

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
Recinto Universitario Rubén Darío.
UNAN-Managua.
Facultad de Ciencias e Ingenierías.



Seminario de Graduación Para Optar al Título de Ingeniero Civil.

**DISEÑO DEL PUENTE PEATONAL “EL VALLE-LA
CHORRERA” PROYECTADO A CONSTRUIRSE SOBRE
EL RIO “EL VALLE” EN EL MUNICIPIO DE VILLA EL
CARMEN, DEPARTAMENTO DE MANAGUA.**

Autores:

Br. Danny Moisés Garcia Corea.

Br. Jelmer Edwin Flores.

Tutor:

Ing. Ernesto Cuadra Chevez.

Managua 15 / 12 / 2006

Agradecimientos

En primer lugar a Dios:

Por darnos la vida, inteligencia, y fuerzas para terminar nuestros estudios universitarios. Reconocemos que toda dádiva y don perfecto procede de ti por eso estamos moral y espiritualmente comprometidos a hacer tu voluntad.

A nuestro tutor el Ing. Ernesto Cuadra:

Por su paciencia y comprensión, por haber atendido nuestras necesidades como estudiantes, por su ejemplo de carácter firme y razonable.

A los Ing. Víctor Hernández Salinas, Marlon Ulmos Mora, Marlon Soto Paladino:

Por habernos guiado técnicamente desde el principio de nuestro trabajo, que a pesar de sus atareadas agendas nos dieron su tiempo y mayores esfuerzos para ayudarnos a entender los fundamentos hidráulicos y estructurales necesarios para la terminación de nuestro proyecto.

A nuestros padres:

Por su apoyo incondicional, por su cariño y comprensión, siempre nos han motivado e inspirado para alcanzar nuestras metas.

A nuestros compañeros:

Por habernos dado momentos de alegría y por su apoyo continuo en la elaboración de este manuscrito.

A nuestros amigos Milton Llanes, Felipe Espinal, Moisés González, Israel Castillo, Ezequiel Hernández, Socorro Martines, Freddy Hernández:

Por su ánimo, amistad y colaboración durante la carrera y en las últimas etapas del desarrollo de nuestro trabajo.

Dedicatoria

A Dios.

El Creador de todas las cosas y magnifico instructor de mis pensamientos, mi vida y de todos mis caminos malos y buenos.

A mi madre Martha Lorena Corea.

Fuente de inspiración y lámpara de mi vida, ejemplo incondicional que en todos mis caminos me ha guiado y educado con excelentes principios, morales y profesionales.

A mi papá José Luís Cuadra Zotelo.

Por haberme ayudado incondicionalmente en todos estos años en los cuales he pasado por crestas y valles y en donde solo personas como el me han ayudado.

A mi abuela Fidelia Corea.

Por haberme aconsejado y ayudado en todos los momentos en que necesite de alguien que me cobijara en esas situaciones difíciles.

A mi abuela Isolina Alfaro.

Por su comprensión y decisión de ayudarme en todos los amparos que necesite.

A mi tío Juan José Garcia.

Por haber cumplido su propósito de ayudarme como padre en todas las dificultades personales y económicas que pase durante mi carrera.

A mi amigo y compañero Bayardo Espinoza.

Por todos los momentos alegres y tristes que pasamos juntos, ayudándonos y motivándonos cada día.

Gracias Dios y a todos los que pusieron un poquito de ellos para ayudarme y seguir adelante en mi carrera.

Br: Danny Moisés Garcia Corea.

Dedicatoria

A Nuestro Señor Jesucristo.

Por ser el forjador de mí destino dando la oportunidad de culminar mi carrera.

A Mis Padres.

Arnoldo Flores Rayo y Candida Rosa Mendoza.

Que con su ayuda moral, espiritual y económica me apoyaron a lo largo de estos años en mi desarrollo profesional , haciendo de una u otra forma con mucho esfuerzo la culminación de mi carrera.

A todas aquellas personas enviadas por Dios , que de alguna manera hicieron la culminación de este documento , a todo los profesores , amigos e ingenieros que hicieron en forma desinteresada correcciones valiosas , sugerencias y comentarios en cada capítulo.

Br: Jelmer Flores

Introducción

El Municipio de Villa el Carmen consta en su territorio con una basta cantidad de puentes vehiculares, por la razón de que su hidrografía esta formada de algunos ríos secos y otros abundantes en agua. Estos puentes en su mayoría cumplen la única función de servir a vehículos tanto livianos como pesados, por lo que están contruidos de materiales altamente resistentes y de larga durabilidad ajustándose perfectamente a las condiciones que presta el terreno.

Por tal motivo el objetivo principal de la tesina, es proporcionar a la Alcaldía de Villa el Carmen un material que le suministre una vez terminado, un proyecto guiado a través de métodos de ingeniería, donde se aplicara el análisis y diseño para la construcción futura de un puente peatonal que por primera vez técnicamente se hará en la Alcaldía. Además de buscar que el material sirva como un manual para otras construcciones futuras similares en el municipio.

Para lograr este objetivo, los autores de ninguna manera han trabajado solos, pues en gran medida este documento ha sido moldeado por los comentarios y sugerencias de profesores e ingenieros, que han sido de ayuda para estar haciendo continuas mejoras en la realización de un material bastante completo.

La organización del trabajo esta contenida en capítulos y a su vez en secciones bien definidas para dar un orden y así explicar más ampliamente ciertos detalles de algunos temas. Estas secciones contienen la explicación de temas específicos. Los temas dentro de cada sección están organizados en subgrupos con sus respectivos títulos. Esta estructuración fue hecha de acuerdo con criterios de autores y ordenada de acuerdo con la importancia y problema de cada tema o capítulo, dando origen al propósito de ofrecer un método estructurado para presentar cada definición nueva o concepto a fin de hacer apropiado el documento para futura realización.

De todos los capítulos que componen la tesis, los tres primeros se componen de generalidades, conceptos básicos, métodos de diseño y formularios a utilizar en el diseño, estructurando de esta manera al marco teórico. Los restantes se componen de cálculos respectivos.

Al final le corresponden las recomendaciones y conclusiones, en donde se responderán los objetivos planteados. En otro orden se colocaron las bibliografías, en las cuales se ampliaron y complementaron todos los temas tratados; y por ultimo se ordenaron los anexos que están constituidos por tablas que ayudaran a resolver con facilidad algunas memorias de calculo, mapas hidrológicos y estructurales, a este se le agrego también un programa estructural

computarizado que ayudara a simular la estructura según los distintos tipos de carga.

Se ha preocupado sobre la legibilidad del documento, aunque algunas de las ideas expuestas no son creación exclusiva de los autores, sino también de ingenieros que leyeron cada renglón para estar seguro de que los conceptos, cálculos, estuvieran explicados claramente y que las deducciones estuvieran eficientemente detalladas; no obstante se cree haber aportado en este texto nuestro esfuerzo personal y nuestra poca experiencia en ingeniería con la esperanza de que la alcaldía se sirva de estas ideas concretas para hacerlas realidad con diferentes aportes.

Convencidos de que ninguna obra humana es perfecta, esperamos que el documento sea de apariencia agradable, fácil de entender, amena y que se encuentre lo que se busca.

Objetivo General

- ✓ Diseñar un puente peatonal para las comunidades El Valle- La Chorrera, del municipio de Villa el Carmen.

Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el área de ubicación de la infraestructura a construir.
- ✓ Realizar y analizar los estudios de campo para el diseño del puente peatonal, (levantamiento topográfico, hidrológico y de suelo).
- ✓ Determinar las condiciones de servicio a las que esta sometido y expuesto el puente como: carga viva, carga muerta y carga de sismo.
- ✓ Diseñar estructuralmente cada uno de los elementos que formaran la superestructura y subestructura.

Justificación

Un proyecto de ingeniería comienza cuando se identifican las necesidades y se determinan los objetivos del diseño. Luego se establece la finalidad general de las instalaciones necesarias para satisfacer los requisitos y Finalmente, se investiga el financiamiento del proyecto y enjuicia la justificación de la obra que se planea.

En este estudio se puede considerar la necesidad del puente peatonal desde dos puntos de vista:

1--La continúa demanda general para transportar los recursos naturales, agrícolas y de adquisición de productos diversos de las comarcas y del mismo municipio, e inclusive de la capital. Además de la gran concurrencia de estudiantes y particulares para trasladarse de una comarca a otra. Todos estos elementos propuestos a la alcaldía, esperando que se les resolviera con la construcción de un puente peatonal, ya que el único paso que se tiene en las comunidades el Valle- La Chorrea es un río que mantiene un flujo constante todo el año y que en invierno incrementa su caudal, por lo que se torna muy peligroso por las crecidas y los derrumbes.

2--La alcaldía de Villa el Carmen deseaba tener desde hace algún tiempo acceso a los terrenos de las comunidades de El Valle, La Chorrera y otras comarcas en temporadas de invierno, con el fin de aprovechar su basta agrícolas y brindarle seguridad a los estudiantes y transeúntes. La única opción propuesta por la administración era un puente peatonal que ofreciera seguridad para todo tiempo y que se ajustara a las condiciones tanto de las comunidades como a las condiciones del lugar.

Para dar inicio a la solución de estas necesidades la alcaldía nos planteo el problema que pasan las comunidades antes mencionadas y se nos presento una oportunidad de trabajar en el proyecto. Este proyecto, no solo unirá a estas dos comarcas, ya que una vez terminado será de utilidad para otras comarcas y caseríos. Finalmente para tal propósito se eligió que el puente peatonal sea de estructura metálica por el fácil armado y el costo y que además se ajusta a las condiciones del terreno.

