rango, el manual nos dice que hay que reducir el esfuerzo.

==> 12.67 < 16 < 25.8

AISC (C2-1): Factor de Reducción:

==> Qs = 1.34 - 0.00447 (b/t) √Fy

Q = 1.34 - 0.00447 (16) (6) = 0.91

kl/r = 1(240)/2.5 = 96

Cc = √(2π²E/QFy) = 132.19

==> kl/r < Cc ==> ec. de la parábola

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3\ (96)}{8\ (132.19)} - \frac{(96)^3}{8\ (132.19)^3} = 1.891$$

$$Fa = \left[ 1 - \frac{(96)^2}{2\ (132.19)^2} \right] \frac{(0.91)\ (36)}{1.891} = 12.76$$

fa = T/A = 15.5

15.5 < 12.76 ? ==> perfil no satisface

Busco otro perfil con mayor área

L 8 x 8 x 5/8 $\quad A = 19.2$

$r_x = 2.49$

$r_y = 3.47$

$b = 8$

$t = 5/8$

b/t = 12.8

$76/\sqrt{36} = 12.67$

$155/\sqrt{36} = 25.83$

AISC (C2-1) $\quad \frac{76}{\sqrt{Fy}} < \frac{b}{t} < \frac{155}{\sqrt{Fy}}$

==> $Q = 1.34 - 0.00447\ (b/t)\ \sqrt{Fy}$

$Q = 1.34 - 0.00447\ (12.8)\ (6) = 0.9967$

$kl/r = 1(240)/2.49 = 96.39$

$Cc = \sqrt{(2\pi^2 E/QFy)} = 126.3$

(1) Cc ==> uso eq. de la parábola

$$F_a = \frac{5}{3} + \frac{3\,(96.39)}{8\,(126.3)} - \frac{(96.39)^3}{8\,(126.3)^3} = 1.897$$

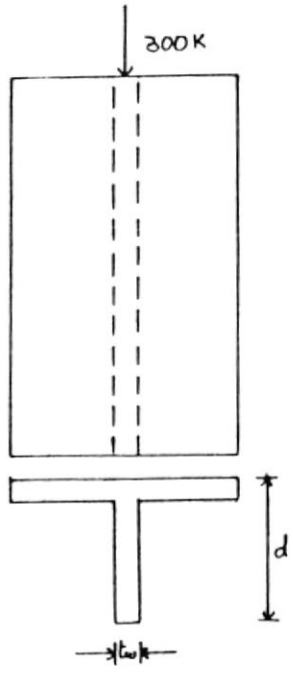
$$F_a = \left[1 - \frac{(96.39)^2}{2\,(126.3)^2}\right] \frac{(0.9967)(36)}{1.897} = 13.4$$

fa = L/A = 240/19.2 = 12.5

fa < Fa ?

12.5 < 13.4 ==> perfil satisfactorio

b. Tee






Datos:

E = 29000 lb/pg²

T = 300 k

Fy = 36 ksi

L = 300 pulg

1) Fa = Fy/2 = 18 ksi

2) A = T/Fa = 16.7 $pg^2$

3) Se Selecciona miembro del manual

WT 12 x 58.5 A = 17.2

d = 12.13

$r_x$ = 3.51

$r_y$ = 2.94

bf = 12.8

bw = 12.13 - 0.85 =11.28

tw = 0.55

tf=0.85

$k_x = k_y = 1$

AISC (TC-1): Si cumple las siguientes condiciones el perfil sirve:

bf/d > 0.5 , tf/tw > 1.1

bf/d = 12.8/12.13 = 1.06 > 0.5 ; es correcto

tf/tw = 1.55 > 1.1 ; es correcto

===> Perfil si sirve

En la Tee hay dos elementos no rigirizados: alma y ala

**Chequeo del ala:**

Si cumple AISC (1.9.1.2) b/t < 95/Sqr(Fy) no hay peligro de pandeo.

bf/tf = 12.8/0.85 = 15.06

95/Sqr(Fy) = 15.83

b/t = 15.06 < 95/Sqr(36) ====> no hay peligro de pandeo.

===> Qs1=1

**Chequeo del alma:**

Según AISC (1.9.1.2) b/t < 127/Sqr(Fy) debe de cumplirse para que no haya peligro de pandeo.

bw/tw = 16.08

127/√Fy = 21.17

b/t < 127/√Fy ==> Qs2 = 1

====> Qs = Qs1.Qs2 = 1

kl/r = 102

Cc = 126

==> kl/r < Cc ==> ec. de la parábola

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8}\frac{(102)}{(126)} - \frac{(102)^3}{8\,(126)^3} = 1.9039$$

$$Fa = \left[ 1 - \frac{(102)^2}{2\ (126)^2} \right] \frac{(36)}{1.9039} = 12.7$$

fa = T/A = 300/17.2 = 17.44

fa no es < Fa ===> no cumple condiciones

===> elijo perfil mayor

WT 12 x 81 A = 23.9

d = 12.5

tw = 0.705

tf = 1.22

bf = 12.955

$r_x$ = 3.5

$r_y$ = 3.05

$k_x = k_y = 1$

Según AISC (TC-1) si se cumple bf/d > 0.5

y tf/tw > 1.1 ===> el perfil si sirve.

bf/d = 1.04 > 0.5 ; es correcto

tf/tw = 1.73 > 1.1 ; es correcto

===> El perfil si sirve

**Chequeo del ala:**

AISC (1.9.1.2) b/t < 95/Sqr(Fy)

bf/tf=12.955/1.22 = 10.62 < 95/Sqr(36) =15.83

===> no hay que reducir el esfuerzo, Qs1=1

Chequeo del alma:

AISC (1.9.1.2) b/t < 127/Sqr(Fy)

bw/tw = (12.5 - 1.22)/0.705 = 16

127/√Fy = 21.17

b/t < 127/√Fy ==> Qs2 = 1

====> Qs = Qs1.Qs2 = 1

kl/r = 98.36

Cc = 126

==> kl/r < Cc ==> ec. de la parábola

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3\ (98.36)}{8\ \ (126)} - \frac{(98.36)^3}{8\ (126)^3} = 1.899$$

$$Fa = \left[ 1 - \frac{(98.36)^2}{2\ (126)^2} \right] \frac{(36)}{1.899} = 13.18$$

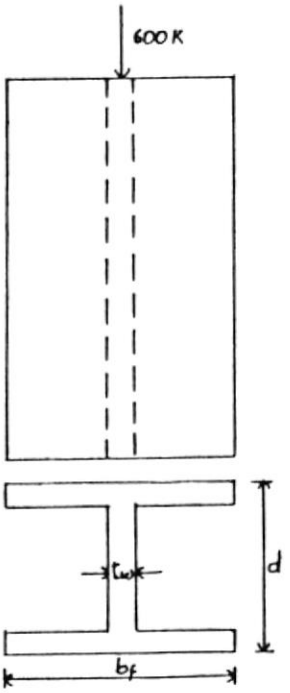
fa = T/A = 300/21.5 = 13.95

fa < Fa ==> el perfil es satisfactorio

## 2. Con Elementos Rigirizados

### a. Perfil W

Seleccione un perfil W sometido a compresión




Datos:

P = 600 K

Fy = 36 ksi

L = 180 pulg

1) Fa = Fy/2 = 18 ksi

2) A = P/Fa = 600/18 = 33.3 pg²

3) Se Selecciona perfil del manual

W14 x 120 A = 35.3

$r_x$ = 6.24

$r_y$ = 3.74

bf = 14.67

tf = 0.94

d = 14.48

$K_x$ = $K_y$ = 1

El perfil W posee elementos No rigirizados: las alas y un elemento rigirizado: el alma.

**Chequeo de las alas:**

AISC (1.9.1.2): b/t < 95/Sqr(Fy)

b/t = 15.6

95/√Fy = 15.83

b/t < 95/√Fy ==> Qs = 1

**Chequeo del alma:**

AISC (1.9.2.2): b/t < 253/Sqr(Fy)

hw/tw = (d-tf)/tw = (14.48-0.94)/0.59 = 22.9

253/Sqr(36) = 42.17

Se cumple que hw/tw < 253/Sqr(Fy) ====> Qa=1

====> Q = Qs.Qa

kl/r = 48.13

Cc = 126

==> kl/r < Cc ==> ec. de la parábola

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3\ (48.13)}{8\ \ (126)} - \frac{(48.13)^3}{8\ (126)^3} = 1.803$$

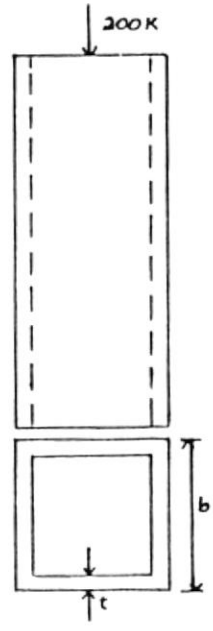
$$Fa = \left[ 1 - \frac{(48.13)^2}{2\ (126)^2} \right] \frac{(36)}{1.803} = 18.51$$

fa = T/A = 300/17.5 = 17

fa < Fa ==> el perfil está seleccionado

b. Sección Tubular

Diseñe una sección tubular de 10 x 10" para que soporte 200 Kips, con $L_e$=18".




Solución:

1. Fa = 30 Ksi

2. A = 200/30 =6.67 pulg²

3. Se Selecciona

A=9.59

r=3.96

Le/r = 18(12)/3.96 = 54.54 ;

Cc=Sqr(2.π².E/Fy)=93.79

Le < Cc ===> Ec. de la parábola

Fa = Ca.Fy (Le/r)/Cc = 54.54/93.79 = 0.58

===> en pág. 5.76 , Ca=0.447

Fa = 0.447(65) = 29.05

4. fa = T/A = 200/9.59 = 20.85 < Fa = 29.05

===> Esta sección tubular que es la de menor espesor satisface, si la relación b/t es satisfactoria.

**Chequeamos b/t :**

<u>Elemento Rigirizado</u>

b/t < 238/Sqr(Fy);

b/t = (10-2(1/4))/(1/4)=38

238/Sqr(Fy) = 29.5

b/t=38 no es < 238/Sqr(Fy)

===> Hay que reducir su capacidad de soportar carga, debido al pandeo local.

**Calculamos su ancho efectivo:**

AISC (pág. 5.95)

be/t=(253/Sqr(f))(1-50.3/((b/t)Sqr(f))

asumo f=Fa ===> be/t=34.5

Aef=9.59-4(b/t-be/t)t²=8.6pulg²

Factor de forma: Q = Aef/Ato = 8.6/9.59 =

Q = 0.907

Cc'= Sqr(2.π².E/(Q.Fy))=98.6

Fa=Ca.Q.Fy ===> (Le/r)/Cc' = 54.54/98.6

= 0.55

====> en pág. 5.76 Ca=0.458

Fa = 0.458(0.907)(65)= 27 Ksi

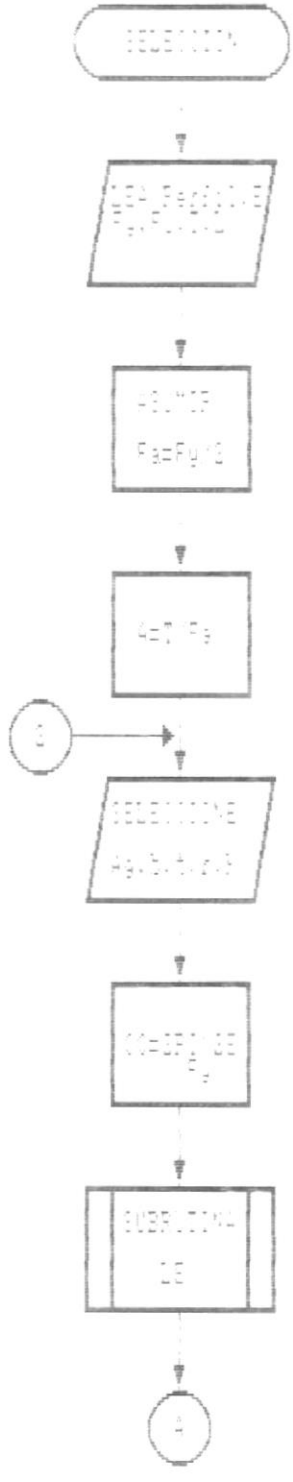
fa = T/A = 200/9.59 = 20.85 Ksi

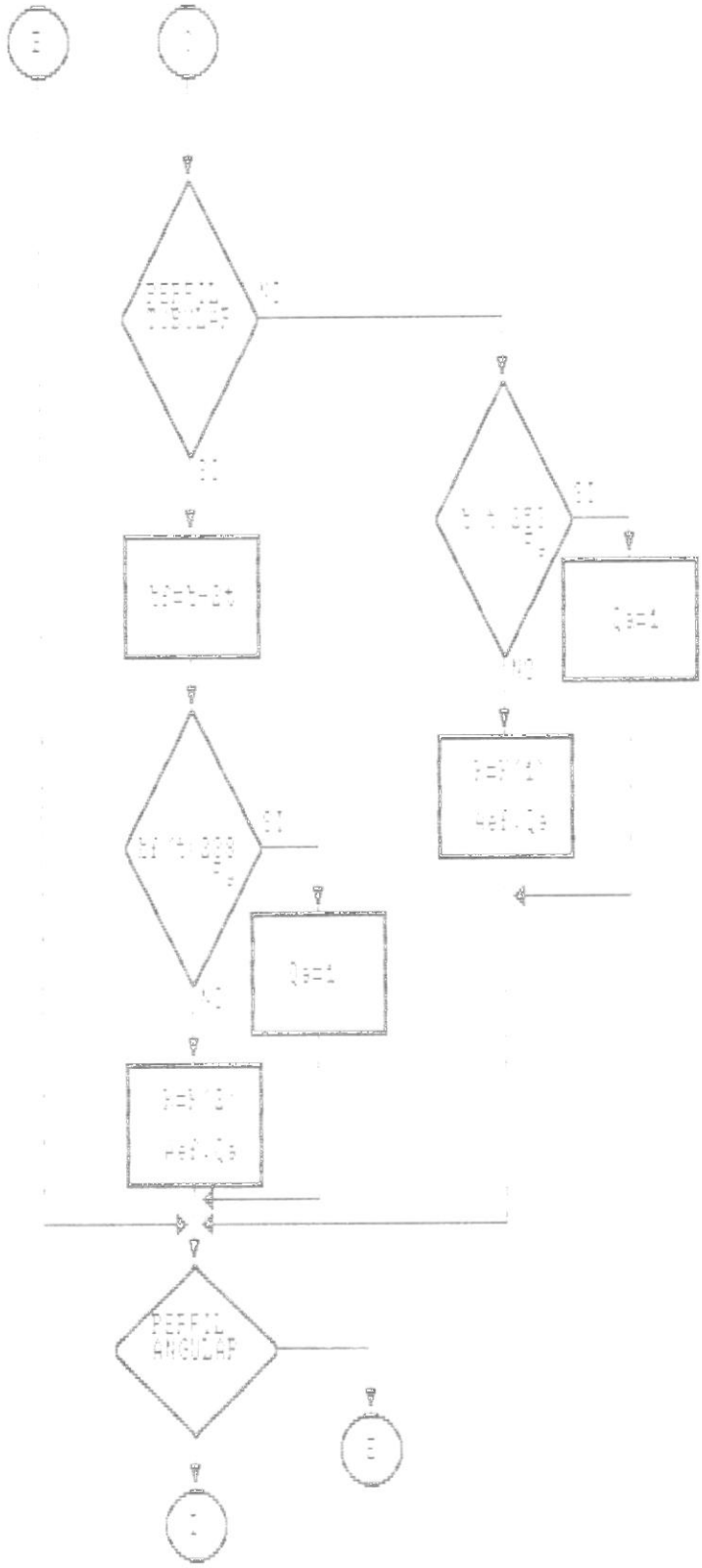
fa = 20.85 < Fa =27 ===> correcto

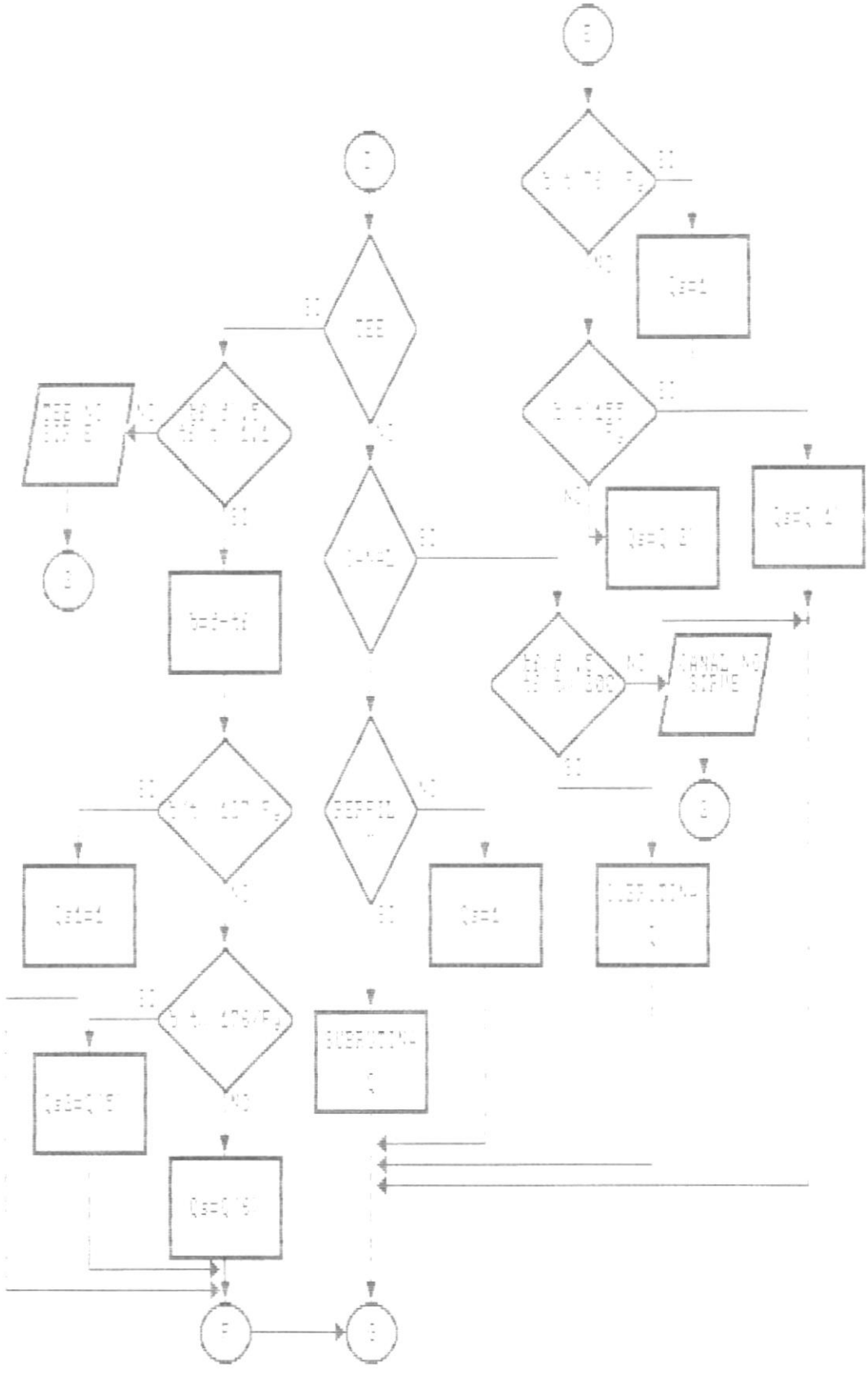
El perfil elegido es satisfactorio.

# 2.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

# SELECCION DE MIEMBROS EN COMPRESION

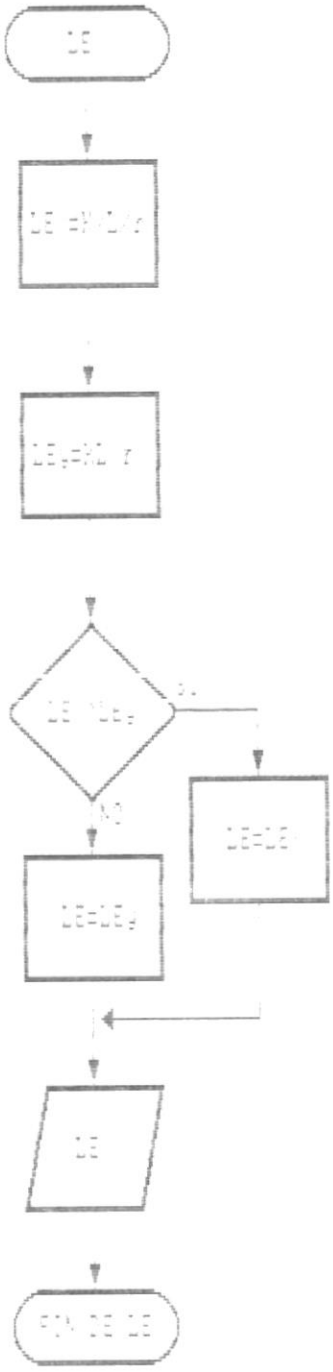



PERFIL ANGULAR
SI
NO
Q=1
PERFIL ANGULAR
SI
NO
Q=1
PERFIL ANGULAR
SI
NO
PERFIL ANGULAR
SI
NO

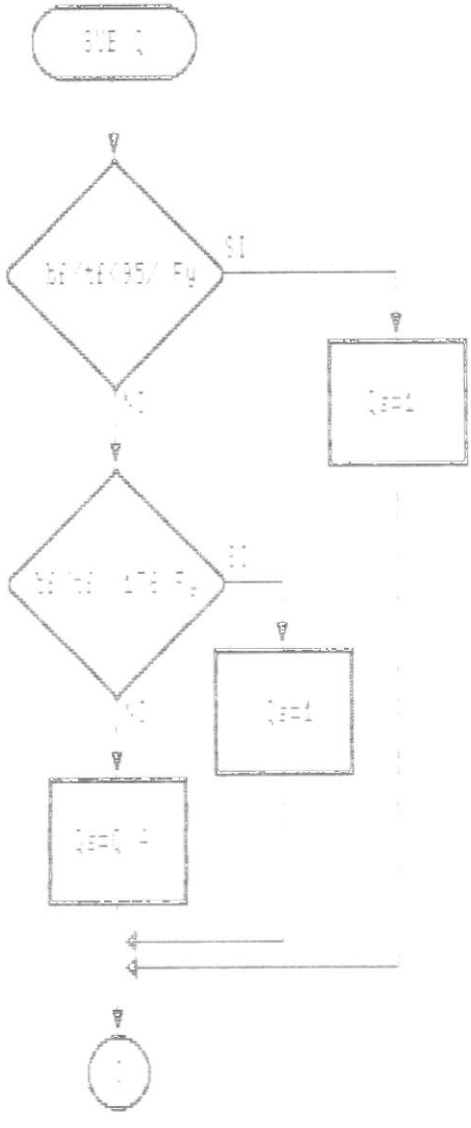


F
Q=Q/Q0
Fa=Q/Fv
M=0.5*(1/Q+Fa/Fv)
LEN=0?
Fa=Fa(1)
Fa=Fa(2)
Q0=1
Q0=0.8
Q0=0.4
Q=Q0*Q0
Q0 Fa
PRINT
SELECTION

# SUBRUTINA LE



# SUBRUTINA Q



# 2.2.2 ALGORITMO

```
'*****************************************************************
'****************          C O M P R E S I O N          ****************
'*****************************************************************

  SUB COMPRESION
PRINCIPIO:
      CLS
      CALL VENTANA(1,14,3,62)
      LOCATE 2,15:PRINT " SELECCION DE MIEMBROS SOMETIDOS EN COMPRESION "
      CALL CUADRO(6,18,8,60)
      LOCATE 7,27:PRINT " ******* DISEÑO DE COLUMNAS *******"
      CALL CUADRO(10,14,15,64)
      LOCATE 12,18:PRINT " LOS MIEMBROS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR SON: "
      LOCATE 14,26:PRINT
      LOCATE 15,20:PRINT              TODOS LOS QUE CONSTAN"
      LOCATE 16,20:PRINT "            EN EL MANUAL DEL AISC"
      LOCATE 17,20:PRINT                  8AVA. EDICION"
      LOCATE 21,1
      LOCATE 21,20:PRINT "PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR"
      CALL ESP
      CLS
      PRINT
      PRINT
      INPUT "MODULO DE ELASTICIDAD E (kips/pg^2)";E : IF E=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
      PRINT
      INPUT "GRADO DEL ACERO  Fy , Fu (kips/Pulg^2)";FY,FU
      PRINT
      IF FY=0 OR FU=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
      PRINT "CARGA DE DISEÑO T (kips)"
      INPUT "T";" : IF T=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
      PRINT
      INPUT "LONGITUD DEL MIEMBRO (Pulgadas)": L
      PRINT

      DO
        CLS
        INICIO:
        FA=FY/2
        AG=T/FA
        PRINT "AREA REQUERIDA ES  ";CSNG(AG)
        PRINT
        PRINT "      SELECCIONE MIEMBRO EN EL MANUAL DEL AISC"
        PRINT "           DE ACUERDO AL AREA REQUERIDA"
        PRINT "                 Y AL TIPO DE PERFIL"
        PRINT
        DO
          PRINT
          PRINT
          INPUT "ES UN PERFIL TUBULAR CUADRADO (S/N)",A$
          IF A$="S" AND A$="N" THEN PRFF
        LOOP UNTIL A$="S" OR A$="N"
        IF A$="S" THEN
           PRINT
           PRINT "ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:
           PRINT
           INPUT "PERFIL";P$
           INPUT "AREA, Ag (Pulg^2)";AG : IF AG=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
           INPUT "ANCHO, b (Pulg)";B : IF B=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
           INPUT "ESPESOR, t (Pulg)";T : IF T=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
           INPUT "RADIO DE GIRO, r (Pulg) ";RX : IF RX=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
           INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA, K";KX : IF KX=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
```

```
      KY=KX
      RY=7
   ELSE
      DO
        PRINT
        INPUT "ES UN PERFIL W? (S/N)",E$
        IF E$ <>"S" AND E$ <>"N" THEN BEEP
      LOOP UNTIL E$="S" OR E$="N"
      IF E$="S" THEN
         PRINT
         PRINT "ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:"
         INPUT "PERFIL";F$
         INPUT "AREA, Ag (Pulg^2)";AG : IF AG=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "ANCHO DEL ALA, bf (Pulg)";BF : IF BF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "ESPESOR DEL ALA, tf (Pulg)";TF : IF TF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "ESPESOR DEL ALMA, tw (Pulg)";TW : IF TW=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "ALTURA O PERALTE, d (Pulg)";D : IF D=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)";RX : IF RX=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)";RY : IF RY=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA ALREDEDOR DEL EJE X, kx";KX : IF KX=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA ALREDEDOR DEL EJE Y, ky";KY : IF KY=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
      ELSE
         DO
           PRINT
           INPUT "ES UN PERFIL ANGULAR DE ALAS IGUALES? (S/N)";C$
           IF C$<>"S" AND C$<>"N" THEN BEEP
         LOOP UNTIL C$="S" OR C$="N"
         IF C$="S" THEN
            PRINT
            PRINT "ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:"
            PRINT
            INPUT "PERFIL";F$
            INPUT "AREA, Ag (Pulg^2)";AG : IF AG=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
            INPUT "ANCHO, b (Pulg)";B : IF B=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
            INPUT "ESPESOR, t (Pulg)";TT : IF TT=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
            INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)";RX : IF RX=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
            INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)";RY : IF RY=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
            INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN X, kx";KX : IF KX=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
            INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN Y, ky";KY : IF KY=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
         ELSE
            DO
              PRINT
              INPUT "ES UNA TEE? (S/N)",D$
              IF D$<>"S" AND D$<>"N" THEN BEEP
            LOOP UNTIL D$="S" OR D$="N"
IN11:
            IF D$="S" THEN
               PRINT
               PRINT "ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:"
               PRINT
               INPUT "PERFIL";F$
               INPUT "AREA, Ag (Pulg^2)";AG : IF AG=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
               INPUT "ANCHO DEL ALA, bf (Pulg)";BF : IF BF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
               INPUT "ESPESOR DEL ALA, tf (Pulg)";TF : IF TF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
               INPUT "ESPESOR DEL ALMA, tw (Pulg)";TW : IF TW=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
               INPUT "ALTURA O PERALTE, d (Pulg)";D : IF D=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
               INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)";RX
               INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)";RY
               INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN X, kx";KX
               INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN Y, ky";KY
            ELSE
               DO
```

```
                PRINT
                INPUT "ES EN CANAL ? (S/N)";E$
                IF E$ "S" AND E$ "N" THEN BEEP
              LOOP UNTIL E$= S" OR E$="N"
INIC:
              IF E$="S" THEN
                PRINT
                PRINT "ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:"
                PRINT
                INP " PERFIL";F$
                INPUT "GRFA, Ac (F 'a 2)";AG
                IF AG=0 THEN CALL FALLA:GOTO FIN.
                INPUT "ANCHO DEL ALA, bf (Pulg)";BF
                IF BF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
                INPUT "ESPESOR DEL ALA, tf (Pulg)";TF
                IF TF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN2
                INPUT "ESPESOR DEL ALMA, tw (Pulg)";TW : IF TW=0 THEN CALL FALLA :GOTO FIN2
                INPUT "ALTURA O PERALTE, d (Pulg)";D : IF D=0 THEN CALL FALLA:GOTO FIN2
                INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DE X, rx (Pulg)";RX
                INPUT "RADIO DE GIRO ALREDEDOR DE Y, ry (Pulg)";RY
                INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN X, Kx";KX
                INPUT "FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN Y, ry";KY
              ELSE
                PRINT
                PRINT "   EL PROGRAMA NO DISERA OTRO PERFIL DISTINTO"
                PRINT "                A LOS ESPECIFICADOS"
              END IF
            END IF
          END IF
        END IF
      END IF
      CC=SQR(2*3.1416^2*E/FY)
      CALL LE(KX,KY,L,RX,RY,LE)
      IF LE<=CC THEN
        FS=5.3+(3/8*(LE/CC))-1/8*(LE/CC)^3
        FA=(1-.5*(LE/CC)^2)*FY/FS
      ELSE
        FA=12*3.1416^2*E/(23*LE^2)
      END IF
      FAA=T/AG
      PRINT
      PRINT "EL ESFUERZO ACTUAL ES";FAA
      PRINT
      PRINT "EL ESFUERZO PERMISIBLE ES";FA
      PRINT
      PRINT
      PRINT "PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR"
      CALL ESP
    LOOP UNTIL FAA<=FA
    PRINT
    PRINT
    PRINT
    PRINT "  EL ESFUERZO ACTUAL ES ";FAA
    PRINT "     Y ES MENOR AL "
    PRINT "    ESFUERZO PERMISIBLE:  ";FA
    DO
      PRINT
      PRINT
      INPUT "EL PERFIL POSEE ELEMENTOS RIGIDIZADOS ? (S/N)";F$
      IF F$<>"S" AND F$ "N" THEN BEEP
    LOOP UNTIL F$= S" OR F$ "N
```

```
IF F$="S" THEN
   IF A$="S" THEN
      BF=B-2*TT
      IF BF/TT<=238/SQR(FY) THEN
         QA=1
      ELSE
         KE=(253/SQR(FA))*(1-(50.3*TT)/(BF*SQR(FA)))
         AEF=AG-(4*(BF/TT-KE)*TT^2)
  print "b/t";bf/tt
  print "be/t";ke
         QA=AEF/AG
         QS=1
      END IF
      print "qa";qa
      Print "aef";aef
   ELSE
      BW=D-2*TF
      IF BW/TW<=253/SQR(FY) THEN
         QA=1
      ELSE
         KE=(253/SQR(FA))*(1-41.3/((BW/TW)*SQR(FA)))
         AEF=AG-((BW/TW-KE)*TW^2)
         QA=AEF/AG
      END IF
   END IF
ELSE
   QA=1
END IF

IF D$="S" THEN
   IF B/TT<=76/SQR(FY) THEN
      QS=1
   ELSE
      IF B/TT>155/SQR(FY) THEN
         QS=15500/(FY)*(B/TT)^2
      ELSE
         QS=1.34-.00447*(B/TT)*SQR(FY)
      END IF
   END IF
ELSE
   IF D$="S" THEN
      IF BF/D>0.5 AND TF/TW<1.1 THEN
         B=D-TF
         IF B/TW<127/SQR(FY) THEN
            QS1=1
         ELSE
            IF B/TW>176/SQR(FY) THEN
               QS1=20000/(FY*(B/TW)^2)
            ELSE
               QS1=1.908-(0.0715*(B/TW)*SQR(FY))
            END IF
         END IF
         IF BF/TF<93/SQR(FY) THEN
            QS2=1
         ELSE
            IF BF/TF>176/SQR(FY) THEN
               QS2=20000/(FY*(BF/TF)^2)
            ELSE
               QS2=1.415-(0.0437*(BF/TF)*SQR(FY))
            END IF
         END IF
         QS=QS1*QS2
```

```
        :
        ELSE
           PRINT "EL PERFIL NO SIRVE, NO CUMPLE AISC(Tabla C1)"
           GOTO INI1
        END IF
     ELSE
        IF E$= S" THEN
           IF BF/D<0,5 AND TF/TW<2 THEN
              IF BF/TF<95/SQR(FY) THEN
                 Q=1
              ELSE
                 IF BF/TF<176/SQR(FY) THEN
                    QS=20000/(FY*(BF/TF)^2)
                 ELSE
                    QS=1.415-0.00437*(BF/TF)*SQR(FY)
                 END IF
              END IF
           ELSE
              PRINT "EL PERFIL NO SIRVE, NO CUMPLE AISC(Tabla C1)"
              GOTO INIC
           END IF
        ELSE
           IF A$='S" THEN
              IF BF/TF<95/SQR(FY) THEN
                 QS=1
              ELSE
                 IF BF/TF<176/SQR(FY) THEN
                    QS=20000/(FY*(BF/TF)^2)
                 ELSE
                    QS=1.415-(0.00437*(BF/TF)*SQR(FY))
                 END IF
              END IF
              print "qs";qs
              call esp
           ELSE
                 QS=1
           END IF
        END IF
     END IF
  END IF
  Q=QS*QA
  IF Q*FY>0 THEN CC1=SQR(2*3.1416^2*E/(Q*FY))
  Print "cc1";cc1
  CALL LE(KX,KY,L,RX,RY,LE)
  IF LE<=CC1 THEN
     FS=5/3+(3/8*(LE/CC1))-(1/8*(LE/CC1)^3)
     FA=(1-(1/2*(LE/CC1)^2))*Q*FY/FS
  ELSE
     FA=12*3.1416^2*E/(23*LE^2)
  END IF
  IF FAA=FA THEN
     PRINT "EL PERFIL ESTA SELECCIONADO"
     PRINT
     PRINT "SE CUMPLE: Fa ";FAA;"=FA,UN DEL Fa ";FA
     PRINT
     PRINT "EL PERFIL DEL SATISFACE EE ===> ";P$
  ELSE
     GOTO PRINCIPIO
  END IF
  CALL ENTER

FIN2:
   REM FIN DE SUBRUTINA COMPRESION
```

END SUB



```
SUB LE(RX,RY,L,RX,RY,LE)

    ********** SUBRUTINA LE **********
   IF RX<>0 THEN LEX=RX*L/RX
   IF RY<>0 THEN LEY=RY*L/RY
   IF LEX<LEY THEN
      LE=LEX
   ELSE
      LE=LEY
   END IF
END SUB
```

# CAPITULO III

## ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXION

## DISEÑO DE VIGAS

### 3.1 ANALISIS TEORICO

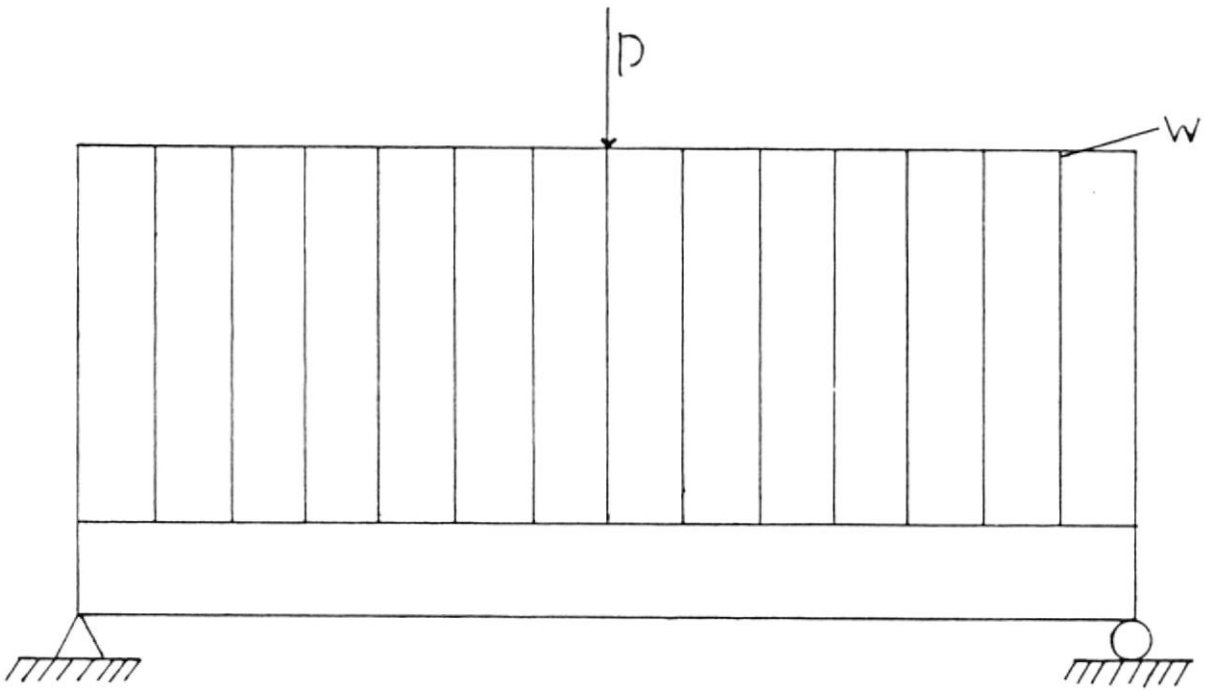
#### 3.1.1 TIPOS DE VIGAS

Las vigas son miembros que soportan cargas transversales. Entre los numerosos tipos de vigas podemos citar las siguientes:

- Largueros
- Vigas de arriostramiento
- Vigas de borde
- Vigas de puente
- Vigas armadas
- Vigas secundarias o viguetas
- Vigas de piso

Las viguetas son vigas estrechamente dispuestas para soportar los pisos y techos de edificios;

FIGURA Nº 6
Viga sometida a Flexión




P Carga Concentrada

W Carga Distribuida

los dinteles se colocan sobre aberturas en muros de manpostería como puertas y ventanas.

Las vigas de puente corren paralelas a la superficie de rodamiento.

Las vigas de pico son las vigas que en muchos pisos de puentes corren perpendicularmente a la superficie de rodamiento y se usan para transferir las cargas del pico, de los largueros de puente a los trabes o armaduras sustentantes.

### 3.1.2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Para el diseño de una viga, hay que considerar:

- Momento flector
- Fuerzas cortantes
- Deformación
- Aplastamiento
- Pandeo local
- Soporte lateral y
- Ocasionalmente fatiga

Las vigas que se seleccionan son aquellas que resisten satisfactoriamente la flexión, y luego se verifica si satisfacen los otros aspectos.

Si la viga está sujeta a momento flexionante el

esfuerzo en cualquier punto puede calcularse con la fórmula de la flexión:

$$fb = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{I/C} = \frac{M}{S}$$

S: módulo de la sección transversal

Los perfiles W han demostrado ser las secciones de vigas más económicas, tienen un mayor porcentaje de acero concentrado en sus patines, poseen mayores momentos de inercia y momentos resistentes para un mismo peso.

El momento máximo estimado como límite en el método de límite elástico es aquel en que el esfuerzo en las fibras más alejadas alcanza el punto de fluencia.

### 3.1.3 CLASIFICACION DE VIGAS DE ACUERDO AL DISEÑO

Para su estudio el diseño de vigas se lo ha clasificado en:

- Vigas cuyas alas en compresión tienen apoyo lateral.
- Vigas cuyas alas en compresión no tienen apoyo

lateral. La clasificación es:

- Con apoyo lateral
  - Compacta
  - Parcialmente compacta
  - No compacta
- Sin apoyo lateral
  - Longitud no arriostrada ≤ Lc
  - Lc ≤ long no arriostrada ≤La
    Fb = 0.6 Fy
  - long no arriostrada > Lu
    Fb < 0.6 Fy

### 3.1.3.1 DISEÑO DE VIGAS CON APOYO LATERAL

1) Secciones compactas

Una sección compacta es aquella capaz de desarrollar la totalidad de su momento plástico, antes de que ocurra cualquier falla por pandeo local.

Las secciones compactas deben satisfacer las especificaciones dadas en el manual.

Para estas secciones hay limitaciones para las alas y el alma.

Luego de que se comprueba si cumplen las especificaciones se procede al cálculo del esfuerzo permisible en flexión.

AISC (1.5.1.4.1) $F_b = 0.66\ F_y$

**Limitaciones para alas y alma de una sección compacta**

**Alas**

1. Para elementos rigirizados

   AISC (1.5.1.4.1) $b_f/t_f \leq 190 / \sqrt{F_y}$

2. Para elementos no rigirizados

   $b_f / 2t_f \leq 65/ \sqrt{F_y}$

**Alma**

3. $d / t_w \leq 640 / \sqrt{F_y}$

**2) Secciones parcialmente compactas**

Si una sección cumple con las limitaciones del alma, y las alas cumplen:

AISC (1.5.1.4.1)

$$\frac{65}{\sqrt{F_y}} < \frac{b_f}{2t_f} < \frac{95}{\sqrt{F_y}}$$

la sección se denomina <u>parcialmente compacta</u>.

Se procede al cálculo del esfuerzo permisible en flexión:

AISC (PÁG. 5.21)

$Fb = Fy\ (0.79 - 0.002\ (bf/2tp)\ \sqrt{Fy})$

3) Secciones no compactas

Si una sección no cumple con las limitaciones del alma, la sección se denomina no compacta y el esfuerzo permisible es:

AISC (1.5-1.4.5) $Fb = 0.6\ Fy$

### 3.1.3.2 DISEÑO DE VIGAS SIN APOYO LATERAL

El manual da 3 expresiones para determinar los esfuerzos normales de compresión por flexión permisible en las fibras más alejadas de las vigas que carecen de un apoyo lateral continuo.

Las expresiones se aplican a perfiles laminados, vigas armadas, miembros compuestos que tengan un eje de simetría en el plano del alma.