CAPITULO 1
ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCION

Este capítulo proporciona una introducción basada en conceptos fundamentales, que describen y dan a conocer al proyecto en sí. Se Incluyen en primera instancia algunas generalidades que dan a conocer un poco sobre los puentes en forma amplia; luego se mostrará una descripción del proyecto pretendiendo de esta manera dar a conocer la ubicación del proyecto, identificación, objetivos del proyecto y otros temas de mucho interés. Al final del capítulo se presentan aspectos sobre estudios ambientales que deberán seguirse en la ejecución del proyecto.

1.2 GENERALIDADES.

Siempre antes de atacar a fondo y en detalle los problemas propuestos en el tema precedente se dan ciertos datos generales acerca de la importancia que tiene en la actualidad la rama de la ingeniería que se ocupa de la resolución de estos problemas.

Puentes: Son estructuras que se construyen en una vía de comunicación para salvar un claro o una corriente de agua. Tales estructuras pueden ser de madera, piedra, concreto, simple o reforzado, de acero, etc.; y en general son de diversos tipos o clases según ciertas condiciones como las siguientes:

- a) Por su tamaño: pueden ser alcantarillados, puentes propiamente dichos y viaductos.
- b) Por su uso: para caminos, para ferrocarriles, mixtos para canales o acueductos, para peatones.
- c) Por su duración: pueden ser provisionales o definitivos. Los primeros sirven a la vez para caminos militares, restablecimiento de comunicación interrumpida, para iniciar una construcción en vías interrumpidas y en proceso de construcción.
- d) Por su condición de movilidad: se tienen los fijos, móviles, desmontables. Los móviles además se clasifican en levadizos, rotatorios, basculantes y corredizos.
- e) Por la forma de cruzar el cause: es decir normalmente o en diagonal.
- f) Por su alineamiento: pueden ser en tangente, en curva y con pendiente.
- g) Por el material usado en su construcción: pueden ser de concreto simple, ciclópeo, armado, acero estructural, madera, mampostería y la combinación de estos materiales.

h) Por su ancho: en una o varias líneas de vehículos.

1.2.1 Ingeniería de Puentes:

Es la ciencia que estudia como proyectar, construir o demoler estos tipos de estructuras. Esta es una de las ciencias mas vastas pues comprende conocimientos de topografía, hidráulica, mecánica, estabilidad y organización.

Breve historia de los puentes: Los puentes han sido construidos desde épocas muy remotas; seguramente la naturaleza fue la primera que construyó un puente, ya sea colocando accidentalmente un tronco o roca que salvaron un claro que fueron ocupados por otros mas deleznable. Después de la naturaleza, los animales y las plantas como agentes que intervienen en la formación de puentes semi-naturales.

Finalmente el hombre que inspirado en estos ejemplos, inicio su construcción para salvar corrientes de agua imitando los trozos de madera con bases del mismo material o de mamposterías.

El primer país donde se construyó un puente fue en Asia menor; posteriormente, más o menos con la misma semejanza, los han construido desde el método de vigas simplemente apoyadas, hasta el cantiliver y el arco. Este último se cree que provino de poner dos arcos en cantiliver. También se tiene el puente colgante tomado quizás de la maniobra que hacen los monos para pasar de un árbol a otro, para salvar una corriente, y, finalmente el puente flotante que lleva apoyos constituidos por chalanes.

El primer puente de que se tiene noticia es el de Smyrna en Asia Menor que era de dos apoyos. Mas tarde el rey de Egipto, Menees construyo un puente para salvar el Nilo.

Seminario construyó otro sobre el Eufrates, otros constructores de puentes fueron Nabucodonosor y Darío, etc.

Los romanos en sus conquistas construyeron varios tipos de puentes, desde los de madera que eran verdaderas obras de arte, sobre caballetes y como obras provisionales, hasta los de mampostería un arco **definitivos** que construían en las ciudades que conquistaban. A la caída del imperio Romano se retrazaron un poco las construcciones de puentes; los papas también se interesaron en este tipo de construcciones adelantando algo su técnica.

Posteriormente en la edad media, con el uso del Hierro se adelanto más el poder salvar varios clavos. En Inglaterra mas tarde, se inician la construcción de los puentes colgantes desarrollándose una técnica con bases científicas.

Finalmente, con los aceros de altas fatigas se ha llegado al auge de la teoría de los puentes que siguen progresando hasta la actualidad por medios exclusivamente experimentales.

1.2.2 Tipos de Puentes Metálicos.

- 1) Puentes de tablero superior: Es aquel en que las viguetas de tablero van unidas a las nudos de los cordones superiores de las dos vigas de entramados principales.
- 2) Puentes de armadura rebajada: Las viguetas de tablero van unidas a los nudos de entramados principales que tienen montantes de altura recudida y por ser de tal manera no admiten arriostamiento del portal, ni transversal superior, ni arriostamiento lateral superior; solamente hay arriostamiento lateral inferior.
- 3) Puentes de tableros inferiores: Las viguetas de tablero van unidas a los nudos de los cordones inferiores de las vigas de entramados principales, llevando un sistema completo de arriostamiento lateral superior e inferior, arriostamiento del pórtico y transversal.

1.2.3 Cargas estáticas y dinámicas que actúan sobre un puente.

La variación de los esfuerzos cortantes producen momentos tanto de flexión como de torsión a lo largo del claro de un puente y son el producto del efecto del peso propio o carga muerta, de la sobre carga, de la carga móvil, del impacto, del viento, del drenaje y de los sismos.

1.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.3.1 Identificación del proyecto.

Se identifico el proyecto con el nombre de puente peatonal El Valle – La Chorrera. El proyecto esta en una etapa de diseño y esta siendo evaluado por la Alcaldía de Villa El Carmen para su posterior revisión y aprobación.

1.3.2 Ubicación del proyecto.

Se ubica en el municipio de Villa El Carmen en el Km. 45 de la carretera vieja a León, departamento de Managua, comarca El Valle, Río llamado con el propio nombre.

1.3.3 Características socio-económicas.

El mayor porcentaje de ingreso capital depende en gran manera de la agricultura y la ganadería, con poco porcentaje de ingresos que dependen de la pesca, minería, comercio, y empleos temporales migratorios en la capital.

1.3.4 Servicios básicos existentes.

En el municipio de villa el Carmen existen servicios básicos del cual depende la población como, una escuela primaria, una escuela secundaria, un puesto de salud y consta con energía eléctrica. El agua para consumo es sacada de posos ubicados en cada vivienda.

Refiriéndose al sistema laboral existe mano de obra regular, aspecto que se tomara en cuenta en el análisis de la estructura para dar mayor seguridad.

1.3.5 Aspectos característicos del municipio.

El municipio de Villa El Carmen cuenta con una población de aproximadamente 28,000 habitantes, la principal vía de comunicación es terrestre con caminos de todo tiempo, caminos adoquinados y de pavimento en gran parte. Mas del 55% de las personas están en edad de trabajar, pero de estas mas del 30% están desempleados estos subsisten de la agricultura, ganadería y un porcentaje menor de la pesca.

Refiriéndose a las comunidades del Valle y la Chorrera donde se ejecutara el proyecto, su población es dispersa y cuenta con una población de 2800 habitantes, de estas la mayoría subsiste de la agricultura y ganadería. El camino de ingreso a la comunidad es de todo tiempo y el transporte es escaso.

1.3.6 Oferta y demanda de la situación actual

Con la ejecución de un puente peatonal se pretende ofrecer a los transeúntes un paso que brinde seguridad, comodidad y un cruce para todo tiempo. Este ofrecimiento no solo servirá a las pobladores del valle y la chorrera si no también a otras comarca que necesitan del cruce para trasladar sus productos, además

servirá mayormente a estudiantes y en un futuro inmediato se espera obtener un estudio de mayor factibilidad según la demanda.

El puente peatonal tendrá una demanda de particulares de entre 400 y 500 personas (ir y venir) que ira aumentando con forme el tiempo.

Tipo de población que atiende el cruce cantidad actual (ir y venir)

Estudiantes-----	200
Particulares-----	80
Comerciantes-----	50
Otros -----	180

NOTA: varía en dependencia de los días de semana.

1.3.7 Diagnostico de la situación actual

Los problemas y las causas fundamentales que generan el actual paso son:

- Las crecidas del río en temporadas de invierno que provocan la falta de asistencia a trabajos y escuelas.
- Riesgo a la población que trata de cruzar el río en crecidas, además de otros posibles accidentes.

1.3.8 Objetivos del proyecto

Con la construcción del puente se pretende lograr:

- mejorar la infraestructura del lugar.
- proveer a los habitantes un paso para transportarse.
- acabar con la inseguridad de paso de los habitantes por las altas crecidas del río.
- Beneficiar a otras comunidades.

1.3.9 Alternativas de solución al problema

1. Diseñar un puente peatonal de estructura metálica. (Alternativa escogida por considerar de menor costo y más facilidad del montaje)
2. Diseñar un puente peatonal de estructura de concreto reforzado.

3. Diseñar un alcantarillado en el cause del río donde posiblemente en épocas de lluvias se inunde.

1.3.10. Características del área de proyecto

1. No existen establecimientos industriales, talleres u otros que puedan afectar el proyecto.

2. No existen problemas de humo, malos olores o ruidos que puedan afectar la actividad de salud.

3. El tipo de cobertura vegetal en el terreno es bosque ralo un poco denso con áreas muy pobladas.

1.4 Impacto ambiental.

Todos los cambios o afectaciones de orden o rehabilitación y construcción de puentes y de caminos o calles en zonas pobladas deben de estar identificadas en la evaluación de impacto ambiental (EIA), con sus correspondientes medidas ambientales e incorporada en la etapa de diseño del proyecto, en los planos y en las condiciones especiales. Se entiende que las afectaciones y/o molestias son durante la fase de ejecución del proyecto.