Si la viga cumple: $Lc < Lna < Lu$, el esfuerzo permisible es: $Fb = 0.6\ Fy$

Si la viga cumple: Lna > Lu se comprueba el rango en que se encuentra L/rt y de acuerdo a ello se calcula el esfuerzo permisible con determinadas fórmulas que se referirán posteriormente.

### 3.1.4 ESFUERZO CORTANTE

La viga al estar sometida a cargas transversales, además de los esfuerzos debido al momento flector también debe soportar esfuerzos debido a fuerzas cortantes.

El esfuerzo cortante tiene la dirección de la fuerza cortante.
Una falla por cortante transversal, generalmente no ocurre en una viga de acero, ya que las almas tienen gran capacidad para absorver el cortante, y porque el arrugamiento o aplastamiento del alma se presenta primero.

El cortante podría ser excesivo en ciertas situaciones (1).

(1) Diseño de Estructuras de Acero. McCormac,1991, pág 222.

El esfuerzo cortante es igual a $fv = VQ / It$, en la que V es la fuerza cortante externa, Q es el momento estático respecto al eje neutro de la parte de la sección transversal, t es el ancho de la sección al nivel del esfuerzo fv.

El cortante de trabajo de acuerdo a la teoría de distorsión de Von Mises es: $Fv = 0.4\ Fy$ (2)

Los esfuerzos cortantes calculados en perfiles laminados es:

$$fv = V / dtw$$

como $fv \leq Fv$ entonces: $V/dtw = 0.4\ Fy$

por lo tanto: $V = (0.4\ Fy)\ dtw$

Los valores de fuerza cortante están tabulados (3).

Cuando el esfuerzo cortante excede al esfuerzo de trabajo se procede a seguir una de las siguientes alternativas:

- Cambiar de perfil

---

(2) Diseño Mecánico, Shigley, McGraw Hill
(3) Manual del AISC, 8ava edición, pág 2.27

- Reforzar, rigirizar con atiesadores la zona sobrecargada, o con placas que aumenten el espesor de las almas.

### 3.1.5 APLASTAMIENTO

Al aplicarse cargas concentradas a un miembro estructural cuya alma no está atiesada, este falla por aplastamiento o arrugamiento del alma (falla local).

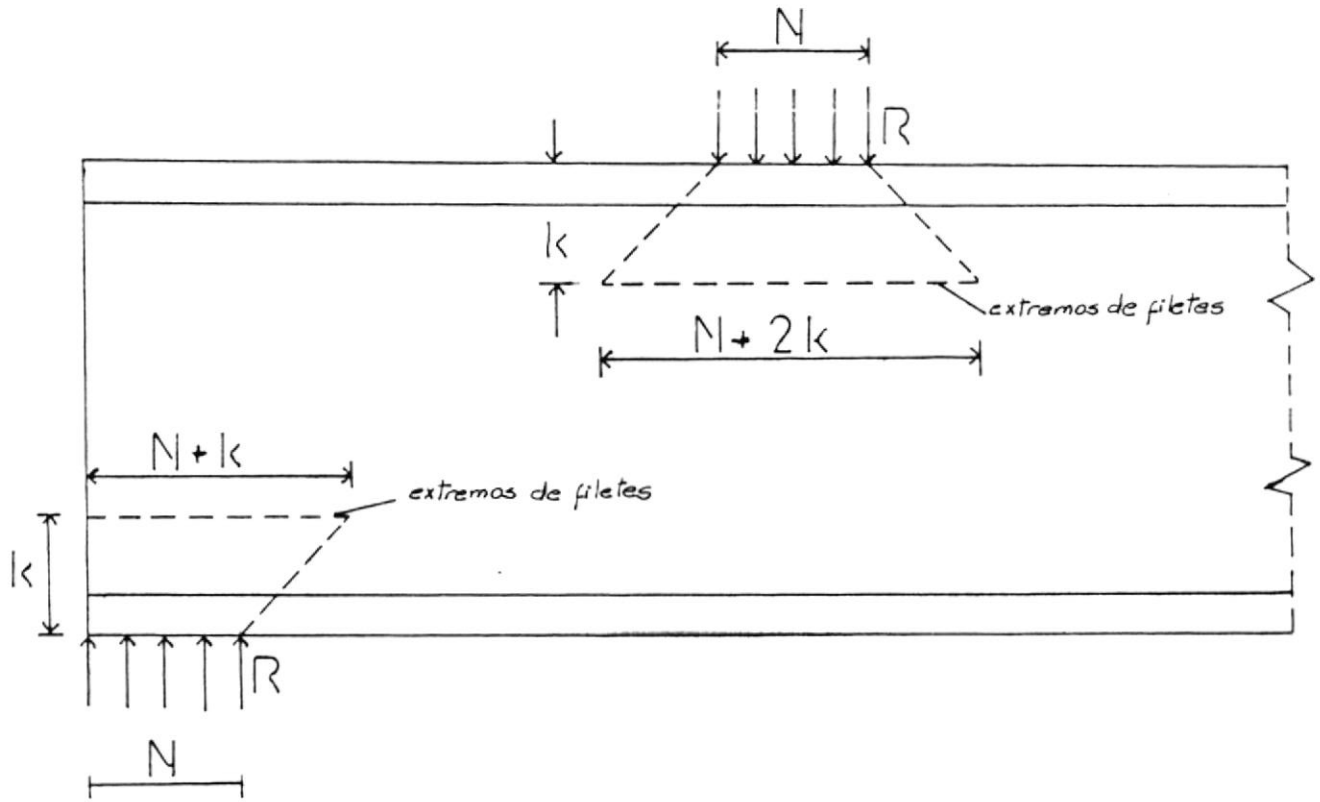
Este aplastamiento ocurre debido a la concentración de esfuerzos en la unión del ala con el alma. Donde la viga transmite la compresión del ala relativamente ancha al alma muy delgada.

La falla ocurrirá en la zona que limita la unión ala y alma. Las especificaciones consideran que la reacción a cargas concentradas se transmiten hacia el alma, abriéndose el ancho de distribución en planos inclinados a 45°.

En el límite del filete es el lugar más peligroso para la falla debido a que el área resistente tiene el menor valor.

# FIGURA Nº7

## Aplastamiento del alma de una Viga



En el manual se especifican los valores de esfuerzo actual de aplastamiento.

Si el esfuerzo permisible se excediera es necesario aumentar el espesor del alma, que resultaría costoso; o aumentando la longitud de apoyo N, o utilizando rigirizadores.

### 3.1.6 DEFORMACION

Las máximas deflexiones de vigas de acero, generalmente se limitan a ciertos valores máximos.

Las deflexiones excesivas dañan otros materiales ligados a las vigas.

La apariencia de vigas muy deformadas es mala, y no inspira confianza, aunque exista completa seguridad desde el punto de vista de resistencia.

Las deflexiones excesivas están relacionadas con vibraciones y ruidos.

Para vigas simplemente apoyadas, cargadas uniformemente.

$$D_{max} = \frac{5\ w\ L^4}{384\ E\ I}$$

$$f_b = Mc/I \quad , \quad M = wL^2/8 \quad , \quad C = d/2$$

$$fb = \frac{(wL^2/8)\ (d/2)}{I} = \frac{wL^2 d}{16\ I}$$

$$\Longrightarrow \quad w = (16\ I\ f\ /\ L^2\ d)$$

$$Dmax = 5 \times \frac{16\ I\ f}{L^2\ d} \times \frac{L^4}{384\ E\ I} = \frac{10}{48} \times \frac{f\ L^2}{E\ d}$$

### 3.1.7 RECOMENDACIONES DEL MANUAL DEL AISC

Para perfiles W, M, Lc, Lu pág 2.27 - 2.45

Vigas con apoyo lateral:

Limitaciones de alas y alma de una sección compacta AISC 1.5.1.4.1

Esfuerzos de flexión de sección compacta sección 1.5.1.4.1 (5-10)

Secciones parcialmente compactas: limitaciones y esfuerzos de flexión: sección 1.5.1.4.2 (5-11)

No compactas: pág 5-21

Vigas sin apoyo lateral

Esfuerzos de flexión: fórmulas 1.5 - 6a

1.5 - 6b

1.5 - 7

Para perfiles W, S: módulo de la sección pág. 2.6 - 2.9

Fc, Fu: formulas para el cálculo: pág 2.25

Esfuerzo de aplastamiento fc: fórmulas 1.10 - 8

1.10 - 9 pág 5.35

Deformación de vigas:

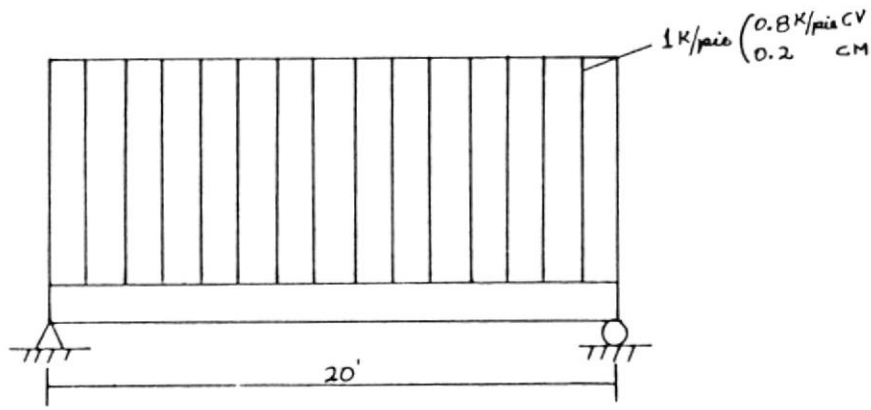
máxima deflexión: pág 5.42

limitaciones: pág 5.138. Sección 1.13.1

### 3.1.8 EJEMPLOS TIPO

a. Con apoyo lateral continuo

Diseñe la sección más liviana, el ala está completamente soportado. Use A-36, perfil W, alas rigirizadas.




Datos:

Fy = 36 ksi

E = 29000 ksi

T = 0

w = 1 K/pie:  0.8 K/pie Carga Viva

0.2 K/pie Carga Muerta

Lna = 20'

L = 20'

Asumo Viga Compacta:

AISC (1.5.1.4.1) Fb=0.66Fy=23.76 Ksi

$M=1/8wL^2=1/8(1)(20)^2=50$ K-pie

$Sx=M/Fb=50x12/23.76=25.3$ pulg$^3$

===> Se selecciona del manual un perfil con ese módulo.

W 12x22

A = 6.48

bf = 4.03

tf= 0.425

tw = 0.26

d = 12.31

rt = 1.02

k = 0.875

W = 0.022

Sx = 25.4

Lc = 4.3'

Lu = 6.4'

Condiciones para saber si el elemento es:

- compacto
- parcialmente compacto
- no compacto

**Alas:** bf/2tf = 4.74 < 65/Sqr(Fy) = 10.83

Es correcto.

**Alma:** d/tw = 47.35 < 640/Sqr(Fy) = 106.7

Es correcto.

===> Cumple las condiciones para ser una viga compacta.

AISC (1.5.1.4.1) Fb=0.66Fy = 23.76 Ksi

**Diseño por flexión:**

Mt = 50 + 1/8((22x$10^{-3}$)x$20^2$)=51.1

fb = M/S = 51.1x12/25.4 = 24.14

fb = 24.14 no es < Fb = 23.76 no cumple

====> Escojo un perfil mayor

W 12x26

Ag = 7.65

d = 12.22

tw = 0.23

bf = 6.49

tf = 0.38

k = 7/8 = 0.875

rt = 1.72

rx = 5.17

ry = 1.51

Sx = 33.4

Lc = 6.9'

Lu = 9.4'

Condiciones para saber si el elemento es:

- compacto
- parcialmente compacto
- no compacto

alas: bf/2tf = 8.54 < 65/Sqr(Fy) = 10.83

Es correcto

alma: d/tw = 53.13 < 640/Sqr(Fy) = 106.7

Es correcto

===> es una viga compacta

AISC (1.5.1.4.1) Fb = 23.76 Ksi

**Diseño por flexión:**

$Mt=50+1/8((26x10^{-3})X20^{2})=51.3$

fb=M/S=51.3X12/33.4=18.43

fb=18.43 < Fb=23.76 ====> si satisface

**Diseño por cortante:**

$V=1/2(wL+WL)=1/2(1x20+26x10^{-3}x20)=10.26$ Kips

fv=V/dtw=10.26/(12.22(0.23))=3.65

AISC (1.5.1.2) Fv=0.4Fy=14.4 Ksi

fv = 3.65 < Fv = 14.4 Si satisface

**Diseño por aplastamiento**

N: longitud mínima para que el alma de la vigaa no se aplaste

AISC (1.10.10)

R=WL/2 N= R/(0.75Fy.tw)-2k

N=10/(0.75(36)(0.23))-2(7/8)=0.14 pulg

N=0.14 pulg

**Diseño por deflexión:**

La viga está sometida solamente a carga viva

===> Para Carga viva hallar f:

| Momento | Carga |
|---|---|
| 51.1 | 1.026 |
| Mcv | 0.8 |

===> Mcv=51.1x0.8/1.026=39.84

===> f=Mcv/S=39.84x12/33.4=14.31 Ksi

Dmax=(10/48)(fl²/Ed)=

(10/48)(14.31)(20x12)²/(29000)(12.22)=0.48

L/360 = 20x12/360 = 0.67

Para carga viva Dmax < L/360

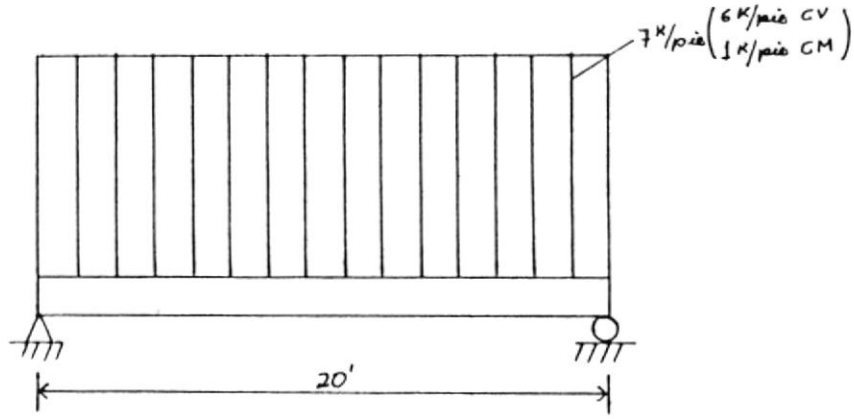
0.48 < 0.67 Es correcto

===> Perfil seleccionado es W12x26

Es el más económico, puesto que el anterior no satisfizo el diseño por flexión.

b. Sin apoyo lateral continuo

1)




Diseñe la sección más liviana. Use A-36. Considere sin apoyo lateral.

Se asume: Lna < Lc ===> Con apoyo lateral continuo.

Se asume viga compacta: Fb=0.66Fy=23.76 ksi

$M=1/8wL^2=1/8(7)(20)^2=350$ K-pie

$S=M/Fb=350\times12/23.76=176.8$ pulg$^3$

Se selecciona perfil del manual:

W 14x120

A = 35.3

d = 14.48

tw = 0.59

bf = 14.67

tf = 0.94

k = 15/8

rt = 4.04

W = 0.12

Sx = 190

Lc = 15.5'

Lu = 44.1'

LC < Lna < Lu : 15.5 < 20 < 44.1

En AISC (1.5.1.4.5) Fb = 0.6Fy = 21.6 Ksi

Mt = 350 + 1/8(0.12)(20)² = 356 K-pie

fb = Mt/S = 356x12/190 = 22.48 Ksi

fb = 22.48 no es < Fb = 21.6 no satisface

===> Escojo perfil mayor

W 14x132

A = 38.8

d = 14.66

tw = 0.645

bf = 14.725

tf = 1.030

k = 1 11/16

rt = 4.05

Sx = 209

W = 0.132

Lc = 15.5'

Lu = 47.72'

**Diseño por flexión:**

Si Lc=15.5 < Lna=20 < Lu=47.72

Según AISC (1.5.1.4.1) Fb = 0.6Fy = 21.6 Ksi

fb=356x12/209=20.44 Ksi

fb=20.44 < Fb=21.6 Si satisface

Es el perfil más económico porque el perfil anterior se sobrepasó.

**Diseño por cortante:**

V=1/2(wL+WL)=1/2(7x20+0.132(20))=71.32

fv = V/dtw = 71.32/((14.66)(0.645)) = 7.54 Ksi

AISC (1.5.1.2) Fv = 0.4Fy = 14.4 Ksi

fv = 7.54 < Fv = 14.4 Ksi correcto

**Diseño por aplastamiento:**

AISC (1.10.10) N = R/(0.75Fytw) - 2k

N = 70/((0.75)(36)(0.645))-2(1 11/16)

N = 0.64 pulg

**Diseño por deflexión:**

Cálculo de f para Carga Viva:

| Momento | Carga |
|---|---|
| 356 | 7.132 |
| Mcv | 6 |

====> Mcv = 299.5

f = Mcv/S = 299.5x12/209 = 17.196

Para Carga viva: Dmax < L/360

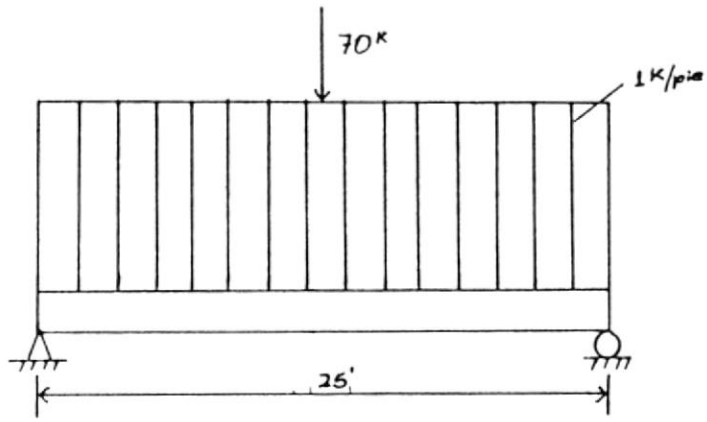
Dmax = 10/48 fL²/Ed

---> $D_{max} = \frac{10/48\ (17.196)(20\times12)^3}{(29000)(14.66)}$

$D_{max} = 0.485 < L/360 = 0.67$ Correcto

---> El Perfil seleccionado es **W 14x122**

2) Diseñe la sección W más económica, sometidas a una carga de 20 kips, la viga tiene una longitud de 25 pies. Considere que no tiene apoyo lateral continuo. Use A-36.




Datos:

Fy = 36 ksi

P = 20 kips

w = 1 k/pie

L = 25'

Lna = 25'

Cálculo del esfuerzo:

Se asume Lna < Lc con apoyo lateral continuo

Se asume viga compacta Fb = 0.66Fy = 23.76 Ksi

Cálculo del Momento:

Debido a carga distribuida $M1=1/8wL^2=78.13$

Debido a carga concentrada $M2=1/4TL=125$

$Mt = M1 + M2 = 203.13$

Cálculo del Módulo de la Sección:

$Sx = M/Fb = 203.13x12/23.76 = 102.6$

===> Se selecciona perfil del manual en base a ese Módulo

W 14x68

A = 20

d = 14.04

tw = 0.415

bf = 10.035

tf = 0.72

k = 1 1/2

rt = 2.71

rx = 6.01

ry = 2.46

S = 103

Lc = 10.6

Lu = 23.9

**Diseño por Flexión:**

Se cumple Lna = 25 > Lu = 23.9

===> AISC (1.5.1.4.5):

Sqr(102000/Fy) < L/rt < Sqr(510000/Fy)

===> Fb ----> AISC(1.5-6a o 1.5-7)

Si L/rt > Sqr(510000/Fy) ===> Fb AISC(1.5-6b o 1.5-7)

L/rt = 25x12/2.71 = 110.7

Sqr(102000/36) = 53.23

Sqr(510000/36) = 119

===> 53.23 < 110.7 < 119

===> AISC(1.5-6a o 1.5-7)

1.5-oa Fb=(2/3 - (Fy(L/rt)²/1530x10³))Fy

Fb=(2/3-(36(110.7)²)/1530x10³))36=13.62

1.5-7 Fb=12000Af/Lxd

=12000(10.035)(0.72)/(25x12)(14.04)

Fb=20.58

Fb se escoje el mayor siempre que sea menor a 0.6Fy.