No se debe perjudicar a la población en el desempeño de sus actividades económicas, procurando que las operaciones de construcción no interfieren con el acceso hacia viviendas, infraestructura social y sitios de trabajo.

Se identifican las medidas que se tomaran para no perjudicar a la población, al terreno y al sitio de trabajo.

1- No existen árboles dentro del terreno que serán afectados.

2- No se producirán efectos negativos al suelo.

3- El suministro de agua no ofrecerá ningún tipo de riesgo para la salud de población.

4- No se producirán estancamientos de agua.

5- No existirá ningún riesgo de contaminación del agua subterránea o superficial debido a excretas u otros residuos.

6- No se producirán ruidos, malos olores o polvo que afectara la actividad del puente peatonal.

7- No se generaran problemas de basura producidas por el puente.

8- No se generaran problemas por mala disposición de los materiales de construcción y escombros.

1.4.1 Temperatura y humedad

Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestias para los trabajadores. A tal efecto debe evitarse los excesos de calor y frío, la humedad, la irradiación solar, olores desagradables, etc.

1.4.2 Ruidos y vibraciones.

Los periodos de vibración de una estructura están en dependencia de tipo de suelo, condiciones de apoyo, clasificación de la estructura según el reglamento nacional de la construcción RCN-83, los cuales los programas computacionales calculan aproximadamente.

1.5 medidas de mitigación

Ya obtenidos los efectos que pueden producir el impacto ambiental, se procederá a solucionar los problemas con algunas medidas de orden positivas que brinden seguridad al proyecto y a la población en si.

1- Se evitara la construcción del puente cerca de industrias, talleres o lugares donde se ejecuten actividades que puedan afectar la salud.

2- Se favorecerá la máxima conservación de especies y la reposición de estas, cuando sea necesario tacarlas.

3- Se restaurara cualquier alteración en el suelo causada por el proyecto.

4- Al finalizar la obra se removerá toda clase de material residual de construcción y se dispondrá de el adecuadamente.

5- Se construirá el sistema adecuado para disposición de excretas

1.6 Aspectos técnicos

1- El diseño técnico del proyecto garantiza una adecuada solución al problema pues evita las faltas de asistencias al trabajo y a la escuela de los transeúntes, además eleva la economía de los poblados.

2- Es posible que la construcción y operación del proyecto dentro del contexto y las condiciones que caracterizan a la localidad donde se construirá.

3- Se cree que el costo del proyecto es ajustado a las posibilidades de financiamiento del municipio.

1.7 Elección del cruce.

Este punto es de gran importancia en el proyecto de un puente ya que determina principalmente condiciones de carácter económicos que podrán o no ser resueltos satisfactoriamente.

En el caso del río el valle se estudió dos lugares de posible cruce antes de adoptar el cruce definitivo.

En primer lugar, sensiblemente normal a la corriente como a 800 m del Instituto El Valle en donde hay un cruce peatonal moderado, el cruce es bastante ancho lo cual compensa la altura que pueda tomar el caudal en tiempo de máximas precipitaciones, pero además se necesitaría un claro mas largo con columnas protegidas con estribos debidos a los posibles golpes y erosiones que puede causar el caudal en los cimientos de la estructura; situación que causo un mayor costo en materiales a utilizar.

El segundo punto se encuentra al terminar el adoquinado del camino en dirección noroeste en donde hay también un cruce peatonal moderado, el cauce es bastante estrecho lo cual aumenta el tirante que pueda alcanzar el caudal, pero también es ventajoso ya que los extremos del cauce están compuestos por piedra contera en donde simplemente se pensó anclar la estructura a la piedra; estando seguro que no va haber ningún tipo de erosión en los bordes del cauce, de manera que nos basamos en un estudio hidrológico paras determinar el tirante máximo que puede alcanzar el río. Refiriéndose a la parte económica nos dimos cuenta que se utilizaría menos materiales y mano de obra, y que además el sitio es conveniente y accesible para el paso peatonal; es por lo cual que se eligió este punto para hacer los estudios correspondientes.

CAPITULO 2
ESTUDIOS DE CAMPO

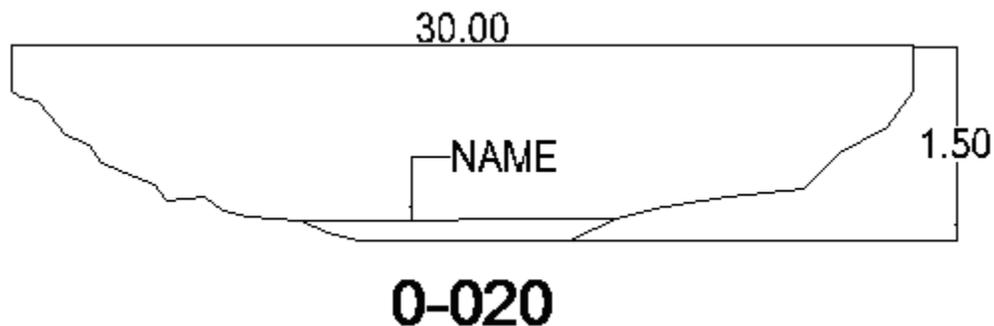
2.1 INTRODUCCION

En los estudios de campo se incluyeron todas las informaciones que se recopilaron en el área de interés. El capítulo empieza con la descripción de la topografía del sitio, donde se presentan los perfiles tanto aguas arriba como aguas abajo, después se presentan los datos obtenidos en el estudio de suelo con el objetivo de dar a conocer el tipo de terreno existente en el lugar donde se construirá el puente, y para finalizar se describe el proceso que se seguirá para culminar el estudio hidrológico; estudio que trata de explicar como se puede conocer el caudal máxima del río en altas precipitaciones.

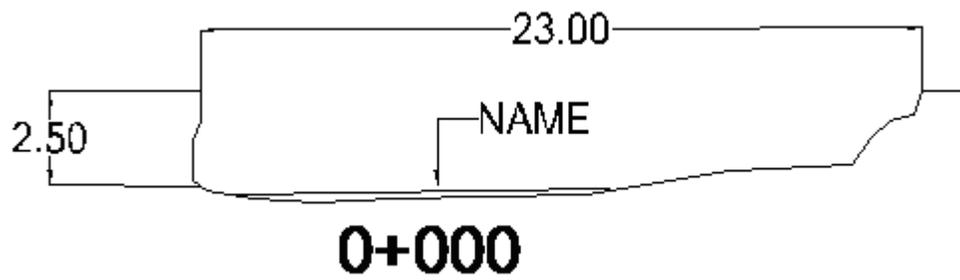
2.2 Estudios topográficos

Para garantizar el éxito total de nuestro trabajo hemos hecho posible garantizar algunos levantamientos importantes en la zona de afectación del proyecto, de estos se derivan los levantamientos de los perfiles aguas arriba, aguas abajo y al centro de afectación del río, de manera que con esto garantizamos un estudio muy aproximado del calculo del tirante o altura máxima que puede alcanzar el caudal del río desde el Name; de esta manera se asegura la estructura y el mayor porcentaje de vidas humanas.

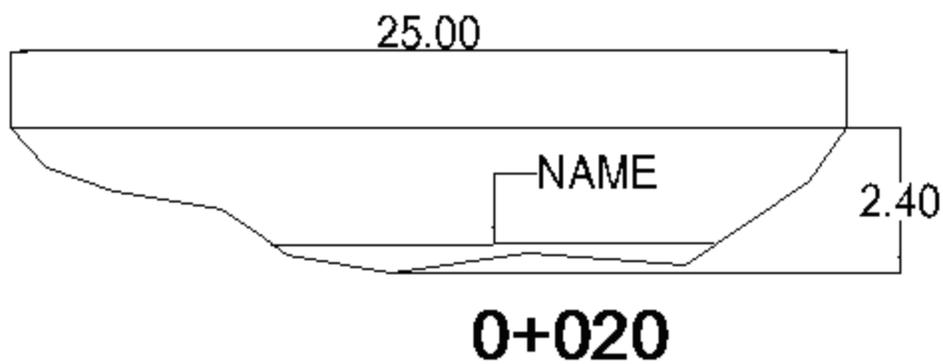
2.2.1 Perfil aguas arriba.



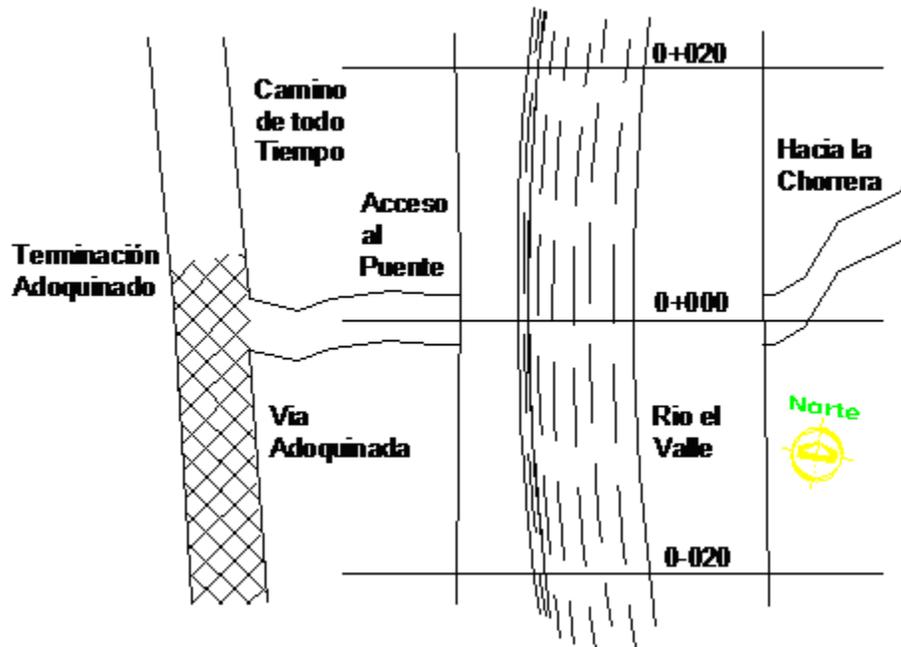
2.2.2 Perfil central.



2.2.3 Perfil aguas abajo.



2.2.4 Perfil topográfico.



2.3 Estudios de suelo

En todo el mundo constructivo el suelo es uno de los factores mas importante que permite al hombre valorar los cimientos, fundaciones y por ende el tipo de estructura que va a soportar el sitio de estudio.

Debido a la falta de recursos económicos que no contamos, los estudios de suelos previos que se tienen que realizar como son las pruebas de penetración estándar a través de la cual se determina la capacidad soporte del suelo no fueron efectuadas, sin embargo se observo que a ambos lados del cruce hay asentamientos de piedra Cantera, por lo tanto se consideró un factor de 3 Kg./cm², valor que esta dentro de las normas contractivas según comparaciones realizadas con estudios de suelos en distintas construcciones sobre piedra cantera, esto es un merito recalcarlo ya que de esto depende el éxito de la estructura.

Por otro lado se hicieron investigaciones geotécnicas previas para determinar los tipos de suelo que rigen en la zona de estudio.

2.3.1 Tipos de suelos

Estos tipos de suelo están comprendidos dentro de lo que se llama tierra los cedros.

2.3.1.1 Tierra los cedros

La serie Los Cedros consiste de suelos bien drenados, con texturas moderadamente finas a medias, con una profundidad de 25 a 70 centímetros sobre una capa endurecida y fragmentada, que tiene un espesor de 15 a 25 centímetros. Los suelos son derivados de ceniza volcánica relativamente reciente, pero en algunos lugares descansan sobre suelos enterrados de depósitos más viejos o sobre tobas. Se encuentran en las planicies casi planas a fuertemente inclinadas, entre los kilómetros 25 y 43 de la carretera Managua – León, y se extienden hasta 5 kilómetros al norte y 10 kilómetros al sur de El Carmen. La serie Los Cedros esta asociada con los suelos San Rafael y San Lorenzo, con Vertisoles y Vertisoles y con Tierras Misceláneas Escarpadas y Moderadamente Escarpadas.

Perfil Representativo de Los Cedros franco:

0 a 27 centímetros, pardo muy oscuro, franco, friable; estructura granular fina y media, débil; abundantes raíces finas; ligeramente ácido; límite abrupto y uniforme.

27 a 38 centímetros, pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, franco, friable; estructura de bloques subangulares finos, débil; abundantes raíces; neutro; límite abrupto y uniforme.

38 a 54 centímetros, estrato endurecido o capa de talpetate fragmentada de color pardo amarillento a pardo rojizo oscuro; extremadamente firme; generalmente continuo pero con grietas ocasionales rellenas de suelo y raíces; límite abrupto y ondulado.

54 a 66 centímetros, pardo rojizo oscuro, franco, consistencia friable; estructura de bloques subangulares finos y muy finos, débil; abundantes raíces; neutro; límite abrupto y ondulado.

66 a 77 centímetros, capa débilmente cementada de color pardo rojizo oscuro con motas blancas, amarillentas y grises; firme en húmedo; límite abrupto y ondulado. No está presente en todas partes.

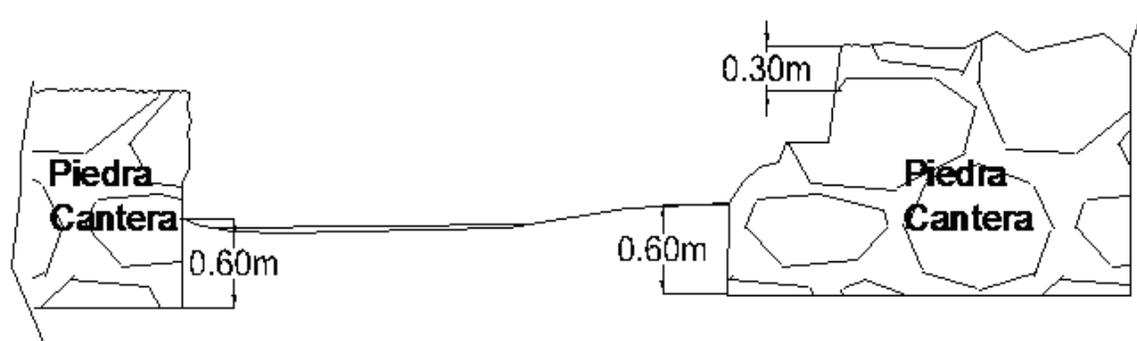
77 a 110 centímetros, pardo oscuro, franco arcilloso, consistencia firme, estructura de bloques subangulares finos y medios; pocas raíces finas; límite abrupto y uniforme.

110 a 120 centímetros, pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, franco arcilloso, consistencia firme; estructura de bloques subangulares finos y medios, débil; pocas raíces finas; neutro.

Los suelos Los Cedros tienen permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular de superficial a moderadamente profunda. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto en la superficie y moderado en el subsuelo. Los suelos son moderadamente altos en bases intercambiables y la saturación en el subsuelo es cerca del 65 por ciento. El contenido de potasio asimilable es medio en la superficie y en la parte superior del subsuelo, pero es bajo en la parte inferior del subsuelo. El contenido de fósforo es casi nulo.

Los suelos están en la zona de vida Bosque Subtropical Húmedo, transición a Sub.-húmedo. La mayoría de los bosques han sido talados y los suelos se usan para cultivos y pastos.

2.3.2 Estratigrafía del suelo en el sitio de estudio.



2.4 Estudio Hidrológico

El cálculo del caudal máximo probable que pueda suceder en el punto de cierre de la cuenca, es imprescindible para la toma de decisiones en lo referente a la construcción de estructuras hidráulicas, hidrotecnias o ya sea estructuras mas importantes como puentes vehiculares o peatonales, en donde este tipo de estudios es indispensables para obtener el nivel máximo de agua y posterior encontrar la altura que pueda tener dicha estructura sin que el nivel de agua perjudique la estructura.

El análisis del comportamiento de agua en causes y canales es complejo y los métodos que pretenden una estimación estricta son imprácticos. Muchos de ellos apenas vieron la luz pública debido a lo complejo en su aplicación matemática y a los estrictos requerimientos de información ya que se exige datos observados en el área de estudio.

En todas las ramas de la ciencia prevalecen los métodos de fácil aplicación para desarrollarlos.

En este estudio se presenta la metodología para el cálculo del caudal máximo o avenida de diseño por el método Transito de avenida, utilizando datos obtenidos con base en las características de la cuenca, las que se determinan directamente del mapa geodésico (Ver mapa en anexo N° 6).

2.4.1 Definición de transito de avenidas:

Transito de avenida son todos los procedimientos por los cuales se puede determinar el tiempo y la magnitud de una avenida en un punto del cause, basándose en datos conocidos o supuestos, en uno o más puntos aguas arriba del sitio de interés

2.4.2 Metodología:

1 - Ubicación del punto de interés.

Se localiza en el mapa geodésico el punto sobre el cause del río en el que interesa conocer el caudal, para encontrar el tirante o altura máxima que alcanza el nivel de agua.

2 - Delimitación de la cuenca.

Se delimita la cuenca estableciendo como punto de control o cierre el que corresponde al sitio de interés de acuerdo al propósito de estudio.

3 - División de la cuenca en subcuenca.

El tamaño de cada subcuenca esta determinado por las limitaciones del método racional que se aplica en cuencas cuyas áreas de aportación es menor de 5 km². Cada subcuenca tiene su punto de control o cierre.

4 - Identificación del punto de control de cada subcuenca.

En nuestro caso como identificación se utilizaron números enteros para cada punto.

5 – Determinación de las características hidrológicas de cada subcuenca.

A – Nombre: El nombre es opcional para identificar a cada subcuenca se toma como referencia la letra c seguida por un guión y un número entero.

B – Área (A): El área de aportaciones se toma por lecturas directas con el planímetro en el mapa geodésico.

C – Longitud total del cauce (L): La longitud se midió tomando en cuenta el cauce principal que generalmente es el de mayor recorrido.

D – Altura máxima (H_{máx}): Se toma la elevación más alta del punto más remoto del cauce principal donde se inicia el curso del agua.

E – Altura mínima (H_{mín.}): Es la elevación del punto de control de la subcuenca.

F – Pendiente del fondo del cauce (Sc)

$$Sc = \frac{H \text{ máx} - H \text{ mín}}{L} \quad (1)$$

G – Tiempo de concentración.

$$tc = 0.004 \left[\frac{(3.28 \times L)}{-(Sc)^{0.5}} \right]^{0.77} \quad (2)$$

.tc = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud del cauce principal en metros.

Sc =Pendiente del cauce en m/m.

De donde:

$$K = 3.28 L / (Sc)^{0.5} \text{ y } Tc = 0.0041 (K)^{0.77} \quad \text{Para uso mas práctico.}$$

H – Intensidad de precipitación.

$$I = \frac{A}{(tc + b)^n} \quad (3)$$

I = Intensidad de precipitación en mm/h.

tc= Tiempo de concentración en minutos.