===> Fb = 20.58 Ksi

Momento considerando el peso de la viga:

Mt = 203.13 + 1/8(0.068)(25)² = 208.44 K-pie

fb = Mt/S = 208.44x12/103 = 24.28 Ksi

fb = 24.28 no es < Fb = 20.58 no satisface

===> Selecciono perfil mayor

W 14x82

A = 24.1

d = 14.31

tw = 0.51

bf = 10.13

tf = 0.855

k = 1 5/8

rt = 2.74

rx = 6.05

ry = 2.48

S = 123

Lc = 10.7

Lu = 28.1

**Diseño por flexión:**

Se cumple Lc = 10.7 < Lna = 25 < Lu = 28.1

===> Fb = 21.6 Ksi

Mt = 203.13 + 1/8(0.082)(25)$^2$ = 209.54

fb = 209.54x12/123 = 20.44

fb = 20.44 < Fb = 21.6 Es correcto

**Diseño por cortante:**

V = 13.53

fv = V/d.tw = 13.53/(14.31x0.51) = 1.85 Ksi

Fv = 0.4Fy = 14.4 Ksi

fv = 1.85 < Fv = 14.4 Es correcto

**Diseño por aplastamiento:**

AISC (1.10.10) N = R/(0.75Fy)(tw) - 2k

R = wL/2 + T/2 = 22.5 Kips

==> N = 22.5/(0.75x36)(0.51) = 2(1 5/8)

**Diseño por deflexión:**

f para carga viva:

| Momento | Carga |
|---|---|
| 209.54 | 1.882 |
| Mcv | 0.8 |

Mcv = 89.07

f = 89.07x12/123 = 8.69

Dmax = (10/48)(8.69)(25x12)²/29000(14.31)

Dmax = 0.39

L/360 = 0.67

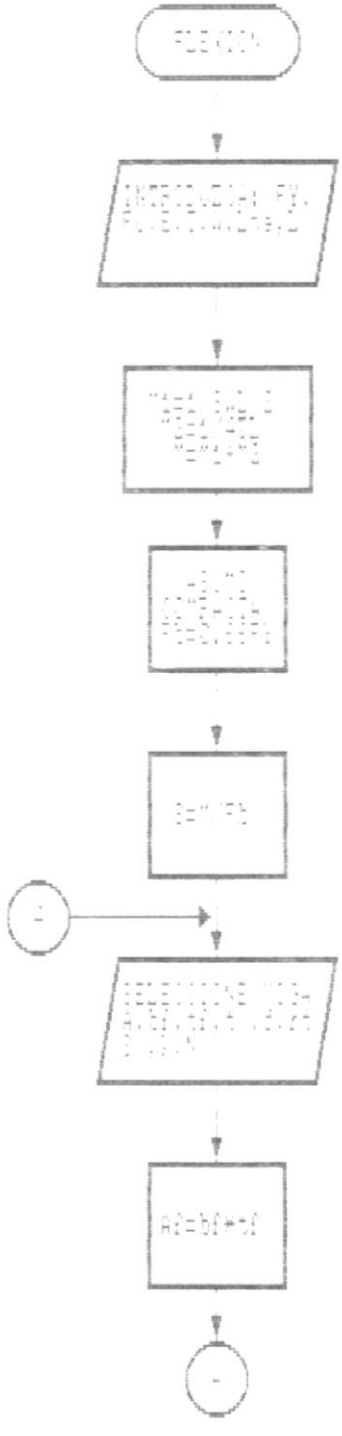
Para Carga viva se debe cumplir Dmax < L/360

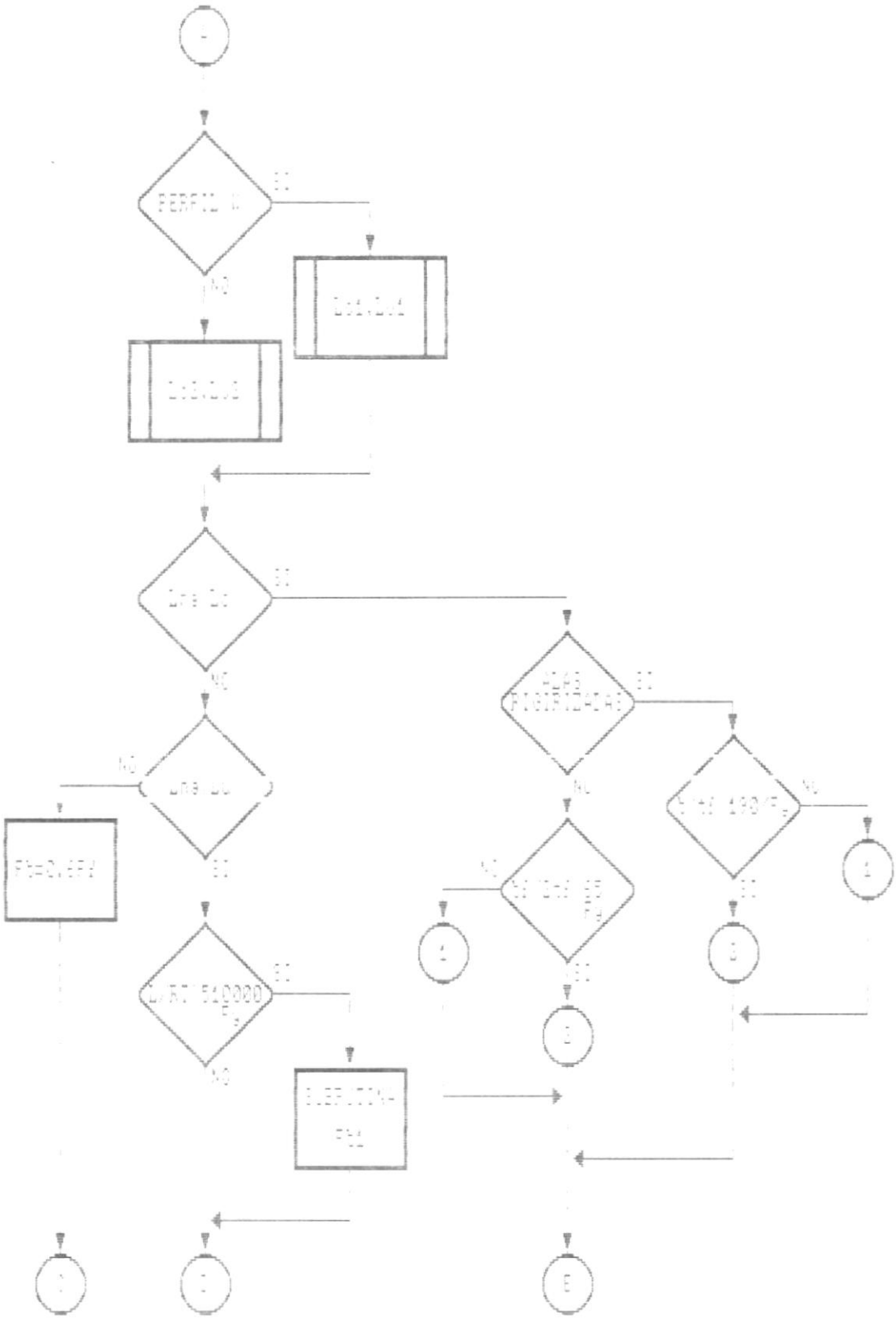
Dmax = 0.39 < L/360 = 0.67

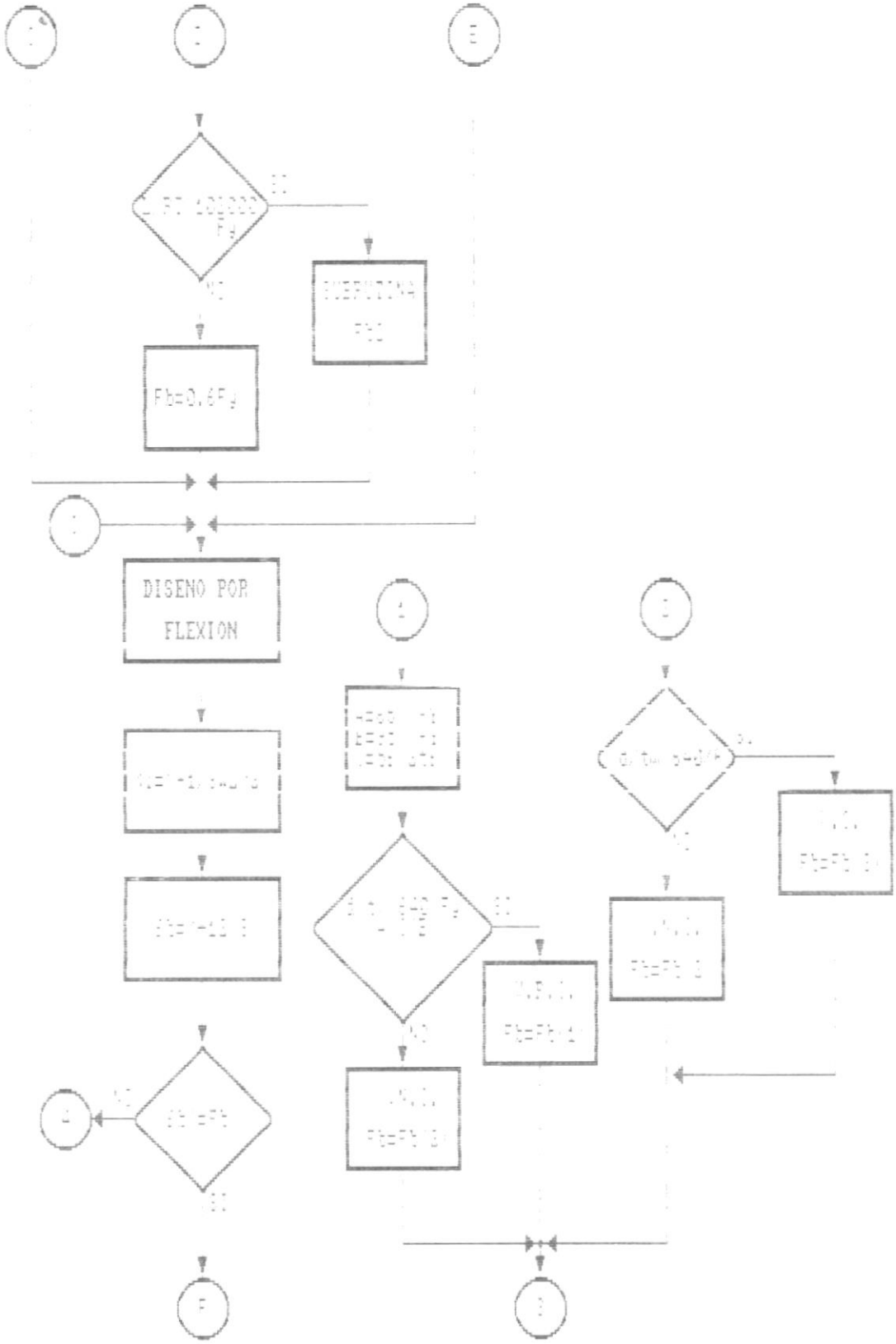
Perfil seleccionado es **W 14x82**

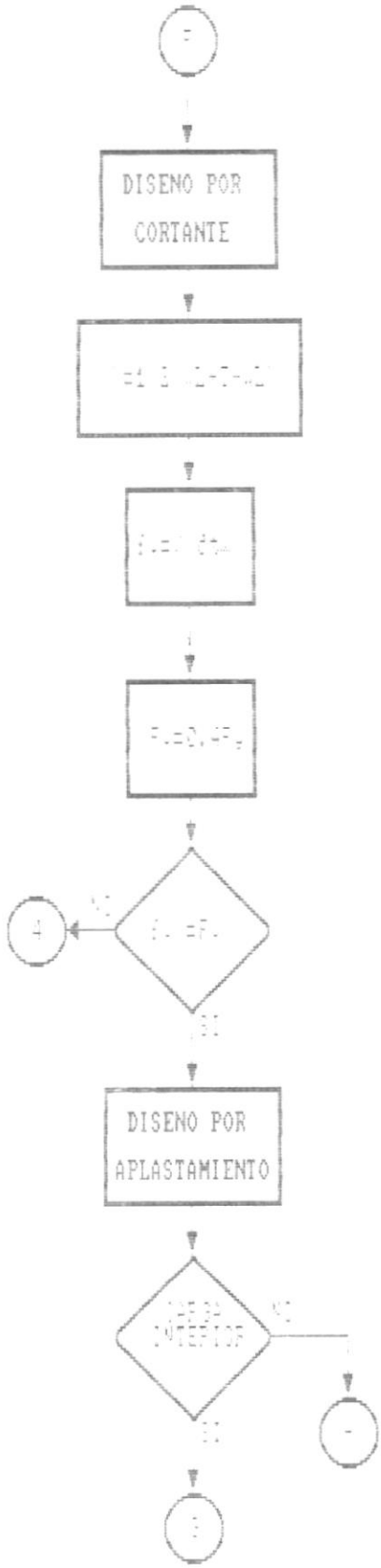
# 3.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

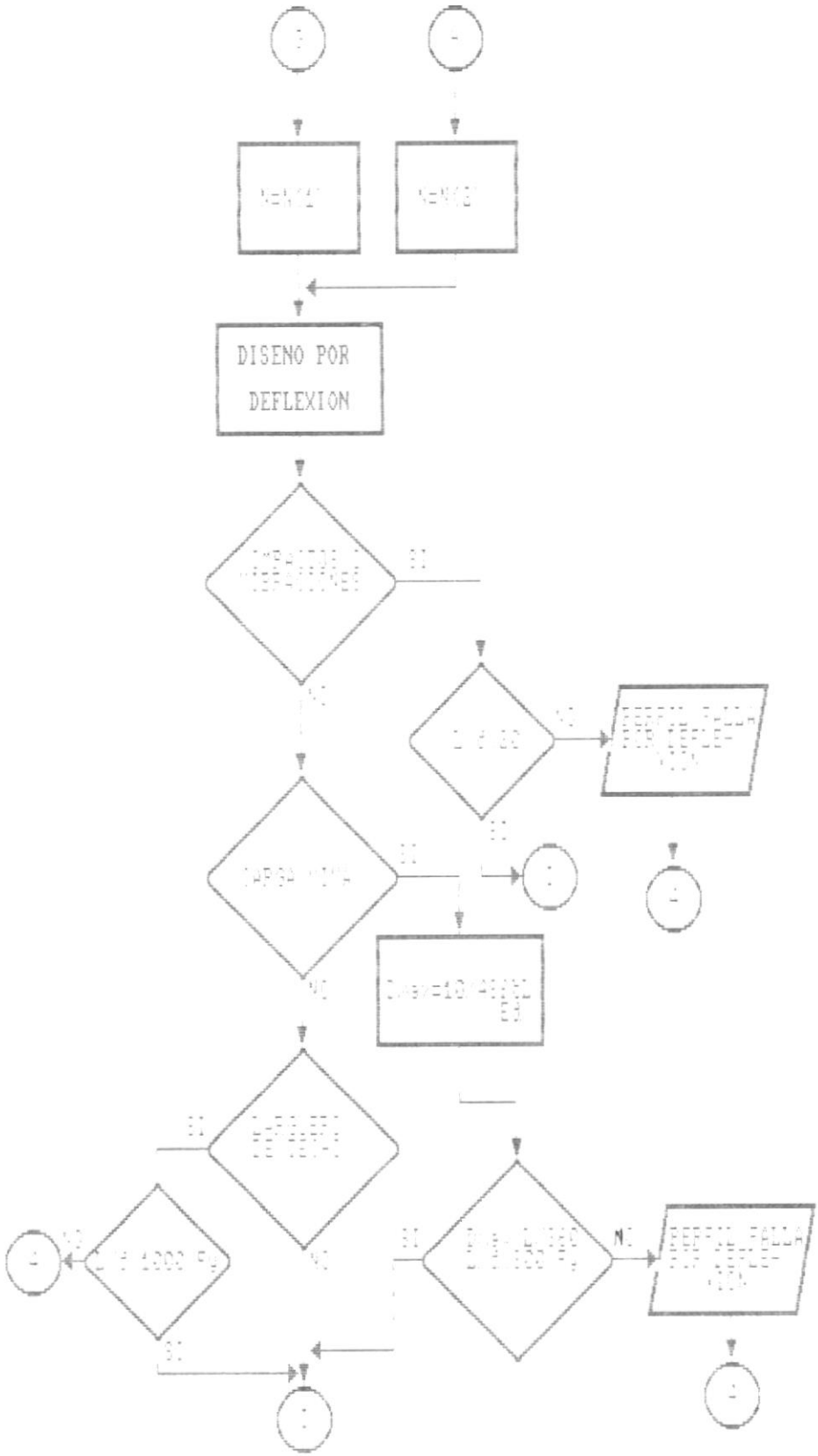
# SELECCION DE MIEMBROS SOMETIDOS A FLEXION