A, B, C y n: Son valores constantes obtenidos del análisis estadístico y valido para un determinado periodo de retorno (TR). En nuestro caso se tomo un periodo de retorno (TR) de 25 años. (Ver tabla en anexo N° 1).

I – Coeficiente de escorrentía (C): Se obtuvo previamente del uso y tipo de suelo, este coeficiente debe ser ponderado por unidad de área. (Ver tabla en anexo N° 1).

J – Caudal (Q): Se calcula por el método racional.

$$Q = 0.2778 CIA. \quad (4)$$

Donde:

Q: Caudal de diseño (m³/s)

6 – Hidrograma triangular sintético.

Se genera utilizando los datos del tiempo de concentración y su caudal, llamados tiempo pico y caudal pico que se obtienen por los métodos antes descritos.

7 – Aplicación del método de transito de avenida.

Este método se aplica para transitar el hidrograma obtenido en el punto de control de una subcuenca, hacia el próximo punto o control sobre el cauce principal de la cuenca.

El transito permite amortiguar los caudales a través del tiempo con el propósito de simular la condición de flujo en el cauce del río.

Ecuación del transito:

$$Q_2 = C_0 \times I_2 + C_1 \times I_1 + C_2 \times Q_1 \quad (5)$$

Q_2 : Caudal de salida en el momento del tránsito.

I_2 : Caudal de entrada en el momento del tránsito

Q_1 : Caudal de salida un instante antes del transito

I_1 : Caudal de entrada un instante antes del transito

C_0, C_1, C_2 : Coeficiente de rugosidad del cauce.

8 – Cálculo de los parámetros para el tránsito.

A- Velocidad de transito (v_t): Para el primer transito es la velocidad del flujo en la primera subcuenca. Se calcula con la formula de velocidad.

$$V = \frac{L}{t_c} \quad (6)$$

Donde:

V: Velocidad de flujo.

L: Longitud total del cauce en la subcuenca.

t_c : Tiempo de concentración en la subcuenca

Si más de una cuenca converge en el punto del caudal, se inicia el transito, este será el promedio aritmético de la velocidad del flujo en cada subcuenca.

$$V_t = \frac{1}{Y} \left[V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_y \right] \quad (7)$$

Donde:

y: Cantidad de subcuencas que convergen en el punto a transitar.

Para el segundo tránsito y los posteriores es el promedio aritmético, considerando la velocidad del flujo en cada subcuenca que convergen en el punto donde se inicia el tránsito incluida la velocidad del o los transitos (inmediato anterior) realizados hasta dicho punto.

$$V_t = \frac{1}{X} \left[V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_t(\text{realizado}) \right] \quad (8)$$

X: Representa la cantidad de datos a tomar.

B – Longitud del tránsito (Lt): Es la distancia entre dos puntos de control consecutivos, medidos sobre el cauce principal de la cuenca

C - Tiempo de retorno: Representa el desfase entre el tiempo pico del hidrograma a transitar y el tiempo pico del hidrograma transitado.

$$K = \frac{L_t}{V_t} \quad (9)$$

K: Tiempo de retorno.

Lt: Longitud del tramo del cauce principal a través del cual se hará el tránsito.

Vt: Velocidad del tránsito a realizar.

D – Tiempo del hidrograma a transitar: Es el cociente que resulta a dividir como mínimo por 2 el tiempo pico del hidrograma a transitar.

Si al menos un coeficiente de rugosidad (C_0, C_1, C_2) de la ecuación del tránsito es negativo el tiempo pico se divide por 3, 4, 5, . . . n. veces hasta obtener coeficientes de rugosidad positivos; si siempre sigue negativo significa que abra perdida de caudal en el tránsito. Si $C_0 + C_1 + C_2$ no es igual a 1 también se tiene que dividir el tiempo pico por n veces hasta que de 1.

E – Coeficiente de rugosidad.

$$C_0 = \frac{(K_x - 0.5t)}{K - K_x - 0.5t} \quad (10)$$

$$C_1 = \frac{(Kx + 0.5t)}{K - Kx + 0.5t} \quad (11)$$

$$C_2 = \frac{K - Kx - 0.5t}{K - Kx + 0.5t} \quad (12)$$

K: Tiempo de retardo.

t: Tiempo del hidrograma a transitar.

X: Expresa la importancia relativa de las entradas y salidas de flujo al tramo en el almacenamiento del mismo.

El valor se obtiene por el método de las Lazadas y oscila entre 0.10 y .30, en nuestro caso se utiliza un valor promedio de 0.20 que es recomendable para ríos o cauces.

9 - Secuencia lógica en la aplicación del método.

A – Transito del hidrograma del primero al segundo punto: El procedimiento se realiza de aguas arriba hacia aguas abajo partiendo del primer punto de control y utilizando el hidrograma triangular sintético en este punto. Si dos o mas subcuencas convergen en dicho punto, se hará una suma de hidrogramas triangulares y el hidrograma resultante se transita hacia el segundo punto de control.

B – Suma de hidrogramas en el segundo punto: Se suma el hidrograma transitado y el hidrograma triangular sintético de la o las subcuencas que convergen hacia el segundo punto, el hidrograma suma se obtiene colocando los tiempos de los hidrogramas a sumar en orden cronológico ascendente con su respectivo caudal. Los caudales faltantes en cada hidrograma se obtienen interpolando entre sus valores.

C – Interpolación para el hidrograma transitado: Para encontrar los valores faltantes en el hidrograma a transitar se interpolan entre los intervalos donde aparezca el valor faltante en el hidrograma suma correspondiente.

CAPITULO 3
METODOS DE ANALISIS Y DISEÑO.

3.1 INTRODUCCION

En este capitulo se describen los métodos para analizar y diseñar la estructura del puente peatonal. El capitulo contiene y describe el método de diseño que se utilizara según el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-83) y los tipos de cargas a las que estará sometida la estructura, así también describe brevemente los métodos estructurales a utilizar en el análisis de la estructura, como el método de las flexibilidades y Pendiente-Deflexión que darán respuestas a los análisis longitudinales y transversales de la estructura del puente.

Como últimos contenidos se plantean los análisis de diseño que se deben de utilizar para diseñar cada uno de los elementos de la estructura, tanto de la superestructura como de la subestructura, además de la descripción del diseño de pernos y de soldaduras.

3.2 Métodos de Diseño y Tipos de Carga

3.2.1 Diseño por método Elástico.

Combinación de carga: En todos los diseños y construcciones en Nicaragua se han utilizado combinaciones de cargas que dan el peso mas critico a la que puede estar sometida una estructura. El diseño por el método elástico según el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-83) nos brinda tres combinaciones de cargas que pueden ser utilizadas, sin embargo, para este trabajo se probaron las tres combinaciones obteniendo el peso mas critico en la siguiente combinación:

$$C_{\text{diseño}} = CM + CV + 0.71S \quad (\text{Ver RNC-83}) \quad (13)$$

3.2.2 Tipos de Carga a usar en el diseño

3.2.2.1 Carga Muerta: son las cargas que obran continuamente sobre la estructura, principalmente el peso propio, el peso de las cuerdas superiores, inferiores, vigas transversales, etc.

3.2.2.2 Peso Estimado de Armadura: el peso de una estructura puede ser estimado por el ingeniero calculista en base a su experiencia previa o mediante alguna referencia a diversa tablas, curvas, o formulas que han sido desarrolladas para tal fin. En este caso se tomo como referencia los pesos estimados para estructuras de techo.

Con base en experiencias previas del cálculo, el proyectista puede estimar el peso de las armaduras considerando un cierto número de libras por pie cuadrado de superficie de cercha. El doctor L.E. Grinter recomienda los valores siguientes que varían un poco según los diferentes claros

1- Para los claros de 40 pies y relación de peralte o claro variando de 1/3 a 1/4 el peso estimado de la armadura varía entre 2 y 31/2 lbr/pie² de superficie (10 y 17.5 Kg/m²).

2- Por cada 10 pies de incremento del claro hasta 8 pies, los valores indicados, deben aumentarse aproximadamente a una libra.

3- Aumentar los valores de 1/2 a 1 lb/pie², (2.5-5Kg/m²) de superficies para techos planos.

3.2.2.3 Cargas vivas: es el peso de una persona sobre el puente. No debe proyectarse la estructura para cargas móviles rodantes.

3.2.2.4 Carga por sismo: Es la carga producida por las oscilaciones del suelo en un periodo determinado y esta en dependencia del tipo de estructura, grupo y grado de la estructura. (Ver RNC-83, ARTICULO, 11, 12 Y TABLA 2.).

3.2.2.5 Carga viva reducida: Es la carga vertical que resiste la estructura según su destino ante sollicitaciones sísmicas.

3.2.2.6 Estimación de carga sobre estructura.

Con los años se han desarrollado algunas formulas absolutamente empíricas para estimar el peso que pueda estar sujeta una armadura de acero. Una expresión satisfactoria para estimar el peso de las armaduras fue presentada en Ingeniering News Record, en 1919, esta expresión que incluye un valor de esfuerzos permisibles, es la siguiente:

$$W = (Wt \cdot a / S)^{1/2} (4L^2 + 60L) \quad (14)$$

Donde:

W: peso total de la armadura.

Wt: carga vertical total por pie cuadrado horizontal.

s: esfuerzo permisible promedio en PSI, utilizado en el diseño (0.5F_y).

a: distancia de centro a centro de armadura.

L: claro de de la armadura en pies.

Esta formula esta establecida para armaduras de techo; pero sea utilizado para otros tipos de estructuras livianas; de hecho la mayoría de puentes peatonales que tienen similar tipo de estructura al nuestro en Managua, se han utilizado estos criterios dejando satisfactorios resultados.

3.2.2.7 Carga Total por Nodo.

Como todos sabrán las armaduras tipo cercha concentran todas las cargas en los nodos, nosotros hemos considerado una formula que concentra estas cargas a los nodos según su área tributaria:

$$P_i = aW_t + W_i/L \quad (15)$$

Donde:

- P_i: carga en el nodo según el área tributaria.
- a: distancia de centro a centro de armadura.
- W_t: carga vertical total por pie cuadrado horizontal.
- l: longitud tributaria entre nodo.
- W: peso total de la armadura.
- L: longitud.

3.3 Métodos estructurales.

3.3.1 Método de las flexibilidades (Análisis longitudinal):

Este método se conoce también como método de las fuerzas o de la continuidad y consiste en los siguientes pasos:

1- Determinar el número de reacciones en los apoyos y el número de barras de la armadura. Si el número de incógnitas es igual al número de ecuaciones independientes de equilibrio, el problema es estáticamente determinado o isostático, pero si es mayor, el problema es estáticamente indeterminado o hiperestático y el grado de redundancia o indeterminación es el número de incógnitas en exceso de las que pueden ser determinadas estáticamente.

2- Se considera una estructura denominada primaria, que se obtiene de la estructura original eliminando las redundancias (apoyos y/o barras redundantes), de manera que se obtenga una armadura estáticamente determinada. La armadura primaria debe ser una estructura estable. Se aplica el principio de superposición de causas y efectos y a la estructura primaria se le añaden las reacciones redundantes, estableciéndose una ecuación por cada redundante, expresándose los desplazamientos o reacciones que se están buscando de la estructura original en los puntos en donde se quitaron los elementos

redundantes, en función del sistema de cargas aplicado y de las reacciones redundantes.

La solución de este sistema de ecuaciones permite conocer los valores de los elementos redundantes, obteniéndose los elementos restantes con la ecuación de equilibrio estático.

El método de las fuerzas se presenta en su forma tradicional y después con un planteamiento matricial.

3.3.1.1 Planteamiento tradicional:

1) Estructura isostática interior y exteriormente:

En este caso se cumple que

$$b=2j-r$$

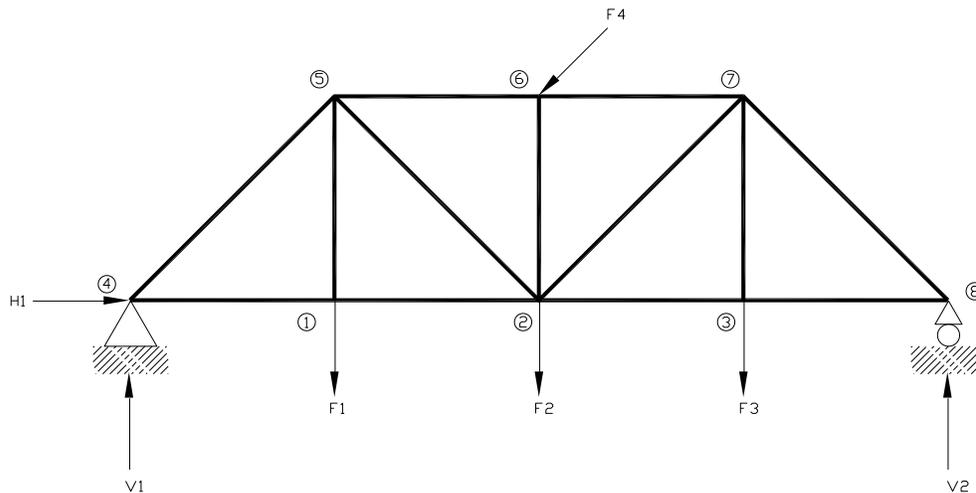
Donde:

b: numero de barras

j: numero de nodos

r: numero de reacciones

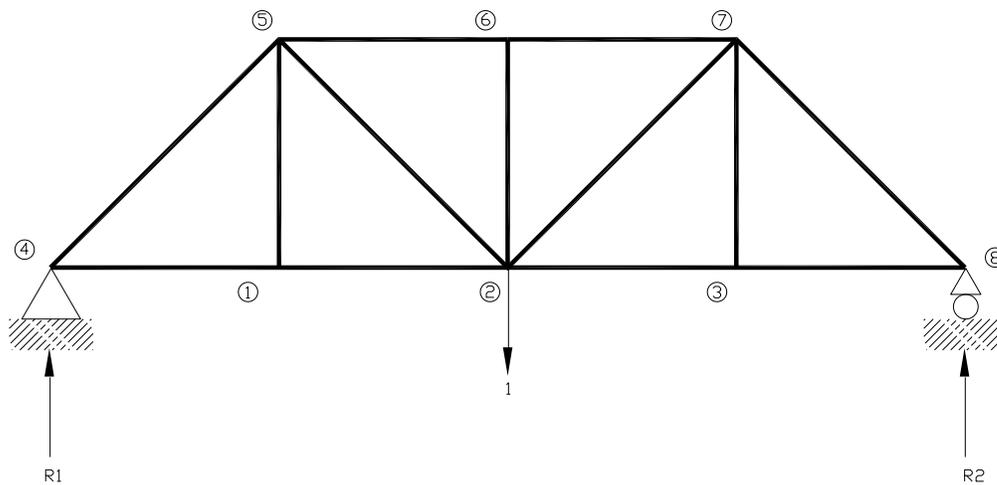
y tanto las fuerzas axiales en las barras como las reacciones en los apoyos se pueden determinar por medio de las ecuaciones de la estática como se presenta en la figura siguiente.



Si alguna barra tiene fuerza normal nula para un sistema de cargas, la posibilidad de quitarla de la estructura depende principalmente de que la estructura siga siendo una estructura estable y rígida, y también de la existencia de otros sistemas de fuerza que puedan producir fuerzas no nulas en dicha

barra, a simple vista se conoce que una estructura es inestable, y esto se presenta cuando $b < 2j - r$.

En el nudo donde se desea conocer el desplazamiento se coloca una fuerza unitaria en la dirección que se desea dicho desplazamiento. Debido a este sistema de cargas unitarias aparecen las fuerzas normales n_i en las barras de la estructura por ejemplo para conocer el desplazamiento del nudo 2 se utilizaría la estructura mostrada en la figura siguiente.

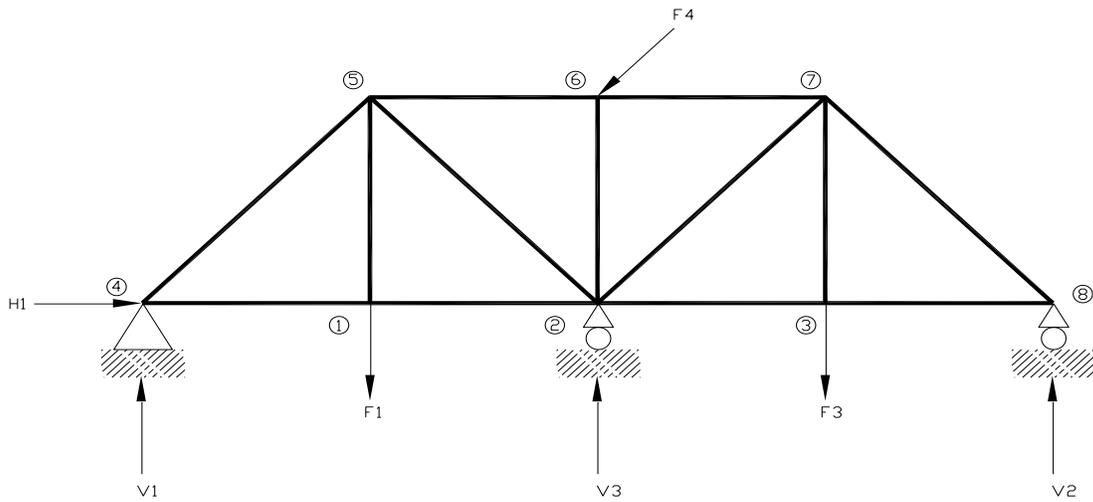


El desplazamiento que se desea obtener es el siguiente:

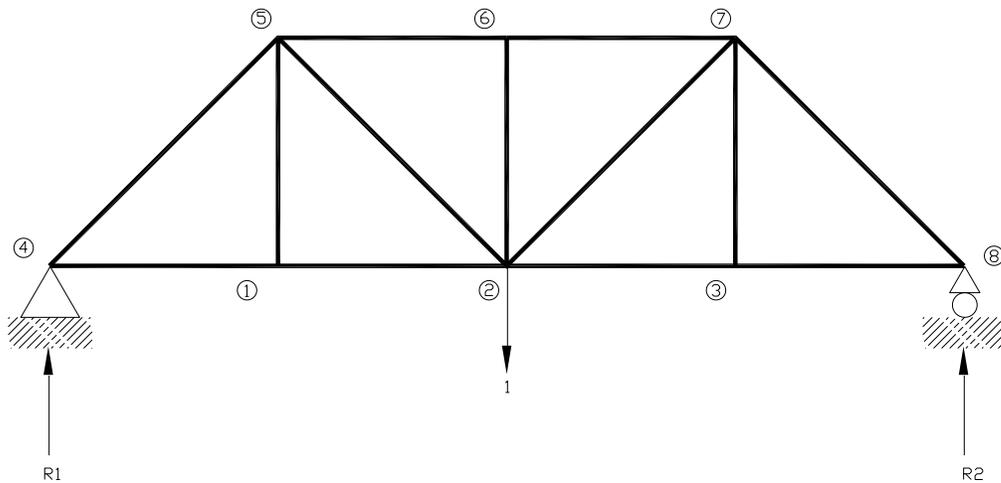
$$\Delta = \sum (N_i n_i L_i / E_i A_i) = \sum (D_1 X) \quad (16)$$

2) Estructura isostática interiormente e hiperestática exteriormente:

En este caso no se puede determinar el valor de las reacciones en los apoyos por medio de las ecuaciones de la estática. Supóngase que se añade un apoyo simple en el nudo 2 en la figura anterior, entonces la estructura se convierte en isostática interiormente y para ello se quita un apoyo quedándose como redundante V_3 y se analiza la estructura encontrando N_i , luego se analiza la estructura con la redundante y sin las cargas externas como se muestra en la figura siguiente, obteniéndose n_i



Como $b > 2j - r$ la estructura es hiperestática externamente, por tanto tomamos como redundante v_3 quedando la estructura estáticamente determinada; se resuelve el sistema por el método de los nodos y se obtiene $\sum N_i$.