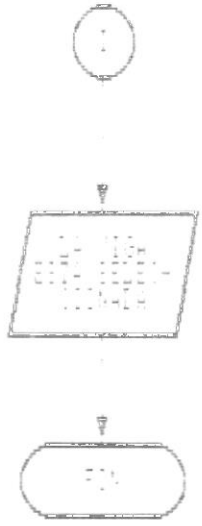





Fb=0.6Fy
DISEÑO POR
FLEXION

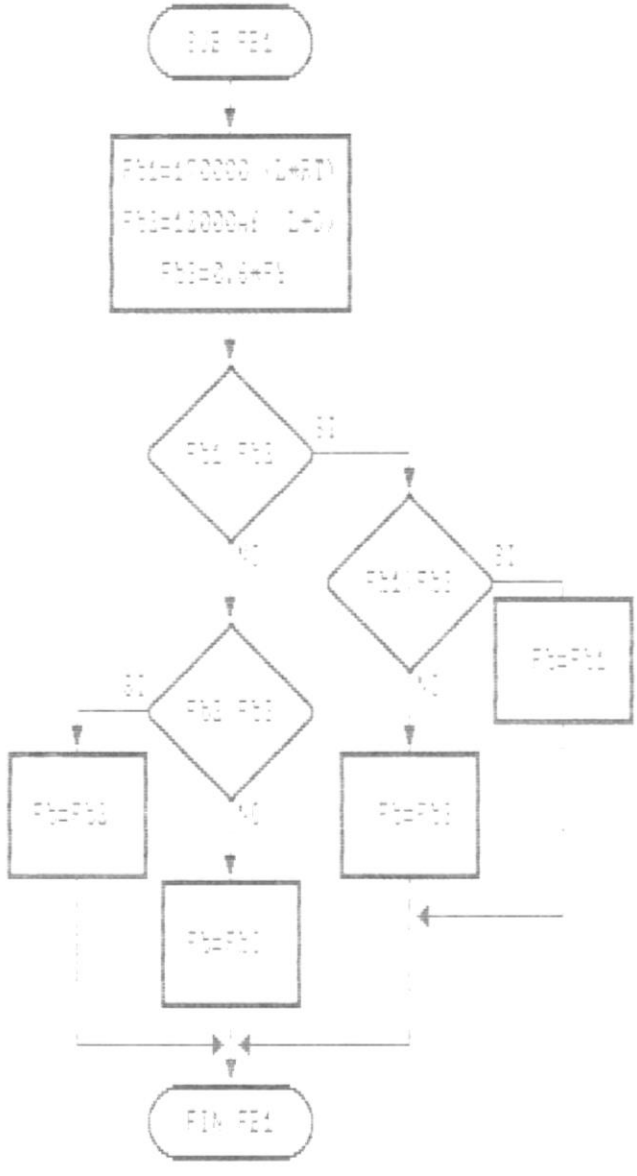

DISEÑO POR
CORTANTE
DISEÑO POR
APLASTAMIENTO


DISENO POR
DEFLEXION

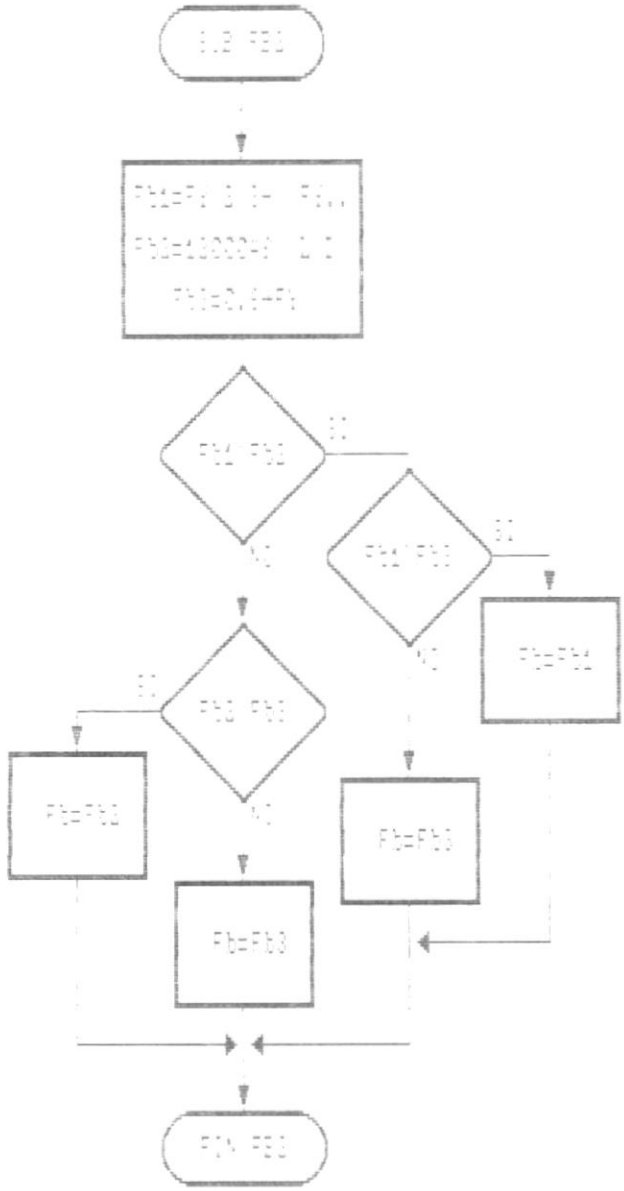


# SUBRUTINAS DE FLEXION

## SUBRUTINA Fb1



SUBRUTINA Fb2



# 3.2.2 ALGORITMO

```
'*****************************************************************
'***************          F L E X I O N          *****************
'*****************************************************************

  SUB FLEXION
     CLS
     CALL VENTANA(1,14,3,62)
     LOCATE 2,15:PRINT "       SELECCION DE MIEMBROS EN FLEXION        "
     CALL CUADRO(6,18,8,60)
     LOCATE 7,23:PRINT " ******* DISEÑO DE VIGAS ****** "
     CALL CUADRO(10,13,20,65)
     LOCATE 12,15:PRINT "LOS TIPOS DE VIGAS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR SON: "
     LOCATE 14,20:PRINT "     1. CON APOYO LATERAL CONTINUO:  "
     LOCATE 15,20:PRINT "          - COMPACTA                 "
     LOCATE 16,20:PRINT "          - PARCIALMENTE COMPACTA    "
     LOCATE 17,20:PRINT "          - NO COMPACTA              "
     LOCATE 18,20:PRINT "     2. SIN APOYO LATERAL CONTINUO.  "
     LOCATE 23,21: PRINT "PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR"
     CALL ESP
     CLS
     PRINT "INTRODUZCA LOS SIGUIENTES DATOS:"
     PRINT
     PRINT "ESFUERZO DE FLUENCIA, RESISTENCIA ULTIMA (Fy, Fu)"
     INPUT "Fy, Fu (kips/Pulg^2)"; FY,FU : IF FY=0 OR FU=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
     INPUT "MODULO DE ELASTICIDAD, E (Lb/Pulg^2)";E : IF E=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
     INPUT "CARGA CONCENTRADA, T (kips)";T
     INPUT "CARGA DISTRIBUIDA, w (kips/pie)";W
     INPUT "LONGITUD ENTRE APOYOS, Lna (pie)";LNA
     INPUT "LONGITUD DE LA VIGA, L (pie)";L
     M1=1/8*W*L^2
     M2=1/4*T*L
     M=M1+M2
     'ASUMO VIGA COMPACTA
     FB=0.66*FY
     S=M*12/FB
     PRINT
     PRINT
     PRINT "MODULO REQUERIDO DE LA SECCION TRASVERSAL, Sx ES  ";CSNG(S)
     PRINT

4:   DO
       PRINT
       PRINT "***SELECCIONE PERFIL DE ACUERDO AL MODULO REQUERIDO***"
       PRINT "                     DEL MANUAL DEL AISC  "
       PRINT
       LOCATE 23,21:PRINT "PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR"
       CALL ESP
       CLS
       PRINT
       PRINT
       PRINT
       PRINT "  ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:"
       PRINT
       INPUT "   PERFIL";P$
       PRINT
       INPUT "   AREA, Ag(Pulg 2)";A : IF A=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
       PRINT
       INPUT "   ANCHO DE ALA, bf(pulg)";BF : IF BF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
       PRINT
       INPUT "   ESPESOR DE ALA, tf(pulg)";TF : IF TF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
```

```
PRINT
INPUT "   ESPESOR DEL ALMA, tw(pulg)";TW : IF TW=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
PRINT
INPUT "   ALTURA O PERALTE DE LA VIGA, d(pulg)";D : IF D=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
PRINT
INPUT "   RADIO DE GIRO, rt(pulg)";RT : IF RT=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
PRINT
INPUT "   MODULO DE LA SECCION, S(pulg 3)";S : IF S=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
PRINT
INPUT "   DISTANCIA ENTRE EL ALA Y EL ALMA, k(pulg, en decimales)";K
PRINT
INPUT "   PESO DE LA VIGA, w(lbs/pie)";WV : IF WV=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN3
LOCATE 25,21:PRINT "PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR"
CALL ESP

AF=BF*TF
CLS
DO
  PRINT
  INPUT "   PERFIL W? (S/N)";A$
  IF A$<>"S" AND A$<>"N" THEN BEEP
LOOP UNTIL A$="S" OR A$="N"

IF A$="S" THEN
    LLAMADA A SUBRUTINA LC,LU DE PERFIL W
   CALL LCLUW(FY,LC,LU,D,BF,AF,RT)
ELSE
    LLAMADA A SUBRUTINA LC,LU DE OTRO PERFIL
   CALL OTRO(LC,LU,FY,D,E,BF,AF)
END IF

DO
  PRINT
  INPUT "   TIENE APOYO LATERAL CONTINUO? (S/N)";C$
  IF C$<>"S" AND C$<>"N" THEN BEEP
LOOP UNTIL C$="S" OR C$="N"
IF C$="S" THEN
   DO
     PRINT
     INPUT "   POSEE ALAS RIGIDIZADAS? (S/N)";B$
     IF B$<>"S" AND B$<>"N" THEN BEEP
   LOOP UNTIL B$="S" OR B$="N"
   IF B$="S" THEN
      IF BF/TF<=170/SQR(FY) THEN
         IF D/TW<=640/SQR(FY) THEN
            PRINT
            PRINT     ES UNA VIGA COMPACTA
            FB=0.66*FY
         ELSE
            PRINT
            PRINT     ES UNA VIGA NO COMPACTA
            FB=0.6*FY
         END IF
      ELSE
         A=640/SQR(FY)
         B=65/SQR(FY)
         C=BF/(2*TF)
         D=95/SQR(FY)
         IF D/TW<=A AND B<C AND C<D THEN
            PRINT
            PRINT "   ES UNA VIGA PARCIALMENTE COMPACTA"
            FB=FY*(0.79-(0.002*(BF/(2*TF))*SQR(FY)))
         ELSE
```

```
            PRINT
            PRINT "   ES UNA VIGA NO COMPACTA"
            FB=0.6*FY
          END IF
        END IF
    ELSE
        IF BF/(2*TF) <65/SQR(FY) THEN
          IF D/TW <640/SQR(FY) THEN
            PRINT
            PRINT "   ES UNA VIGA COMPACTA"
            FB=0.6*FY
          ELSE
            PRINT
            PRINT "   ES UNA VIGA NO COMPACTA"
            FB=0.5*FY
          END IF
        ELSE
          A=640/SQR(FY)
          B=65/SQR(FY)
          C=BF/(2*TF)
          D=95/SQR(FY)
          IF D/TW<=A AND B<C AND C<D THEN
            PRINT
            PRINT "   ES UNA VIGA PARCIALMENTE COMPACTA"
            FB=FY*(0.79-(0.002*(BF/(2*TF))*SQR(FY)))
          ELSE
            PRINT
            PRINT "   ES UNA VIGA NO COMPACTA"
            FB=0.6*FY
          END IF
        END IF
    END IF
ELSE
    IF LNA<LU THEN
        Z1=510*10^3/FY
        Z2=102*10^3/FY
        IF L*12/RT>=SQR(Z1) THEN CALL FB1 'LLAMADA A SUBRUTINA FB1
        IF L*12/RT>=SQR(Z2) THEN CALL FB2 'LLAMADA A SUBRUTINA FB2
    ELSE
        FB=0.6*FY
    END IF
END IF

'CRITERIO DE FLEXION
MT=M+1/8*(WV*L^2)
FAB=MT*12/S
PRINT
PRINT
IF FAB>FB THEN
    PRINT
    PRINT "   LA VIGA FALLA POR FLEXION"
    PRINT
    PRINT " fb = ";FAB;"K/Plg^2 NO ES < Fb = ";FB;"K/Plg^2"
    GOTO 4
END IF
'CRITERIO DE CORTANTE
V=1/2*(W*L+T+WV*L)
FAV=V/(D*TW)
FV=0.4*FY
PRINT
PRINT
IF FAV>FV THEN
```

```
PRINT
PRINT "     LA VIGA FALLA POR CORTANTE"
PRINT
PRINT "   fv = ";CSNG(FAV);"K/Pig^2 NO ES < Fv = ";CSNG(FV);"K/Pig^2"
GOTO 4
END IF
'CRITERIO DE APLASTAMIENTO
'EL PROGRAMA CONTROLA QUE NO HAYA APLASTAMIENTO AL CALCULAR N
 N: LONGITUD MINIMA DE APOYO PARA QUE NO SE APLASTE EL ALMA
DO
  PRINT
  INPUT "   TIENE LA VIGA CARGA INTERIOR? (S/N)";C$
  IF C$<>"S" AND C$<>"N" THEN BEEP
LOOP UNTIL C$="S" OR C$="N"
IF C$="S" THEN
   R=P/2+W*L/2
   N=(R/(.75*Fy*TW))-K
ELSE
   R=W*L/2
   N=(R/(.75*Fy*TW))-(2*K)
END IF

'CRITERIO DE DEFLEXION
DO
 PRINT
 INPUT "   LA VIGA ESTA SOMETIDA A IMPACTOS O VIBRACIONES? (S/N)";D$
 IF D$<>"S" AND D$<>"N" THEN BEEP
LOOP UNTIL D$="S" OR D$="N"
IF D$="S" THEN
   IF L*12/D <=V THEN
      PRINT
      PRINT "   LA VIGA SI SATISFACE DEFLEXION"
      GOTO FINFLEX
   ELSE
      PRINT
      PRINT "   EL PERFIL FALLA POR DEFLEXION"
      GOTO 4
   END IF
ELSE
   DO
     PRINT
     PRINT
     INPUT "   LA VIGA ESTA SOMETIDA A CARGA VIVA? (S/N)";E$
     IF E$<>"S" AND E$<>"N" THEN BEEP
   LOOP UNTIL E$="S" OR E$="N"
   IF E$="S" THEN
      PRINT
      INPUT "   CARGA VIVA A LA QUE ESTA SOMETIDA LA VIGA (kips/Pie)";CV
      MCV=MT*CV/(W+WV)
      F=MCV*12/S
      DMAX=10*F*L^2/(48*E*D)
      IF (DMAX/L*12/360 AND L*12/D<=800/Fy) THEN
         GOTO FINFLEX
      ELSE
         PRINT "   PERFIL FALLA POR DEFLEXION"
         GOTO 4
      END IF
   ELSE
      DO
        INPUT "   ES UN LARGUERO DE TECHO? (S/N)";F$
        IF F$<>"S" AND F$<>"N" THEN BEEP
      LOOP UNTIL F$="S" OR F$="N"
```

```
            IF F$="S" THEN
               IF L*12*D<=1000/FY THEN GOTO FINFLEX
            ELSE
               GOTO 4
            END IF
         END IF
      END IF
      IF FAB<FB AND ABS((FAB-FB)/FAB)<0.05 THEN
         PRINT "   EL PERFIL ESTA SELECCIONADO"
      ELSE
         IF FAB<FB THEN
            PRINT "   UD. PUEDE SELECCIONAR UN PERFIL MENOR"
         ELSE
            PRINT "   fb > Fb, Y NO ES VALIDO"
         END IF
      END IF
    LOOP UNTIL FAB<=FB AND FAV<=FV
     PRINT
     PRINT
FINFLEX:
     PRINT "        *****LA VIGA ESTA SELECCIONADA*****"
     PRINT
     PRINT
     PRINT "   SE CUMPLE:"
     PRINT
     PRINT "   fb = ";CSNG(FAB);"K/Plg^2 < Fb = ";CSNG(FB);"K/Plg^2"
     PRINT
     PRINT "   fv = ";CSNG(FAV);"K/Plg^2 < Fv = ";CSNG(FV);"K/Plg^2"
     PRINT
     PRINT "         Y NO FALLA POR DEFLEXION"
     PRINT
     PRINT
     PRINT "   LA LONGITUD MINIMA DE APOYO PARA QUE NO SE APLASTE ES (pulg) ====> ";ABS(CSNG(N))
     PRINT
     PRINT "   EL PERFIL SELECCIONADO ES  ";P$
     CALL ENTER
FIN:
        'FIN DE SUBRUTINA FLEXION
   END SUB


   '*********SUBRUTINAS*********

   SUB LCLUN(FY,LC,LU,D,E,AF,RT)
      SUBRUTINA LC, LU DE PERFIL X
     LC1=76*BF/(SQR(FY)*12)
     LC2=20000*AF/(D*FY*12)
     IF LC1<LC2 THEN
        LC=LC2
     ELSE
        LC=LC1
     END IF
     PRINT "LC";LC
     LU1=20000*AF/(D*FY*12)
     LU2=RT*SQR(102000/FY)/12
     IF LU1>LU2 THEN
        LU=LU1
     ELSE
        LU=LU2
     END IF
     PRINT "LU";LU
```

```
END SUB

SUB OTRO(FY,LC,LU,D,E,FF,AF)
   'SUBRUTINA LC, LU DE TIPO "TRO REF-1"
   LC1=(25*D*[illegible]*E/FY)^[illegible]
   LC2=([illegible]*F*D, [illegible]*E/[illegible])^[illegible]
   IF LC1<LC2 THEN
      LC=LC2
   ELSE
      LC=LC1
   END IF
   PRINT "LC";LC
   LU1=20000*AF*(D*F*E)^2
   LU2=(0.2*BF*SQR(102000/FY))^12
   IF LU1<LU2 THEN
      LU=LU1
   ELSE
      LU=LU2
   END IF
   PRINT "LU";LU
END SUB


SUB FB1
   'SUBRUTINA FB1
   FB1=170*10^3/(L*12/RT)^2
   FB2=12*10^3/(L*12*D/AF)
   FB3=0.6*FY
   IF FB1<FB2 THEN
      IF FB1<FB3 THEN
         FB=FB1
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
   ELSE
      IF FB2<FB3 THEN
         FB=FB2
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
   END IF
END SUB


SUB FB2
   'SUBRUTINA FB2
   FB1=FY*(2/3-(FY*(L*12/RT)^2/(1530*10^3)))
   FB2=12*10^3/(L*12*D/AF)
   FB3=0.6*FY
   IF FB1<FB2 THEN
      IF FB1<FB3 THEN
         FB=FB1
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
   ELSE
      IF FB2<FB3 THEN
         FB=FB2
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
```

```
  END IF
END SUB
```

# CAPITULO IV

## ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXO - COMPRESION

### 4.1 Analisis Teórico

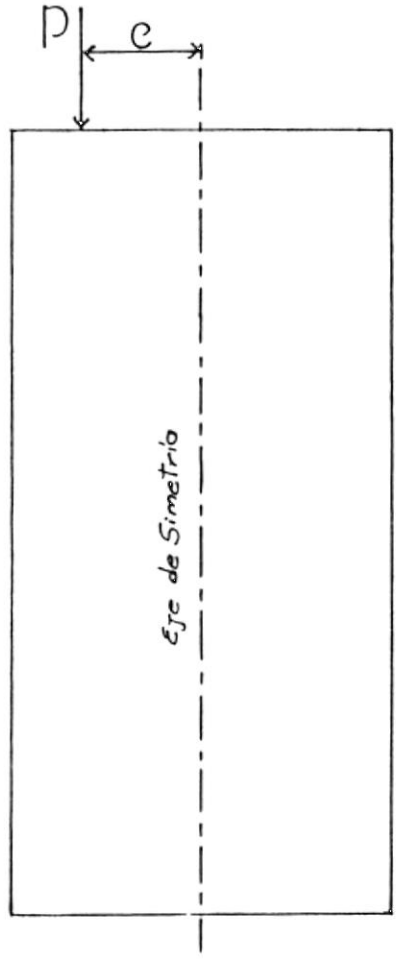
Los miembros estructurales sujetos a una combinación de esfuerzos por flexión y carga axial son muy comunes. Las columnas que forman parte de una estructura de acero deben soportar, casi siempre, momentos flexionantes, además de sus cargas usuales de compresión. Es casi imposible montar y centrar exactamente las cargas axiales sobre las columnas.

Las vigas generalmente se ligan a las columnas mediante ángulos o ménsulas que originan cargas aplicadas excéntricamente que producen momentos. El viento y otras cargas laterales ocasionan flexión lateral en columnas, en marcos rígidos, en los elementos de los portales de puentes.

Los momentos flexionantes en los miembros sujetos a tensión no son tan peligrosos como en los miembros

# FIGURA Nº8

## Miembro sometido a Flexo-Compresión




P Carga aplicada excéntricamente

e excentricidad

sujetos a compresión, por que la tensión tiende a reducir las deflexiones laterales, en tanto que la compresión las incrementa. Al incrementarse la deflexión lateral, se incrementa el momento.
Un requisito para evitar que las deflexiones laterales sean excesivas, es que los miembros sean suficientemente rígidos.

### 4.1.1 Esfuerzos de Flexión y Carga Axial

Las ccolumnas que forman parte de una estructura de acero deben tomar casi siempre momentos flectores además de las cargas usuales de compresión.

El diseño de vigas-columnas implica el uso de un procedimiento de tanteos. Se selecciona una sección de prueba y luego se revisa con la fórmula apropiada de interacción.
Si la sección no satisface la ecuación, o si está sobrediseñada, se escoje otra sección y se aplica otra vez la ecuación de interacción.

Se desea seleccionar la sección más económica para resistir un momento y una carga axial.

Para resolver este problema se emplea la fórmula de la secante, la cual comprende diversas incógnitas implicadas en el valor de un ángulo.

El manual del AISC simplifica este método, tomando en cuenta el efecto de compresión, el efecto de flexión, y la amplificación de los momentos .

### 4.1.2 Recomendaciones del Manual del AISC para el Análisis de los Problemas de Flexión y Compresión.

El manual en la página 5.26 recomienda tres expresiones para el diseño de elementos sometidos a flexo-compresión (independiente del tipo de columna).

1.6-1a $fa/Fa + (Cm.fb/Fb)/(1-fa/Fe') <= 1$

1.6-1b $(fa/0.6Fy) + (fb/Fb) <= 1$

ambas ecuaciones deben ser satisfechas.

Si $fa/Fa <= 0.15$ use $fa/Fa + fb/Fb <= 1$ 1.6-2

Explicación de los Términos de las ecuaciones

$Fe' = \pi^2 . E/(23/12(K.lb/rb))^2$ Esfuerzo de Trabajo de Euler.

donde:

K: factor de longitud efectiva

lb: longitud en el plano de flexión

rb: radio de giro en el plano de flexión

1/(1-fa/Fe'): factor de amplificación que toma en cuenta el momento flector producido por la carga de compresión.

Cm: factor de modificación que tiene que ver con la forma de apoyo de las columnas.
Para diferentes tipos de condiciones de borde o apoyos, así como de cargas.

La tabla C 1.6.1 Página 5.120 especifica valores de Cm, que están clasificados en tres grupos:

1. Para miembros en compresión en pórticos cuyos extremos pueden desplazarse. Use Cm = 0.85.
2. Los elementos que están impedidos de desplazarse en sus uniones y no están sujetos a cargas transversales en el plano de flexión.
   Cm = 0.6-0.4 M1/M2 >= 0.4
   M1 < M2 en extremos de la viga.

3. Los miembros están impedidos de desplazarse en sus uniones y están sometidos a cargas transversales en el plano de flexión.

   a. Extremos empotrados Cm = 0.85

   b. Extremos simplemente apoyados Cm = 1

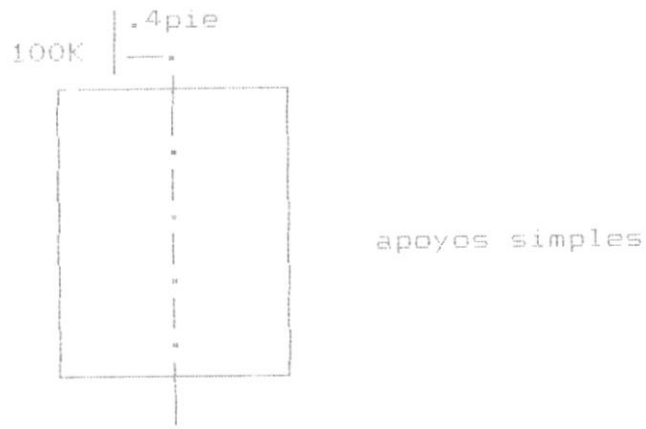
Cuando no hay cargas transversales de flexión fb se calcula para el mayor de los momentos en los extremos de la columna.

Cuando hay cargas transversales, fb se calcula para el mayor momento entre los apoyos en la fórmula 1.6-1a y el mayor momento de los extremos para la fórmula 1.6-1b.

Los valores de Cm. se encuentran tabulados en la página 5.78 y de Fe' en la página 5.79.

### 4.1.3 Ejemplo Tipo

Seleccione una Sección W



Datos:

$F_y = 36$ Ksi

$T = 100$ Kips

$e = 0.4$ pie

$L = 15$ pie

apoyos simples

Parámetros Iniciales:

$M = T.e = 40$ K-pie

Asumo Esfuerzos Permisibles:

$F_a = 0.5.F_y = 18$ Ksi

$F_b = 0.66.F_y = 23.76$ Ksi

Parámetros Requeridos:

Partimos de una de las ecuaciones de interacción para esfuerzos combinados:

$f_a/F_a + f_b/F_b = 1$

asumimos que $f_a/F_a = 0.5$ y $f_b/F_b = 0.5$

Como $f_a = T/A$ y $f_a = 0.5F_a$

y además $f_b = M/S$ y $f_b = 0.5F_b$

por lo tanto: $A = T/f_a = T/0.5F_a = 100/0.5(18)$

$A = 11.11$ pulg$^2$

$S = M/f_b = M/0.5F_b =$

$40 \times 12/0.5(23.76) = 40.4$ pulg$^3$

Se Selecciona perfil con ambos parámetros:

W 14x38

A = 11.2

d = 14.1

tw = 0.31

bf = 6.77

tf = 0.515

rt = 1.77

rx = 5.87

ry = 1.55

S = 54.6

Lc = 7.1'

Lu = 11.5'

LE = 15x12/1.55

Cc = 126.1

===> LE < Cc ===> Ecuación de la Parábola para compresión.

AISC (1.5-1) FS = 5/3 + 3/8(LE/Cc) - 1/8(LE/Cc)³

====> FS = 1.914

Fa = (1 - 0.5(LE/Cc)²)Fy/FS

====> Fa = 10.84 Ksi

fa = T/A = 100/11.2 = 8.93 Ksi

fa = 8.93 < Fa = 10.84 ===> Correcto

" El perfil sirve si satisface los requerimientos de pandeo "

## Criterio de Compresión:

Limitaciones para pandeo local:

El perfil W tiene elementos no rigirizados: alas y uno rigirizado: el alma.

Chequeo de alas:

AISC (1.5.1.4.1) bf/tf < 95/SQR(Fy)

bf/tf = 13.15 < 95/SQR(Fy) = 15.83 Correcto

---> No hay que reducir el esfuerzo. Qs = 1

Chequeo del alma:

AISC (1.9.2.2) bw/tw < 253/SQR(Fy)

bw/tw = (d-2tf)/tw = 42.16 < 253/SQR(Fy)=42.17

===> No hay que reducir el esfuerzo. Qa = 1

===> Q = Qa.Qs = 1

## Criterio de Flexión:

Se cumple: Lna = 15' > Lu = 11.5' ===>

AISC (1.5.1.4.5):

Si: SQR(102000/Fy) < L/rt < SQR(510000/Fy)

===> Fb ---> AISC (1.5-6a o 1.5-7)

L/rt = 15x12/1.77 = 101.7

SQR(102000/36) = 53.23

SQR(510000/36) = 119

===> L/rt está dentro del rango y Fb se calcula

1.5-6a  Fb = 15.24

1.5-7  Fb = 16.48

===> Se escoge el mayor, siempre y cuando sea menor de 0.6Fy.

===>  Fb = 16.48 Ksi

fb = M/S = 40x12/54.6 = 8.79

fb = 8.79 Ksi

Si fa/Fa = 0.82 > 0.15 ===> Ecuaciones de Interacción AISC (1.6-1a y 1.6-1b).

con lE = 116.1 ===> en pág 5.79 se halla F'e

F'e = 11.1 Ksi

AISC (1.6-1a):

0.82 + (8.79/16.48)/(1-8.93/11.1) = 3.55 < 1 ?

Incorrecto ===> Busco perfil mayor

W 14x53

A = 15.6

d = 13.92

tw = 0.37

bf = 8.06

tf = 0.66

d/Af = 2.62

rt = 2.15

S = 77.8

rx = 5.89

ry = 1.92

Lc = 8.5'

Lu = 17.7

Compresión:

LE =15x12/1.92 =93.75 ===> AISC pág 5.74:

Fa = 13.76 Ksi

fa = 100/15.6 = 6.41 Ksi

fa < Fa Es correcto.

Chequeo de Pandeo:

Alas:

AISC(1.5.1.4.1):

bf/tf = 8.06/0.66 = 12.21 < 95/SQR(Fy) = 15.83

Es correcto ===> Qs = 1

Alma:

bw/tw = 34.05 < 253/SQR(Fy) = 42.16 Es correcto ===> Qa = 1

Flexión:

L/rt = 815x12/2.15 = 83.72

Está dentro del rango: 53.23 < 83.72 < 119.02

1.5-6a Fb = 18.06 Ksi

1.5-7 Fb = 25.44 Ksi

===> Se escoge Fb = 25.44 pero no es menor a 0.6Fy = 21.6 ===> Fb = 21.6 Ksi

fb = M/S = 40x12/77.8 = 6.169 Ksi

Ecuaciones de Interacción:

fa/Fa = 0.466 > 0.15

fb/Fb = 6.17/21.6=0.286

fa/Fa + (fb/Fb)/(1-fa/F'e) <= 1

0.466 + 0.286/(1-6.41/17) = 0.9247 <= 1

fa/0.6Fy + fb/Fb < 1

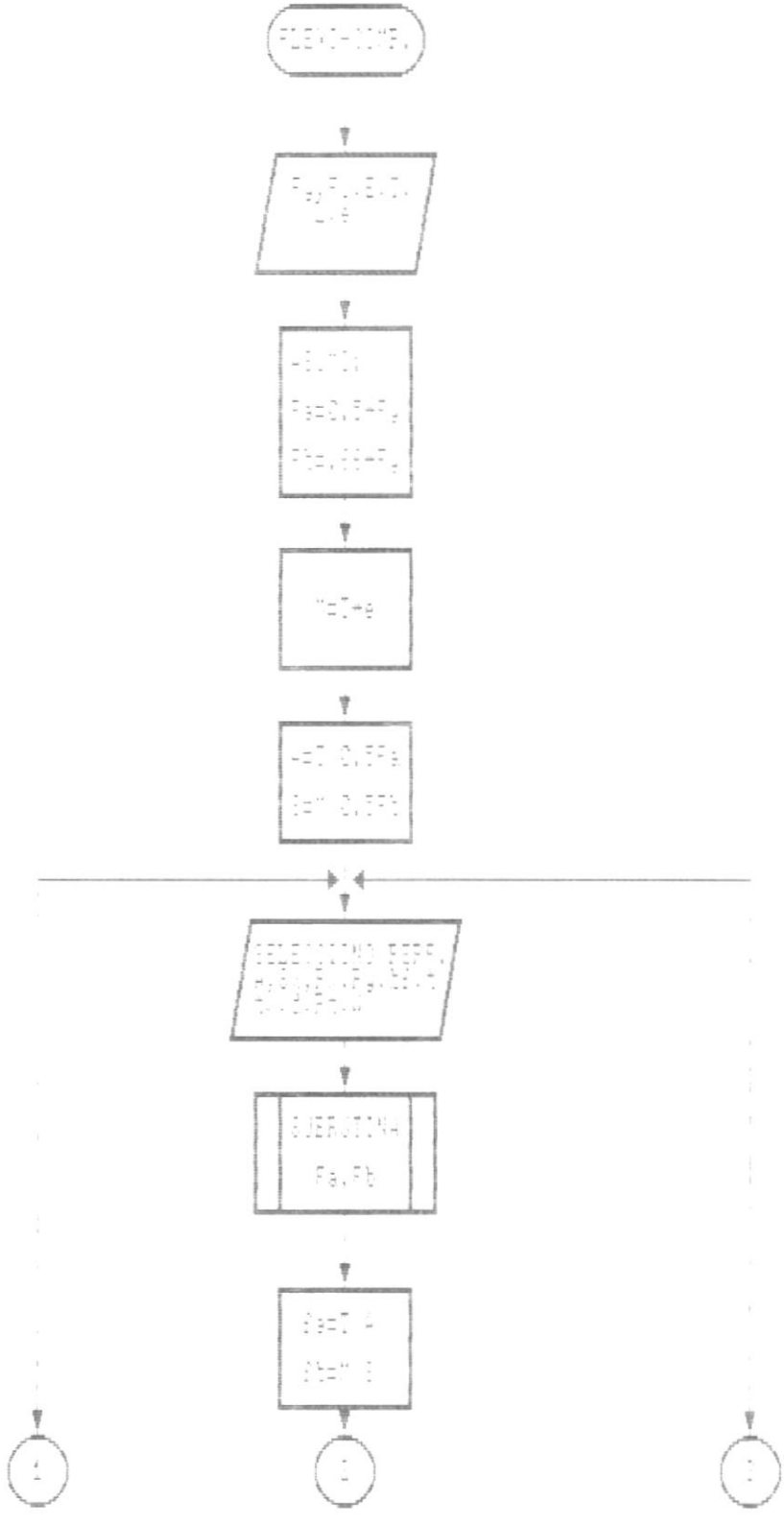
6.41/0.6(36) + 6.17/21.6 = 0.58 < 1

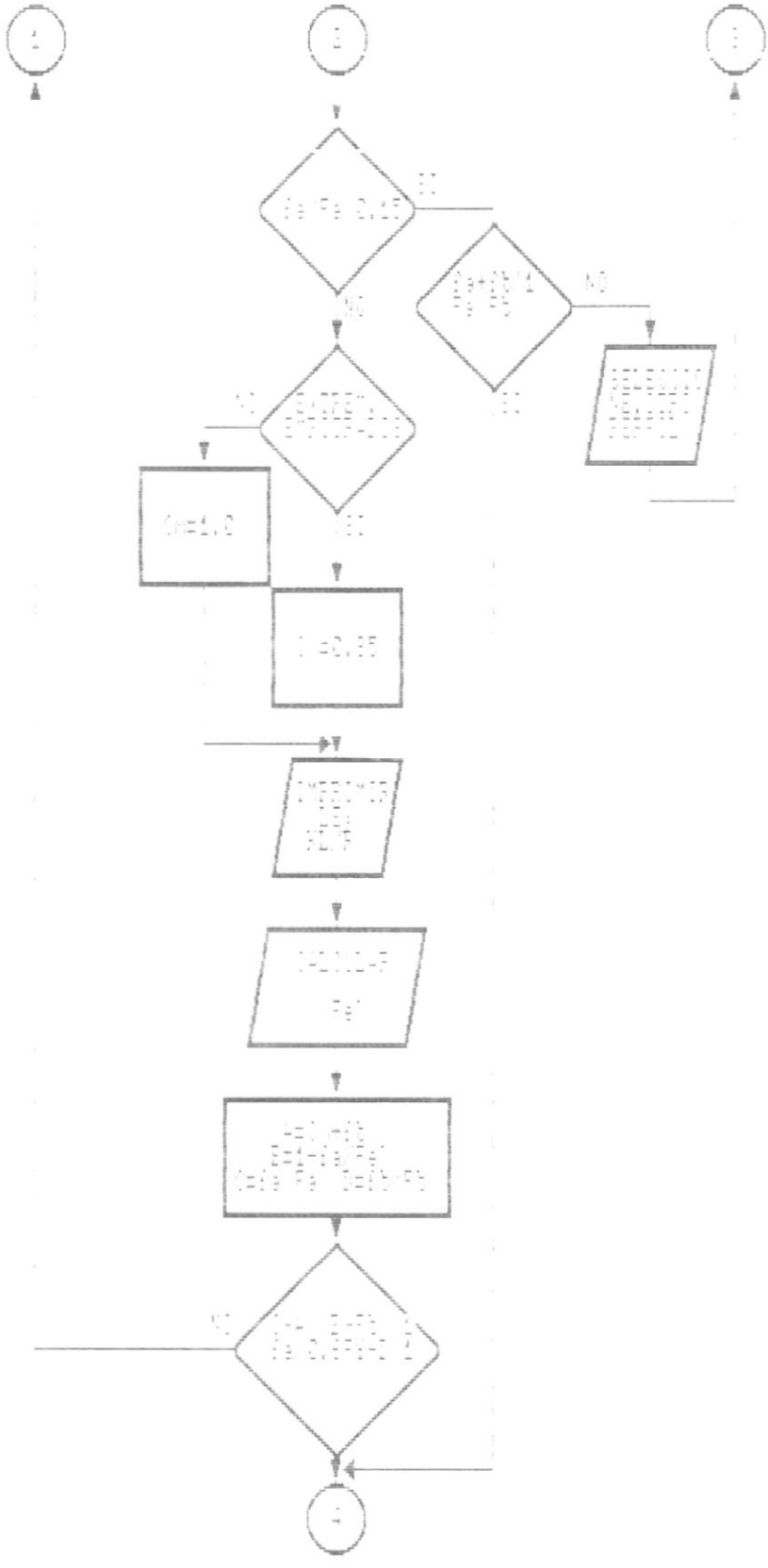
Es correcto. El perfil si satisface.

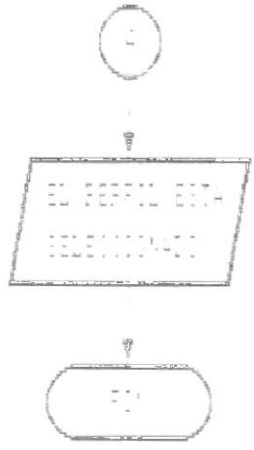
====> Perfil elegido es **W 14x53**

# 4.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

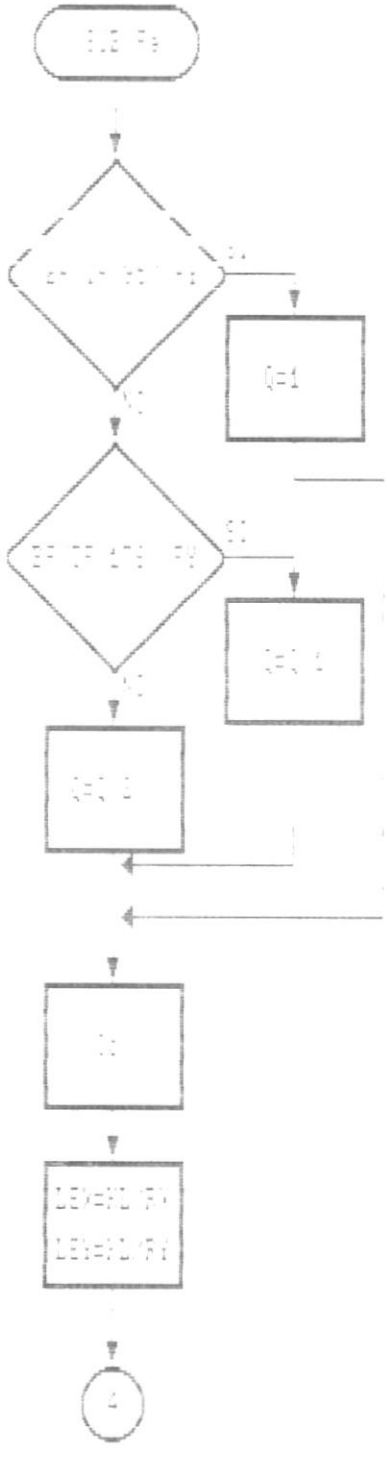
# SELECCION DE MIEMBROS EN FLEXO-COMPRESION