Se resuelve el sistema por el método de los nodos y obtenemos $\sum n_i$.

Ya obtenido el análisis de N_i y n_i se tiene

$$V_3 = -(\sum (N_i n_i L_i / E_i A_i) / \sum (n_i^2 L_i / E_i A_i) = \sum -(D_1 X / \sum F_{11})) \quad (17)$$

En donde el símbolo \sum se aplica a todas las barras de la armadura. Una vez calculada la reacción hiperestática en uno de los apoyos, las reacciones en los apoyos restantes se pueden determinar por equilibrio estático. Conocida las reacciones en los apoyos, las fuerzas normales o reales N_i se determinan fácilmente, ya que la estructura es isostática internamente o resolviendo la matriz siguiente.

$$\begin{vmatrix} F4 \\ F8 \\ F12 \\ F16 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} N1 \\ N2 \\ N3 \\ N4 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} n1 \\ n2 \\ n3 \\ n4 \end{vmatrix} \quad (R) \quad (18)$$

Si la estructura es hiperestática internamente se resuelve con el mismo sistema, con la única diferencia que la redundante es un miembro de la cercha. Para estructuras hiperestáticas internamente y externamente; se escogen las redundantes y se encuentra primero N_j , luego n_j y n_s equivalente a las redundantes 1, 2 interior y exterior, para luego resolverse el sistema donde:

$$V1 = -(\sum N_i n_i L / AE) / \sum (n_i^2 L_i / AE) \quad (19)$$

$$V2 = -(\sum N_i n_s L / AE) / \sum (n_s^2 L_i / AE) \quad (20)$$

3.3.2 Método Pendiente-Deflexión (Análisis transversal).

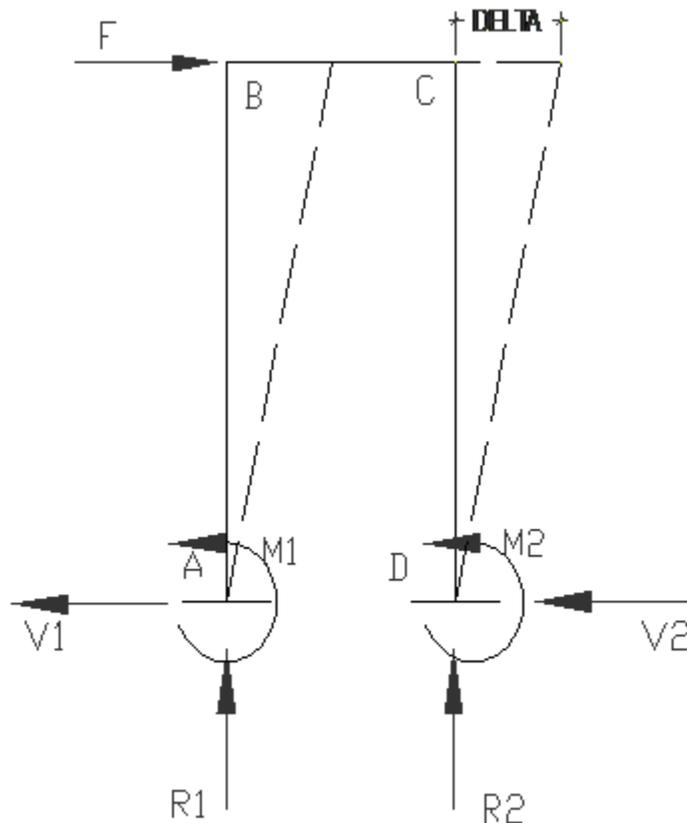
El método de Pendiente-Deflexión es un método estructural exacto que toma en cuenta las deformaciones por flexión de una viga y de marcos (o sea rotación, asentamiento, etc.), a fuerza normal. Aunque hoy en día este método clásico se considera obsoleto, su estudio puede resultar útil por la siguiente razón:

1. Este método es adecuado para el análisis manual de estructuras pequeñas.
2. Su estudio sirve de base para entender el método de distribución de momento.
3. Es un caso esencial del método de la rigidez.
4. Las pendientes y las deflexiones determinadas mediante este método permiten al proyectista esbozar con facilidad la forma deformada de una estructura particular.

Las ecuaciones del método de Pendiente-Deflexión pueden aplicarse a los marcos estáticamente indeterminados de la misma manera que las vigas continuas.

Si suponemos un marco en donde actúa una fuerza horizontal que produce desplazamientos en la estructura, observamos que los nodos B y C se desplazan hacia la derecha, lo que causa rotaciones en las cuerdas de los elementos AB y CD. No existiendo en teoría rotación en BC en tanto se ignora el acortamiento (o el alargamiento) axial de AB y CD. Si se ignora la deformación axial de BC, cada uno de los nodos se desplaza la misma distancia horizontal Δ .

Las rotaciones de las cuerdas de los elementos AB y CD, debido al ladeo son iguales a $3\Delta/L_{AB}$ y $3\Delta/L_{CD}$ respectivamente, tomando un signo negativo si Δ es en sentido de las manecillas del reloj y positivo en dirección contraria.



Como podemos observar en la figura anterior los nodos A y D están empotrados, por tanto se considera que las pendientes en A y D es igual a cero ($\theta_A = \theta_D = 0$)

de modo que se vera en la estructura seis ecuaciones para los momentos extremos de toda la estructura y por consiguiente tres incógnitas Θ_B , Θ_C y

Δ (Delta) ya que $\Theta_A = \Theta_D = 0$. Estas tres incógnitas se disponen de tres ecuaciones que permiten determinarlas, a saber:

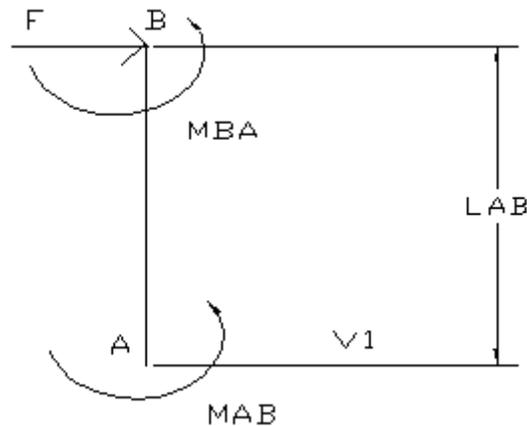
1. La suma de los momentos en B es cero ($\sum M_B = 0 = M_{BA} + M_{BC}$). (21)

2. La suma de los momentos en C es cero ($\sum M_C = 0 = M_{CB} + M_{CD}$). (22)

3. La suma de las fuerzas horizontales que actúan sobre toda la estructura debe ser igual a cero de modo ($\sum F_x = 0 \quad V_1 + V_2 = F$). (23)

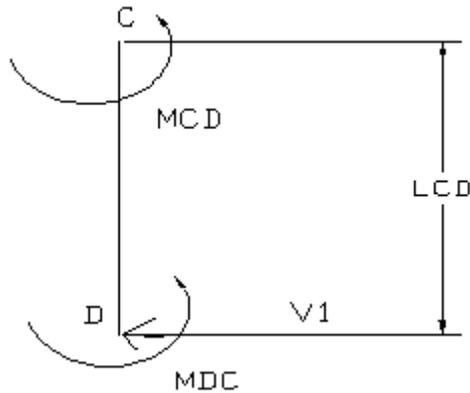
Por ecuación de piso tenemos:

$$\sum M_B = 0$$
$$H_{AB} = (M_{AB} + M_{BA}) / L_{AB}$$



$$\sum M_C = 0$$

$$H_{DC} = (M_{CD} + M_{DC}) / L_{DC}$$



De manera que:

$$(M_{AB} + M_{BA}) / L_{AB} + (M_{CD} + M_{DC}) / L_{DC} = F$$

Ecuaciones para los momentos extremos de la estructura. (24)

$M_{AB} = (2EI / L_{AB}) (2\theta_A + \theta_B - (3\Delta / L_{AB}))$ + Momento de empotramiento perfecto.

$M_{BA} = (2EI / L_{BA}) (\theta_A + 2\theta_B - (3\Delta / L_{BA}))$ - Momento de empotramiento perfecto.