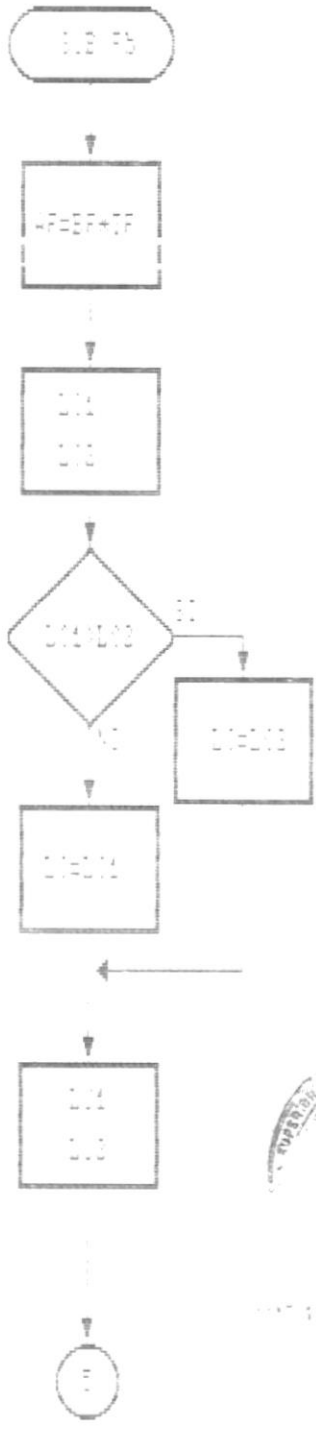


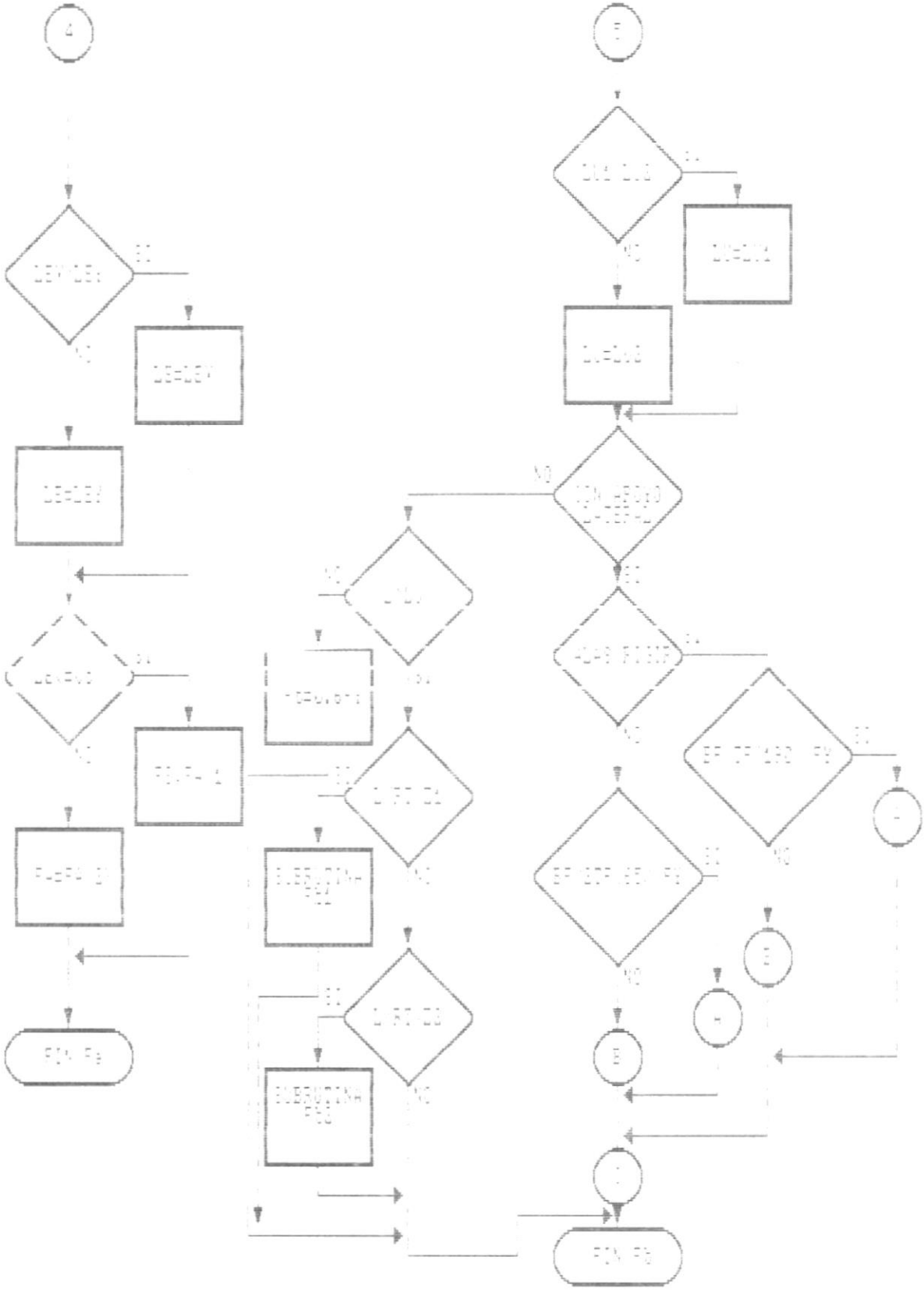


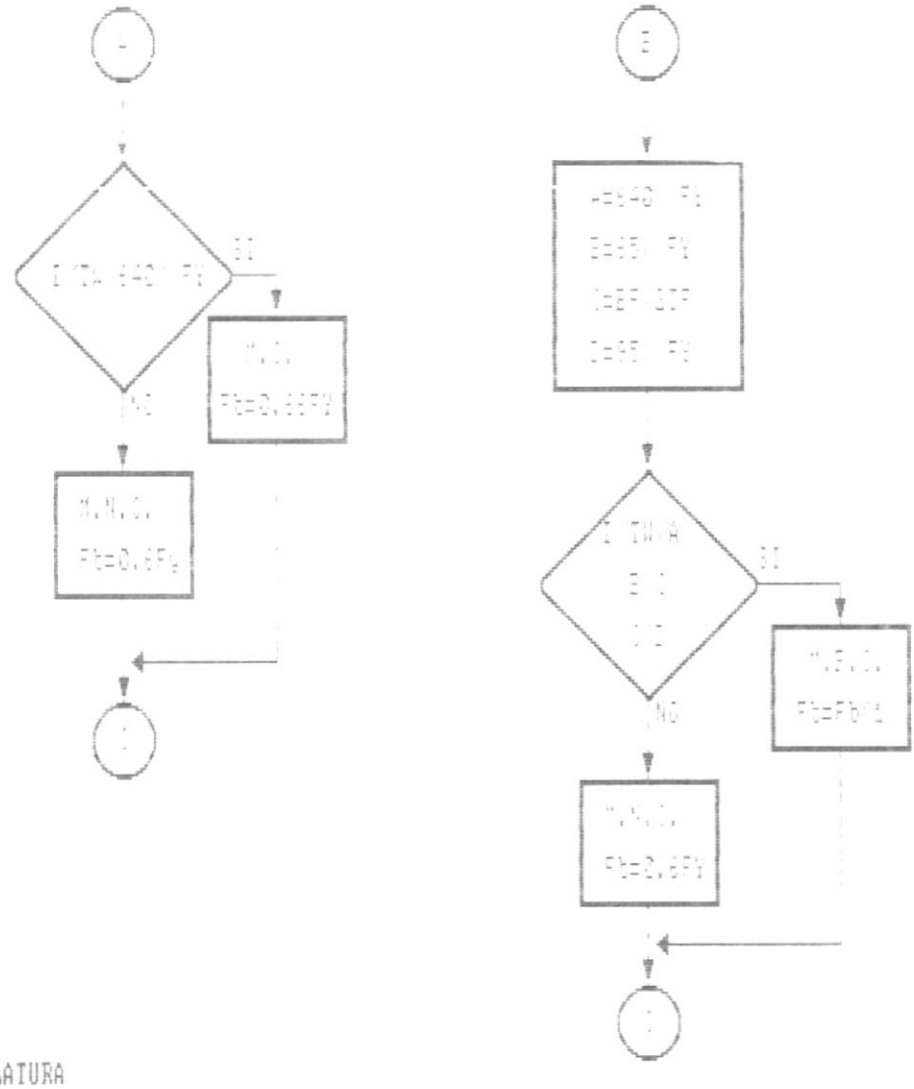

EL PERFIL ESTA
SELECCIONADO
FIN

# SUBRUTINAS DE FLEXO-COMPRESION









NOMENCLATURA

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

# 4.2.2 ALGORITMO

```
'******************************************************************
'***************         F L E X C O M P         ******************
'******************************************************************

   SUB FLEXCOMP
      CLS
      CALL VENTANA(1,14,3,62)
      LOCATE 2,15:PRINT "  SELECCION DE MIEMBROS EN FLEXO - COMPRESION  "
      CALL CUADRO(6,6,12,73)
      LOCATE 8,9:PRINT "LOS MIEMBROS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR ESTAN SOMETIDOS A CARGAS"
      LOCATE 9,9:PRINT "EXCENTRICAS, CUYOS EXTREMOS ESTAN SIMPLEMENTE APOYADOS O  EMPO-"
      LOCATE 10,10:PRINT "TRADOS; EL TIPO DE PERFIL ES W."
      LOCATE 22,21: PRINT "PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR"
      CALL ESP
      CLS
      PRINT
      PRINT
      PRINT "   INTRODUZCA LOS SIGUIENTES DATOS:"
      PRINT
      INPUT "   ESFUERZO DE FLUENCIA, RESISTENCIA ULTIMA, Fy/Fu (K/Pulg^2)";FY,FU
      IF FY=0 OR FU=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   MODULO DE ELASTICIDAD, E (Lb/Pulg^2)";E : IF E=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   CARGA CONCENTRADA, T (kips)";T : IF T=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   LONGITUD DEL MIEMBRO, L (Pie)";L
      INPUT "   EXCENTRICIDAD, e (Pie)";EX : IF EX=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA,k";KE : IF KE=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      M=T*EX
       ASUMO:
        FA=0.5*FY
        FB=0.66*FY
      A=T/(0.5*FA)
      S=(M*12)/(0.5*FB)
      PRINT : PRINT
      PRINT "EL AREA (Pulg 2) Y EL MODULO REQUERIDO (Pulg 3) DE LA SECCION SON:";CSNG(A),CSNG(S)
      DO
INICIO4:
      PRINT
      PRINT "   SELECCIONE PERFIL DE ACUERDO A DICHOS REQUERIMIENTOS EN EL MANUAL"
      PRINT
      PRINT "   ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:"
      PRINT
      INPUT "   PERFIL ";F$
      INPUT "   AREA, Ag (Pulg^2)";A : IF A=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   ANCHO DE ALA, bf (Pulg)";BF :IF BF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   ESPESOR DE ALA, tf (Pulg)";TF : IF TF=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   ESPESOR DEL ALMA, tw (Pulg)";TW : IF TW=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   ALTURA O PERALTE, d (Pulg)";D : IF D=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)";RX:IF RX=0 THEN CALL FALLA:GOTO FIN4
      INPUT "   RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)";RY:IF RY=0 THEN CALL FALLA:GOTO FIN4
      INPUT "   RADIO DE GIRO TOTAL, rt (Pulg)";RT : IF RT=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   PESO DEL MIEMBRO, W (kips/Pie)";WV : IF WV=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      INPUT "   MODULO DE LA SECCION, Sx (Pulg 3)";S : IF S=0 THEN CALL FALLA : GOTO FIN4
      CALL COMPRES(FY,E,L,BF,TF,RX,RY,FA,LE,CM,KE)
      CALL FLEX(FY,L,BF,TF,TW,D,RT,FB)
      FAA=T/A
      FAB=M*12/S
      IF FAA/FA<=0.15 THEN
         IF ((FAA/FA)+(FAB/FB))<=1 THEN
            GOTO FINAL
         ELSE
```

```
            PRINT
            PRINT "EL PERFIL NO CUMPLE LAS ESPECIFICACIONES, SELECCIONE OTRO"
            GOTO INICIO4
         END IF
      ELSE
         LEX=KE*L*12/RX
         LEY=KE*L*12/RY
         PRINT
         PRINT    LEX , LEY ;LEX,LEY
         IF LEX>LEY THEN
            LE=LEX
         ELSE
            LE=LEY
         END IF
         FE=((3.14)^2)*E*12)/(22*LE^2)
         IF (FAA/FA+(CM*FAB/FB)/(1-(FAA/FE)))>1 THEN
            PRINT
            PRINT "  EL PERFIL NO CUMPLE CON AISC(1.6-1a)
            GOTO INICIO4
         END IF
         IF ((FAA/(0.6*FY))+(FAB/FB))>1 THEN
            PRINT
            PRINT "EL PERFIL NO CUMPLE CON AISC(1.6-1b)
            GOTO INICIO4
         END IF
      END IF
      LOOP UNTIL ((FAA/FA+(CM*FAB/FB)/(1-(FAA/FE)))<=1) AND ((FAA/(0.6*FY))+(FAB/FB))<=1
      IF ABS(1-(FAA/FA+(CM*FAB/FB)/(1-(FAA/FE))))<.099 THEN
         print "abs(1-...)";abs(1-(faa/fa+(cm*fab/fb)/(1-(faa/fe))))
         print "abs(1-1.6-1t)";(1-((faa/(0.6*fy))+(fab/fb)))
         GOTO FIN5

      ELSE
         PRINT
         PRINT "UD. PUEDE SELECCIONAR OTRO PERFIL MENOR"
         GOTO INICIO4
      END IF
FIN5:
      PRINT
      PRINT "   ******** EL PERFIL ESTA SELECCIONADO ********"
      PRINT
      PRINT "   EL PERFIL CUMPLE CON:"
      PRINT
      PRINT "   AISC (1.6-1a Y 1.6-1b)"
      GOTO FINAL
 FINAL:
      PRINT
      PRINT
      PRINT "   EL PERFIL SELECCIONADO"
      PRINT
      PRINT "            FE  ====> ";F$
      CALL ENTER
FIN4:
         'FIN DE SUBRUTINA FLEXCOMP
   END SUB


   '********PROCEDIMIENTOS********

   SUB COMPRES(FY,E,L,BF,TF,RX,RY,FA,LE,CM,KE)
      IF BF/TF<=95 SQR(FY) THEN
```

```
      Q=1
   ELSE
      IF BF/TF<=176/SQR(FY) THEN
         Q=20000/(FY*(BF/TF)^2)
      ELSE
         Q=1.415-(.00437*(BF/TF)*SQR(FY))
      END IF
   END IF
   PRINT
   PRINT "   Q";Q
   CC=SQR(2*3.1416^2*E/(Q*FY))
   PRINT "CC";CC
   DO
     PRINT
     INPUT "LOS EXTREMOS SON EMPOTRADOS (S/N)";C$
     IF C$<>"S" AND C$<>"N" THEN BEEP
   LOOP UNTIL C$="S" OR C$="N"
   IF C$="S" THEN
     K=.5:CM=.65
   ELSE
     K=1.0:CM=1
   END IF

   LEX=K*L*12/RX
   LEY=K*L*12/RY
   PRINT "RX,RY,L";RX,RY,L
   PRINT "LEX,LEY";LEX,LEY
   IF LEX>LEY THEN
      LE=LEX
   ELSE
      LE=LEY
   END IF

   IF LE<=CC THEN
      FS=5/3+(3/8*(LE/CC))-(1/8*(LE/CC)^3)
      PRINT "FS";FS
      FA=(1-0.5*(LE/CC)^2)*Q*FY/FS
   ELSE
      FA=12*3.1416^2*E/(23*LE^2)
   END IF
   PRINT "FA";FA
END SUB


SUB FLEX(FY,L,BF,TF,TW,D,RT,FB)
   AF=BF*TF
   LC1=76*BF/(SQR(FY)*12)
   LC2=20000*AF/(D*FY*12)
   IF LC1>LC2 THEN
      LC=LC2
   ELSE
      LC=LC1
   END IF
   PRINT "LC";LC
   LU1=2400*AF/(D*FY*12)
   LU2=RT*SQR(1/(20*Q*FY))*12
   IF LU1>LU2 THEN
      LU=LU1
   ELSE
      LU=LU2
   END IF
```

```
PRINT "LU";LU
IF L>LC THEN
   DO
     INPUT "POSEE ALAS RIGIRIZADAS" (S/N)";B$
     IF B$<>"S" AND B$ "N" THEN BEEP
   LOOP UNTIL B$= S" OR B$="N"
   IF B$="S" THEN
      IF BF/TF<=130/SQR(FY) THEN
         IF D/TW<=640/SQR(FY) then
            PRINT
            PRINT  ES UN MIEMBRO COMPACTO"
            FB=0.66*FY
         ELSE
            PRINT
            PRINT "  ES UN MIEMBRO NO COMPACTO"
            FB=0.6*FY
         END IF
      ELSE
         F=640/SQR(FY)
         B=65/SQR(FY)
         C=BF/(2*TF)
         D=95/SQR(FY)
         IF D/TW<=F AND B<C AND C<D THEN
            PRINT
            PRINT "ES UN MIEMBRO PARCIALMENTE COMPACTO"
            FB=FY*(.79-(.002*(BF/(2*TF))*SQR(FY)))
         ELSE
            PRINT
            PRINT "ES UN MIEMBRO NO COMPACTO"
            FB=0.6*FY
         END IF
      END IF
   ELSE
      IF BF/(2*TF)<=65/SQR(FY) THEN
         IF D/TW<=640/SQR(FY) THEN
            PRINT
            PRINT "ES UN MIEMBRO COMPACTO"
            FB=0.66*FY
         ELSE
            PRINT
            PRINT " ES UN MIEMBRO NO COMPACTO"
            FB=0.6*FY
         END IF
      ELSE
         F=640/$QR(FY)
         B=65/SQR(FY)
         C=BF/(2*TF)
         D=95/SQR(FY)
         IF D/TW<=F AND B<C AND C<D THEN
            PRINT
            PRINT  ES UN MIEMBRO PARCIALMENTE COMPACTO"
            FB=FY*(.79-(.002*(BF/(2*TF))*SQR(FY)))
         ELSE
            PRINT
            PRINT "ES UN MIEMBRO NO COMPACTO"
            FB=0.6*FY
         END IF
      END IF
   END IF
ELSE
   IF L>LU THEN
     Z1=510000/FY
```

```
        Z2=1020^0/FY
        PRINT "SOR(Z1),SOR(Z2)";SOR(Z1),SOR(Z2)
        IF L*12/RT>=SOR(Z1) THEN CALL OTROFB1(L,RT,BF,TF,D,FB,FY) 'LLAMADA A SUBRUT. OTROFB1
        IF L*12/RT =SOR(Z2) THEN CALL OTROFB2(FY,L,RT,D,BF,FB,TF) 'LLAMADA A SUBRUT. OTROFB2
      ELSE
         FB=0.6*FY
      END IF
   END IF
END SUB


'********SUBRUTINAS********

SUB OTROFB1(L,RT,BF,TF,D,FB,FY)
   'SUBRUTINA FB1
   AF=BF*TF
   IF L*12/RT<>0 THEN FB1=170000/(L*12/RT)^2
   IF L*12*D<>0 THEN FB2=(120000*AF)/(L*12*D)
   FB3=0.6*FY
   PRINT "FB1,FB2,FB3";FB1,FB2,FB3
   IF FB1>FB2 THEN
      IF FB1<FB3 THEN
         FB=FB1
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
   ELSE
      IF FB2>FB3 THEN
         FB=FB2
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
   END IF
END SUB


SUB OTROFB2(FY,L,RT,D,BF,FB,TF)
   'SUBRUTINA FB2
   AF=BF*TF
   FB1=FY*(2/3-((FY*(L*12/RT)^2/(1530*10^3))))
   FB2=12*10^3/((L*12*D)/AF)
   FB3=0.6*FY
   PRINT "FB1,FB2,FB3";FB1,FB2,FB3
   IF FB1>FB2 THEN
      IF FB1<FB3 THEN
         FB=FB1
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
   ELSE
      IF FB2>FB3 THEN
         FB=FB2
      ELSE
         FB=FB3
      END IF
   END IF
END SUB
```

## CONCLUSIONES

1. El diseño de un miembro de acero estructural implica el cálculo de las propiedades requeridas para resistir las cargas y la selección del perfil más ligero que tenga tales propiedades.

2. La selección de un perfil más ligero, representa que sea el perfil más económico, que es uno de los principales aspectos que tiene en cuenta en el proyectista.

3. Hay que tener en cuenta que el diseño estructural no es una ciencia exacta, ya que se basa en el uso de fórmulas y asunciones que son resultado de la experimentación y la experiencia.

4. El uso de especificaciones del manual del AISC, garantiza la consideración de factores de seguridad que son imprescindibles para lograr un buen diseño, una estructura segura.

5. El método de diseño empleado por el Manual del AISC es

con base en ciertos esfuerzos permisibles o esfuerzos de trabajo, considerándoles iguales a cierta fracción del esfuerzo de fluencia del acero.

6. La selección de un perfil para usarse como miembro en tensión, es uno de los problemas más sencillos que se encuentran en el diseño de estructuras. Ya que no existe el problema del pandeo, sólo se requiere para determinar el área de la sección transversal efectiva necesaria dividir la fuerza a que está sometido el miembro y el esfuerzo permisible de diseño.

7. En eun elemento en tensión es crítica la presencia de agujeros, puesto que el área en la que va a distribuirse la carga se reduce, y además se concentrarán los esfuerzos. Por ello hay que calcular un área neta efectiva.

8. Otro factor que se toma en cuenta en el diseño en tensión, es el criterio de rígidez, puesto que se requiere evitar deflexiones excesivas y vibraciones.

9. En el diseño en compresión, la falla por esfuerzo normal, es muy por abajo del límite elastico; el peligro está en el pandeo y se procede a reducir los esfuerzos.

10. Los perfiles más usados para columnas, son los W14, puesto que presentan una longitud intermedia y no corren riesgo de pandearse, ni disminuir su capacidad de carga.

11. El programa chequea las limitaciones para el pandeo local de elementos rigirizados y no rigirizados, y si no están dentro de ellas, se calcula un factor de reducción del esfuerzo.

12. Para el diseño de vigas, la primeraa consideración para la selección, es que resistan satisfactoriamente la flexión, y luego se verifica si satisfacen: cortante, aplastamiento y deflexión.

13. Los perfiles W son las secciones de vigas más económicas, tienen un mayor porcentaje de acero concentrado en sus patines, poseen mayores momentos de inercia y momentos resistentes para un mismo peso.

14. El diseño en flexo-compresión radica en usar un procedimiento de tanteos.
Se toma en cuenta el efecto de columna, el efecto de viga, la amplificación de los momentos debido a las deflexiones laterales, de ese modo se revisa una sección de prueba con la fórmula apropiada de interacción.

Se selecciona la sección más económica para resistir un momento y una carga axial determinada.

## RECOMENDACIONES

1. El diseño de estructuras de acero radica en el cálculo de las caraacterísticas necesarias de acuerdo a las condiciones disponibles, y la selección del perfil que se ajuste a dichos requerimientos.
   Es preciso que la selección sea de un perfil económico y además que exista en el mercado.
   Si no lo hay, será preciso fabricarlo.

2. Los programas elaborados podrían usarse por los alumnos de la materia Estructuras de Acero, para su aprendizaje en el campo del uso de la computación en el diseño.

3. Pueden introducirse otras consideraciones a las tomadas en cuenta, por ejemplo en el programa de flexo - compresión, se ha considerado un miembro con apoyos simples y que es un perfil W;
   Los estudiantes de Estructuras de Acero o personas entendidas en la materia, podrían añadir consideraciones como: otros tipos de apoyo y perfiles.

4. Es necesario que programas de diseño se implementen en

# APENDICE

# MANUAL DEL USUARIO

El programa de diseño está realizado en lenguaje Turbo Basic, el cual tiene la ventaja de poseer compilador, el mismo que es un traductor que lee el programa fuente y produce el mismo programa, pero lo hace en lenguaje de máquina, que será posteriormente ejecutado, para obtener así los resultados buscados. Esta ejecución es más rápida. Otra ventaja es que es ideal para realizar programación estructurada. Lo que hace del Turbo Basic un lenguaje potente y rápido.

Este programa se ejecuta dentro del Sistema Operativo MS-DOS.

## Puesta en marcha del programa

Cuando se dispone de 2 unidades de discos flexibles, para poder usar el programa, se carga el Turbo Basic, que es el lenguaje utilizado.

1.- Para poner en marcha el sistema, se introduce el disco del DOS en la unidad A.

2.- Se retira el disco del DOS y se introduce el disco que contiene el programa Turbo Basic en la unidad A y el disco con el programa de diseño en la unidad B.

3.- Se escribe **TB** a continuación del prompt del DOS y se

pulsa <Enter> y aparece entonces, la pantalla o menú principal formada por una línea superior con las opciones disponibles y cuatro ventanas: Edit, Message, Trace y Run.

4.- Una vez dentro de la pantalla de Turbo Basic, se tecleará F (file). Esta opción da lugar a un nuevo menú.

5.- Ahora hay que indicar a Turbo Basic que se desea utilizar como disco de trabajo el de la unidad B que es el disco donde va a residir el programa de diseño. Para ello se teclea C (cambiar directorio) y se responde a la pregunta formaulada con esta respuesta: **B:** seguido de <Fnter>. Para volver al menú principal se pulsa Esc.

## Ejecución del programa

1.- Para cargar el programa de diseño, el cual está en un fichero del disco B denominado MEMO; se teclea F (file) y de ese nuevo menú se teclea L (load) y se carga B:, se pulsa <Enter> y salen en pantalla todos los ficheros existentes en B, se selecciona MEMO.BAS.

2.- Una vez cargado el programa, se ejecuta el mismo pulsando R (run). Para ver la solución sobre toda la superficie de la pantalla, se hace un Zoom (F5) de la ventana Run. Para detener la ejecucion se tiene que pulsar las teclas Ctrl-Break.

## Programa de diseño

- Menú de opciones

Al inicio de la ejecución del programa se presenta un menú de opciones para seleccionar que tipo de problema se quiere resolver:

1.- Elementos sometidos a tensión
2.- Elementos sometidos a compresión
3.- Elementos sometidos a flexión
4.- Elementos sometidos a flexo-compresión

Se escoge la opción, posicionando con el cursor la barra en la opción deseada y se pulsa la barra espaciadora.

Inmediatamente el programa presenta las condiciones que abarca. Solicita datos referentes a las condiciones de carga del miembro y al tipo de acero.

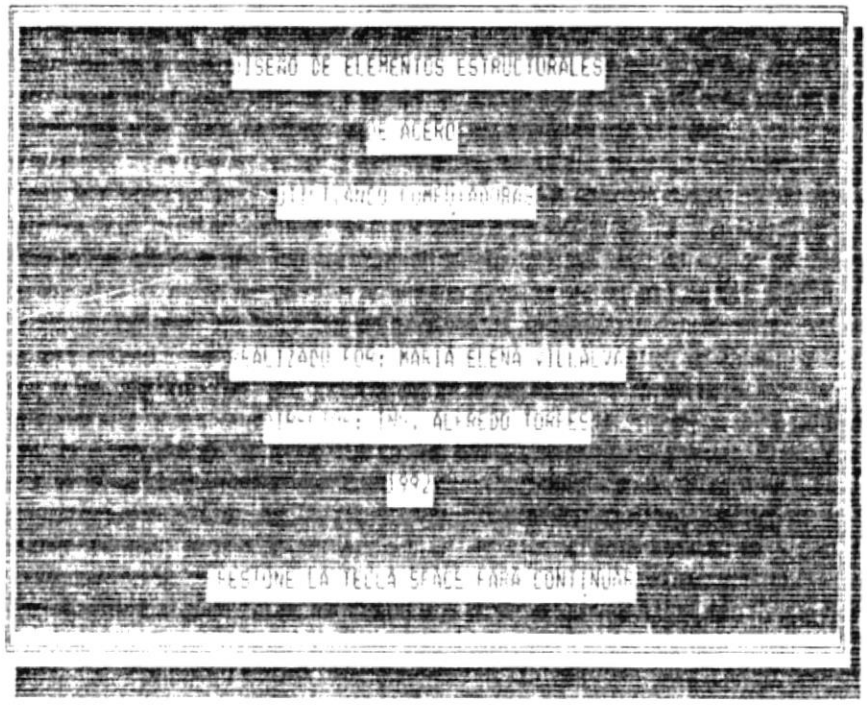
Luego suministra parámetros para que el usuario seleccione un perfil en el manual y a continuación le pide las características del perfil.

El programa chequea todas las condiciones y especificaciones para el diseño e indica si el perfil cumple o no dichas condiciones.

Los datos ingresados son números reales y los resultados también son números reales de simple precisión.

Para abandonar el programa luego de la ejecución se pulsa ESC y se regresa al menú principal, se teclea Alt-X para salir al DOS.

# EJECUCIONES DEL PROGRAMA


DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
DE ACERO
ELABORADO POR: MARIA ELENA VILLALVA
DIRECTOR: ING. ALFREDO TORRES
1992
PESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

PROGRAMA QUE SELECCIONA ELEMENTOS SOMETIDOS A ESFUERZOS

1. TENSION

2. COMPRESION

3. FLEXION

4. FLEXO-COMPRESION

5. SALIDA

Seleccione una opción y presione ENTER.

SELECCION DE MIEMBROS SOMETIDOS A TENSION

LOS MIEMBROS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR SON:

1.- CONECTADOS CON PASADOR
2.- CON ROSCA
3.- CON AGUJEROS

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

[illegible]

[illegible]

[illegible]

CARGA DE [illegible] 100

LONGITUD EN PULGADAS (Pulg.) [illegible]

VALOR DE RIGIDEZ (Adimensional) 240

MIEMBRO CON PASADOR ? (S/N):N

MIEMBRO CON ROSCA ? (S/N): [illegible]

TIENE AGUJEROS ? (S/N)? N
AREA TOTAL REQUERIDA ES 4.62562961196994

SELECCIONE MIEMBRO DEL MANUAL DEL AISC

PERFIL? W12X26
Ac? 7.65
Rmin? 1.51

****** EL PERFIL ESTA SELECCIONADO ******

SE CUMPLE QUE LOS ESFUERZOS ACTUALES SON MENORES A LOS ESFUERZOS PERMISIBLES

ftg = 0 K/Plg^2 < Ftg = 21.6000003814697 K/Plg 2

ftp = 0 K/Plg 2 < Ftp = 0 K/Plg 2

EL PERFIL SELECCIONADO ES ===> W12X26

GRADO DEL ACERO:RESISTENCIA A LA FLUENCIA,
RESISTENCIA ULTIMA Fy/Fu (Kips Pulg 2)
Fy , Fu? 50,70

CARGA DE DISEÑO (Kips)? 600

LONGITUD EN PULGADAS (Pulg.)? 300



VALOR DE RIGIDEZ (Adimensional)? 240

MIEMBRO CON PASADOR ? (S/N)S
******** DISEÑO DE UNA BARRA DE OJO ********

AREA REQUERIDA DE LA BARRA = [illegible] Pulg 2

EL ESPESOR QUE REQUIERE LA BARRA ES --- 1.[illegible]

CON ESE VALOR ESCOGER UN ESPESOR DEL MANUAL PAG.1.[illegible]
ESPESOR ELEGIDO (Pulg.)? 1.75

BARRA DE OJO ESTA DISEÑADA
==========

ANCHO DE BARRA bb 11.42957170[illegible]
ANCHO DEL OJO bo 7.5190176417541[illegible]
ESPESOR t 1.75
DIAMETRO DEL PASADOR dp 10
DIAMETRO DEL AGUJERO db 10.03125
DIAMETRO DE LA CABEZA DE LA BARRA DE OJO de 25.26934432983398
EL RADIO DE CURVATURA 'rc' DEBE SER MAYOR O IGUAL QUE: 25.26934432983398

GRADO DEL ACERO:RESISTENCIA A LA FLUENCIA,
RESISTENCIA ULTIMA Fy/Fu (kips/Pulg^2)
Fy , Fu? 36,58

CARGA DE DISEÑO (Kips)? 70

LONGITUD EN PULGADAS (Pulg.)? 300

VALOR DE RIGIDEZ (Adimensional)? 240

MIEMBRO CON PASADOR ? (S/N)N

MIEMBRO CON ROSCA ? (S/N) ? S
AREA REQUERIDA ES 1.65726273526565

SELECCIONE MIEMBRO DE ACUERDO A PAG.4.141 DEL AISC

GRADO DEL ACERO:RESISTENCIA A LA FLUENCIA,
RESISTENCIA ULTIMA , F (Kies/Pulg 2)
Fy , Fu? 46,53

CARGA DE DISEÑO (Kips)? 250

LONGITUD EN PULGADAS (Pulg.)? 360

VALOR DE RIGIDEZ (Adimensional)? 240

MIEMBRO CON PASADOR ? (S/N)N

MIEMBRO CON ROSCA ? (S/N) ? N

TIENE AGUJEROS ? (S/N)? S

AREA TOTAL REQUERIDA ES 18.0555553436279

SELECCIONE MIEMBRO DEL MANUAL DEL AISC

INTRODUZCA LOS SIGUIENTE DATOS:

PERFIL? W14X82
AREA, Ag? 20
ESPESOR DEL ALA, tf? .72
ESPESOR DEL ALMA, tw? .415
RADIO DE GIRO MINIMO, Rmin? 2.46
ANCHO DEL ALA, bf? 10.075
ALTURA O PERALTE, d? 14.04
DIAMETRO DE AGUJEROS (Pulg)? 1

TIENE AGUJEROS EN ZIG ZAG Y AGUJEROS ALINEADOS? (S/N)? S

NUMERO DE AGUJEROS ALINEADOS? 2

LOS ESPACIOS LONGITUDINALES ENTRE AGUJEROS SON IGUALES
Y LOS ESPACIOS TRANSVERSALES SON IGUALES? (S/N)? S

SE TOMA EN CUENTA POR LO MENOS TRAYECTORIAS EN ZIG ZAG

INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE LA 1era TRAYECTORIA:

NUMERO DE [illegible]? 7
NUMERO DE ZIG ZAG DE LA 1era. TRAYECTORIA? 2
ESPACIO LONGITUDINAL? 2
ESPACIO TRANSVERSAL? 3

INGRESE LOS SIGUIENTES DATOS DE LA 2da.TRAYECTORIA:

NUMERO DE [illegible]? 7
NUMERO DE ZIG ZAG DE LA 2da. TRAYECTORIA? 1

****** EL PERFIL ESTA SELECCIONADO ******

EL PERFIL DONDE LOS ESFUERZOS ACTUALES SON MENORES A LOS ESFUERZOS PERMISIBLES

ftc = [illegible] K/Plg 2 , Fto = [illegible] K/Plg 2

fte = [illegible] K/Plg 2 , Fte = [illegible] K/Plg 2

EL PERFIL SELECCIONADO ES ===> W14x5

SELECCION DE MIEMBROS SOMETIDOS EN COMPRESION

******* DISEÑO DE COLUMNAS *******

LOS MIEMBROS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR SON:

TODOS LOS QUE CONSTAN
EN EL MANUAL DEL AISC
8AVA. EDICION

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

MODULO DE ELASTILIDAD E (Kips-pg 2)? 29000

GRADO DEL ACERO Fy , Fu (Kips/Pulg 2)? 36,58

CARGA DE DISEÑO T (Kips)
T? 240

LONGITUD DEL MIEMBRO (Pulgadas)? 240

AREA REQUERIDA RF 10.333333 1544189

SELECCIONE MIEMBRO EN EL MANUAL DEL AISC
DE ACUERDO AL AREA REQUERIDA
Y AL TIPO DE PERFIL

ES UN PERFIL TUBULAR CUADRADO? (S/N)N

ES UN PERFIL W? (S/N)N

ES UN PERFIL ANGULAR DE ALAS IGUALES? (S/N)? S

ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:

PERFIL? 8X8X5/8
AREA, Ag (Pulg^2)? 19.2
ANCHO, b (Pulg)? 8
ESPESOR, t (Pulg)? .625
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)? 2.49
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)? 3.47
FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN X, kx? 1
FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN Y, ky? 1

EL ESFUERZO ACTUAL ES 12.49999904632568

EL ESFUERZO PERMISIBLE ES 13.43021011352539

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

```
  EL ESFUERZO ACTUAL ES  12.4999904632568
     Y ES MENOR AL
    ESFUERZO PERMISIBLE:  13.4002101135239


EL PERFIL POSEE ELEMENTOS RIGIDIZADOS ? (S/N)? N
cc1 126.3079071044922
EL PERFIL ESTA SELECCIONADO

SE CUMPLE: fa  12.4999904632568 ES MENOR QUE Fa  13.4055423736572 3

EL PERFIL QUE SATISFACE ES ---> L6X8X5/8
```

MODULO DE ELASTICIDAD E (Kips/pg^2)? 29000

GRADO DEL ACERO Fy , Fu (Kips/Pulg^2)? 36,58

CARGA DE DISEÑO T (Kips)
T? 300

LONGITUD DEL MIEMBRO (Pulgadas)? 300

AREA REQUERIDA ES 16.6666660.068379

SELECCIONE MIEMBRO EN EL MANUAL DEL AISC
DE ACUERDO AL AREA REQUERIDA
Y AL TIPO DE PERFIL

ES UN PERFIL TUBULAR CUADRADO? (S/N)N

ES UN PERFIL W? (S/N)N

ES UN PERFIL ANGULAR DE ALAS IGUALES? (S/N)? N

ES UNA TEE? (S/N)S

ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:

PERFIL? WT12X81
AREA, Ag (Pulg^2)? 23.9
ANCHO DEL ALA, bf (Pulg)? 12.955
ESPESOR DEL ALA, tf (Pulg)? 1.22
ESPESOR DEL ALMA, tw (Pulg)? .705
ALTURA O PERALTE, d (Pulg)? 12.5
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)? 3.5
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)? 3.05
FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN X, Kx? 1
FACTOR DE LONG.EFECTIVA EN Y, Ky? 1

EL ESFUERZO ACTUAL ES 12.5523014068603S

EL ESFUERZO PERMISIBLE ES 13.1842622756958

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

EL ESFUERZO ACTUAL ES 12.5523014068603S
Y ES MENOR AL
ESFUERZO PERMISIBLE: 13.1842622756958

EL PERFIL POSEE ELEMENTOS RIGIRIZADOS ? (S/N)? N
ccl 126.099578857421S
EL PERFIL ESTA SELECCIONADO

SE CUMPLE: fa 12.552314463025 ES MENOR QUE Fa 17.1842672756958

EL PERFIL QUE SATISFACE Fa --- 1717191

MODULO DE ELASTICIDAD E (Kips pg 2)? 29000

GRADO DEL ACERO Fy , Fu (Kips/Pulg 2)? 36,58

CARGA DE DISEÑO T (Kips)
T? 600

LONGITUD DEL MIEMBRO (Pulgadas)? 180

AREA REQUERIDA ES 22.7333266176759

SELECCIONE MIEMBRO EN EL MANUAL DEL AISC
DE ACUERDO AL AREA REQUERIDA
Y AL TIPO DE PERFIL

ES UN PERFIL TUBULAR CUADRADO? (S/N)N

ES UN PERFIL W? (S/N)S

ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:
PERFIL? W14X120
AREA, Ag (Pulg^2)? 35.3
ANCHO DEL ALA, bf (Pulg)? 14.67
ESPESOR DEL ALA, tf (Pulg)? .94
ESPESOR DEL ALMA, tw (Pulg)? .59
ALTURA O PERALTE, d (Pulg)? 14.48
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)? 6.24
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)? 3.74
FACTOR DE LONG.EFECTIVA ALREDEDOR DEL EJE X, Kx? 1
FACTOR DE LONG.EFECTIVA ALREDEDOR DEL EJE Y, Ky? 1

EL ESFUERZO ACTUAL ES 16.9971675872802 7

EL ESFUERZO PERMISIBLE ES 18.5140457153320 3

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

EL ESFUERZO ACTUAL ES 16.9971675872802 7
Y ES MENOR AL
ESFUERZO PERMISIBLE: 18.5140457153320 3

EL PERFIL POSEE ELEMENTOS RIGIRIZADOS ? (S/N)? S
ccl 131.2198638916016
EL PERFIL ESTA SELECCIONADO

SE CUMPLE: Fa 16.9971673872802 7 ES MENOR QUE Fa 17.2460899353027 3

EL PERFIL QUE SATISFACE ES ---> W14X120

MODULO DE ELASTICIDAD E (Kips/pg^2)? 29000

GRADO DEL ACERO Fy , Fu (Kips/Pulg ^2)? 65,70

CARGA DE DISEÑO T (Kips)
T? 200

LONGITUD DEL MIEMBRO (Pulgadas)? 216

AREA REQUERIDA ES 6.153846263885498

SELECCIONE MIEMBRO EN EL MANUAL DEL AISC
DE ACUERDO AL AREA REQUERIDA
Y AL TIPO DE PERFIL

ES UN PERFIL TUBULAR CUADRADO? (S/N)S

ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:

PERFIL? 10X10
AREA, Ag (Pulg ^2)? 9.59
ANCHO, b (Pulg)? 10
ESPESOR, t (Pulg)? .25
RADIO DE GIRO, r (Pulg)? 3.96
FACTOR DE LONG.EFECTIVA, K? 1

EL ESFUERZO PERMISIBLE ES 29.041944502784 18

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

EL ESFUERZO ACTUAL ES 20.85506767269531
Y ES MENOR AL
ESFUERZO PERMISIBLE: 29.041944502784 18

EL PERFIL POSEE ELEMENTOS RIGIDIZADOS ? (S/N)? S
b/t 38
be/t 35.41565704345703
qa .932629227682446
aef 8.943914413452148
ccl 77.17481231689453
EL PERFIL ESTA SELECCIONADO

SE CUMPLE: fa 20.85506767269531 ES MENOR QUE Fa 27.53072357177734

EL PERFIL QUE SATISFACE ES ===> 10X10

SELECCION DE MIEMBROS EN FLEXION

******* DISEÑO DE VIGAS ******

LOS TIPOS DE VIGAS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR SON:

1. CON APOYO LATERAL CONTINUO:
   - COMPACTA
   - PARCIALMENTE COMPACTA
   - NO COMPACTA
2. SIN APOYO LATERAL CONTINUO.

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

INTRODUZCA LOS SIGUIENTES DATOS:

ESFUERZO DE FLUENCIA, RESISTENCIA ULTIMA (Fy, Fu)
Fy, Fu (kips/Pulg 2)? 36.53
MODULO DE ELASTICIDAD, E (Lb/Pulg^2)? 29000
CARGA CONCENTRADA, T (kips)? 0
CARGA DISTRIBUIDA, w (kips/pie)? 1
LONGITUD ENTRE APOYOS, Lm (pie)? 20
LONGITUD DE LA VIGA, L (pie)? 20

MODULO REQUERIDO DE LA SECCION TRASVERSAL, Sx= E5 25.252525252525764

***SELECCIONE PERFIL DE ACUERDO AL MODULO REQUERIDO***
DEL MANUAL DEL AISC

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:

PERFIL? W12X26

AREA, Ag(Pulg 2)? 7.65

ANCHO DE ALA, bf(pulg)? 6.49

ESPESOR DE ALA, tf(pulg)? .38

ESPESOR DEL ALMA, tw(pulg)? .23

ALTURA O PERALTE DE LA VIGA, d(pulg)? 12.22

RADIO DE GIRO, rt(pulg)? 1.72

MODULO DE LA SECCION, Sx(pulg^3)? 33.4

DISTANCIA ENTRE EL ALA Y EL ALMA, k(pulg, en decimales)? .875

PESO DE LA VIGA, W(kips/pie)? .026
PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

```
   PERFIL W? (S/N)? S
LC 6.850555419921875
LU 9.343364715576172

   TIENE APOYO LATERAL CONTINUO? (S/N)? S

   POSEE ALAS RIGIRIZADAS? (S/N)? S

   ES UNA VIGA COMPACTA



   TIENE LA VIGA CARGA INTERIOR? (S/N)? N
   LA VIGA ESTA SOMETIDA A IMPACTOS O VIBRACIONES? (S/N)? N

   LA VIGA ESTA SOMETIDA A CARGA VIVA? (S/N)? S

   CARGA VIVA A LA QUE ESTA SOMETIDA LA VIGA (kips/Pie)? .8


        *****LA VIGA ESTA SELECCIONADA*****


   SE CUMPLE:

   fb =  18.431137084960[illegible] k/Plg^2 ; Fb =  33.760000[illegible] k/Plg ;

   fv =  3.650445265520996 k/Plg^2 ; Fv =  14.599999618[illegible] k/Plg ;

        Y NO FALLA POR DEFLEXION


   LA LONGITUD MINIMA DE APOYO PARA QUE NO SE APLASTE ES (pulg) ====
.139694064855756

   EL PERFIL SELECCIONADO ES  W12X26
```

```
INTRODUZCA LOS SIGUIENTES DATOS:

ESFUERZO DE FLUENCIA, RESISTENCIA ULTIMA (Fy, Fu)
Fy, Fu (kips/Pulg^2)? 36,58
MODULO DE ELASTICIDAD, E (Lb/Pulg^2)? 29,00
CARGA CONCENTRADA, P (kips)? 0
CARGA DISTRIBUIDA, w (kips/pie)? 7
LONGITUD ENTRE APOYOS, Lma (pie)? 20
LONGITUD DE LA VIGA, L (pie)? 20


MODULO REQUERIDO DE LA SECCION TRASVERSAL, Sx ES   176.7676696777344


***SELECCIONE PERFIL DE ACUERDO AL MODULO REQUERIDO***
                DEL MANUAL DEL AISC

   ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:

   PERFIL? W14X132

   AREA, Ag(Pulg 2)? 38.8

   ANCHO DE ALA, bf(pulg)? 14.725

   ESPESOR DE ALA, tf(pulg)? 1.03

   ESPESOR DEL ALMA, tw(pulg)? .645

   ALTURA O PERALTE DE LA VIGA, d(pulg)? 14.66

   RADIO DE GIRO, rt(pulg)? 4.05

   MODULO DE LA SECCION, Sx(pulg^3)? 209

   DISTANCIA ENTRE EL ALA Y EL ALMA, k(pulg, en decimales)? 1.6875

   PESO DE LA VIGA, W(kips/pie)? .132
                  PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR
   PERFIL W? (S/N)? S
LC 15.5430555376279
LU 47.8966140747070


   TIENE APOYO LATERAL CONTINUO? (S/N)? N



   TIENE LA VIGA CARGA INTERIOR? (S/N)? N
   LA VIGA ESTA SOMETIDA A IMPACTOS O VIBRACIONES? (S/N)? N

   LA VIGA ESTA SOMETIDA A CARGA VIVA? (S/N)? S

   CARGA VIVA A LA QUE ESTA SOMETIDA LA VIGA (kips/Pie)? 6
```

```
*****LA VIGA ESTA SELECCIONADA*****

SE CUMPLE:

fb =  20.4746417999267 K/Plg 2  < Fb =  21.6000003814697 K/Plg 2

fv =  7.54234055027197 K/Plg^2 < Fv =  14.3999996185302 K/Plg 2

      Y NO FALLA POR DEFLEXION


LA LONGITUD MINIMA DE APOYO PARA QUE NO SE APLASTE ES (pulg) ====
.6445235013961792

EL PERFIL SELECCIONADO ES  W14X132
```

SELECCION DE MIEMBROS EN FLEXO - COMPRESION

LOS MIEMBROS QUE UD. PUEDE SELECCIONAR ESTAN SOMETIDOS A CARGAS EXCENTRICAS, CUYOS EXTREMOS ESTAN SIMPLEMENTE APOYADOS O EMPO-TRADOS; EL TIPO DE PERFIL ES W.

PRESIONE LA TECLA SPACE PARA CONTINUAR

```
INTRODUZCA LOS SIGUIENTES DATOS:

ESFUERZO DE FLUENCIA, RESISTENCIA ULTIMA, Fy/Fu (k/Pulg^2)? 36,58
MODULO DE ELASTICIDAD, E (Lb/Pulg^2)? 29000
CARGA CONCENTRADA, T (kips)? 100
LONGITUD DEL MIEMBRO, L (Pie)? 15
EXCENTRICIDAD, e (Pie)? .4
FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA,k? 1


EL AREA (Pulg^2) Y EL MODULO REQUERIDO (Pulg^3) DE LA SECCION SON:
 11.1111111687255896          40.40404129426572

SELECCIONE PERFIL DE ACUERDO A DICHOS REQUERIMIENTOS EN EL MANUAL
ESPECIFIQUE LOS SIGUIENTES DATOS:

PERFIL? W14X53
AREA, Ag (Pulg^2)? 15.5
ANCHO DE ALA, bf (Pulg)? 8.06
ESPESOR DE ALA, tf (Pulg)? .66
ESPESOR DEL ALMA, tw (Pulg)? .37
ALTURA O PERALTE, d (Pulg)? 13.92
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE X, rx (Pulg)? 5.83
RADIO DE GIRO ALREDEDOR DEL EJE Y, ry (Pulg)? 1.92
RADIO DE GIRO TOTAL, rt (Pulg)? 2.15
PESO DEL MIEMBRO, W (kips/Pie)? .053
MODULO DE LA SECCION, Sx (Pulg^3)? 77.8


LOS EXTREMOS SON EMPOTRADOS? (S/N)? N


******** EL PERFIL ESTA SELECCIONADO ********

EL PERFIL CUMPLE CON:

AISC (1.6-1a y 1.6-1b)


EL PERFIL SELECCIONADO

        ES  ====> W14X53
```

# BIBLIOGRAFIA


1.- AISC, Manual de Construcción en Acero, 8ava Edición.

2.- BOWLES JOSEPH, Structural Steel Design, Mc Graw-Hill Company, USA 1980.

3.- BRESLER BORIS, LIN T.V. Y SCALZI JOHN B., Diseño de Estructuras de Acero, Limusa - Wiley, S.A., México 1973.

4.- COOPER SOL E., CHEN ANDREW C., Designing Steel Structures, Prentice-Hall, Inc., E.U. 1985.

5.- JOHNSTON BRUCE, LIN F.T., GALAMBOS T.V., Basic Steel Design, Prentice-Hall, Inc., E.U. 1986.

6.- LOTHERS JOHN, Diseño de Estructuras Metálicas, Prentice-Hall, Inc., México 1973.

7.- McCORMAC JACK, Diseño de Estructuras de Acero, Alfaomega, México 1991.

8.- McCORMAC JACK, Diseño de Estructuras Metálicas, Alfaomega, México 1986.

9.- SALMON CHARLES, JOHNSON JOHN, Steel Structures Design and Behavior, Harper & Row, Publishers, New York, 2da Edición 1982.

10.- WILLIAMS CLIFFORD Y HARRIS ERNEST, Diseño de Estructuras Metálicas, Compañía Editorial Continental, S.A., México, 2da Edición 1973.