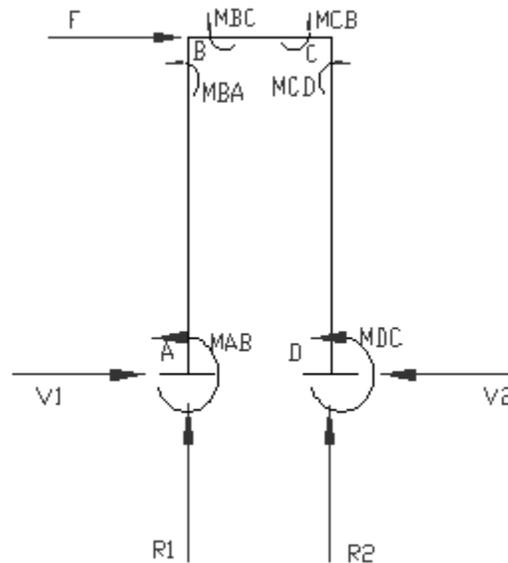
$M_{BC} = (2EI / L_{BC}) (2\theta_B + \theta_C - (3\Delta / L_{BC}))$ + Momento de empotramiento perfecto.

$M_{CB} = (2EI / L_{CB}) (\theta_B + 2\theta_C - (3\Delta / L_{CB}))$ - Momento de empotramiento perfecto.

$M_{CD} = (2EI / L_{CD}) (2\theta_C + \theta_D - (3\Delta / L_{CD}))$ + Momento de empotramiento perfecto.

$M_{DC} = (2EI / L_{DC}) (\theta_C + 2\theta_D - (3\Delta / L_{DC}))$ - Momento de empotramiento perfecto.

Ya obtenidos del análisis tenemos:



3.4 Diseño de secciones de acero. (Superestructura).

3.4.1 Diseño de elementos verticales, transversales y cuerdas superiores.

Las formulas del AISC toman en cuenta el efecto de los esfuerzos residuales, las condiciones de sujeción de los extremos de los elementos, y la variación de la resistencia de los diferentes tipo de acero. El importante efecto de los esfuerzos residuales es la curva esfuerzo-deformación; los múltiples tipos de condiciones de sujeción en los extremos, provocan diferentes longitudes efectivas (relación de esbeltez), cambios notables en las capacidades de las columnas.

Si tenemos una carga P axial en un elemento podemos encontrar el esfuerzo permisible (F_p) que actúa sobre la columna:

$$F_p = P/A \quad (25)$$

Donde:

p: Carga axial que actúa sobre el elemento.
A: Área de la sección.

Pero además de esto podemos analizar la columna tomando en cuenta las condiciones de sus extremos y la curva esfuerzo- deformación donde se determina la capacidad máxima del material dependiendo de su longitud y elasticidad.

$$F_a = (12\pi^2 E) / (23(KL/r)^2) \quad (26)$$

Donde:

E: Modulo de elasticidad del material

K: Factor que multiplica la longitud libre de la columna para dar su longitud Efectividad estimada.

L: Longitud del elemento.

r: Radio de giro en Y o en X de la sección (se escoge el menor).

$$r_{x,y} = (I_x, I_y)^{0.5} / A \quad (27)$$

F_a: Máximo esfuerzo permisible que puede soportar el elemento. (Ver tabla en anexo N° 3 acero de 36Ksi).

Si analizamos estas dos ecuaciones muy afondo nos damos cuenta que si F_p>F_a la columna va a tender a fallar en un determinado momento por su exceso de carga por tanto para determinar si una sección de un elemento esta acorde con la carga aplicada se debe comprobar que:

$$P_p < P_a$$

Donde:

P_p: Carga a la que esta sometida el elemento.

P_a: Carga máxima permisible que soporta el elemento.

3.4.2 Diseño de vigas secundarias. Transversales y longitudinales.

Las vigas se diseñan utilizando el método de la flexión, es muy utilizado para diseñar largueros o vigas secundarias, las cuales se encuentran en los puentes. Las vigas secundarias se colocan paralelamente a distancias relativamente cortas y entre elementos principales.

Entre los aspectos que se requieren considerar en el diseño de las vigas se incluyen los momentos flexionantes, las fuerzas cortantes, el aplastamiento, el pandeo del alma, el soporte lateral, la flecha y ocasionalmente la fatiga.

Para nuestro caso solo incluiremos el momento flector.

El momento resistente de una sección en particular, se calcula con la formula de la flexión.

$$F = Mc/I \quad (28)$$

Donde:

F: Esfuerzo de la fibra mas alejada, a la distancia c del eje neutro

M: Momento flector

I: Momento de inercia de la sección transversal

Si una viga se diseña para el valor de un momento de flexión en particular M y para cierto esfuerzo permisible F, el modulo necesario para proporcionar una viga de suficiente resistencia a la flexión, puede obtenerse con la formula de la flexión como sigue:

$$M/F = I/c = S' \quad (29)$$

En este caso si $S' \leq S$ de la sección propuesta, el elemento es adecuado para soportar las cargas a las que estará sometido. (Ver anexo N° 2).

Este proceso que se acaba de mencionar solo es valido si la viga permanece estable en los demás aspectos como el apoyo lateral, el cual impide el pandeo lateral del patín de compresión y debe tener suficiente espesor para impedir el pandeo local.

3.4.3 Diseño del elemento de arriostramiento. (Según análisis transversal).

El diseño y el análisis de un miembro solicitado a carga axial, cortante y a flexión es un asunto tedioso y que consume gran cantidad de tiempo, ya que la actuación de estas cargas a la estructura da como resultado una combinación de esfuerzos.

En este caso se puede analizar que la estructura esta sujeta a cortante y flexión por tanto se busco del AISC un método que satisfaga la condición como sigue:

3.4.3.1 Método del AISC para viga-columna.

1. Revisión por cortante de la viga de arriostramiento propuesta.

Condición:

$$F_a/F_{a1} \leq 0.15 \quad (30)$$

Donde:

F_a/F_{a1} = Relación de resistencia al cortante.

$F_a = V/A$

F_a = Esfuerzo permisible que depende del cortante.

V = Fuerza cortante que actúa sobre la estructura.

$V = WL/2$

W = Carga que soporta el elemento.

L = Longitud del claro de arriostramiento.

A = Área de la sección propuesta.

F_{a1} = Esfuerzo permisible que depende de la relación de esbeltez (ver tabla en anexo N° 3 acero de 36 Ksi)

2. Revisión por flexión de la viga de arriostramiento propuesta.

Condición:

$$F_a/F_{a1} + F_b/F_{b1} \leq 1 \quad (31)$$

F_b/F_{b1} = Relación de resistencia a la flexión.

$F_b = M/S_x$ donde.

M = Momento que actúa sobre la viga.

S_x = Modulo de sección.

F_b = Esfuerzo permisible.

$F_{b1} = 0.6F_y$ = Máximo esfuerzo admisible a la flexión.

3. Si cumple con estas condiciones la sección es adecuada OK; sino proponer otra sección.

3.4.4 Diseño de elementos de concreto. (Subestructura).

3.4.4.1 Diseño de pedestal cargado axialmente.

Para diseñar el área del pedestal requerimos de los siguientes pasos según el ACI-318.

- 1) Proponemos el área del pedestal.
- 2) Calculamos el área requerida del pedestal.

$$A_{req} = P_u / (0.25 * \phi * F'_c) \quad (32)$$

P_u = Carga axial.

$\phi = 0.85$

F'_c = Resistencia del concreto.

3) $A_{req} < P_{prop}$ **OK**

4) Área de acero = $0.01 * A_{prop}$

5) Proponer diámetro de varilla.

6) N° de varillas = Área de acero / Área de varillas.

3.4.4.1.1 Calculo de la resistencia de aplastamiento del pedestal.

Pasos a seguir:

1) Calculamos la carga última a la que puede estar sometido el pedestal.

$$V_u = 0.70 * 0.85 * F'_c * A_{pedestal} \quad (33)$$

2) Se calcula la carga factorizada a la que esta sometida el pedestal.

$$P_u = 1.4 * \text{carga axial} \quad (34)$$

3) Si $V_u > P_u$ **OK**

3.4.4.2 Diseño de zapatas

Existen muchos tipos de zapatas básicos de estructuras de cimentación en donde el área debe ser adecuada para soportar las cargas de las columnas, el peso de la cimentación y cualquier sobre carga, dentro de la capacidad de carga del suelo.

En nuestro caso utilizamos zapatas aisladas e independientes que consisten en losas rectangulares o cuadradas que tienen un espesor constante o que se reduce en la punta del voladizo. Se refuerzan en las dos direcciones, además

son económicas para cargas relativamente pequeñas o para cimentaciones sobre roca.

Se revisará la losa por flexión, compresión, en donde tomaremos en cuenta el momento máximo y la carga axial máxima a que esta sometida la zapata.

Hay que tener en cuenta que asumimos la capacidad soporte del suelo de 3Kg/cm^2 y un peso específico de 100lb/pe^3 tomando en cuenta un concreto pobre mezclado con piedra balón.

3.4.4.2.1 Procedimiento para el diseño de una zapata

1) Determinar la capacidad permisible del suelo (q_s).

2) Asumir las dimensiones de la zapata.

3) Determinar la carga de servicio y los momentos flexionantes que actúan en la base de la columna que soporta la estructura (seleccionar cargas máximas).

4) Calcular la excentricidad (e) que puede ocasionar el momento respecto a la carga axial a la que esta sometida la zapata.

$$e = M/P \quad (35)$$

Donde:

M: Momento flexionante.

P: Carga axial.

5) Calcular la capacidad soporte requerida de la sección asumida y las cargas dadas.

$$q_s = (P/(BL)) (1 + 6e/L) \quad (36)$$

Donde:

q_s : Capacidad soporte requerida.

P: Carga axial a la que esta sometida la zapata.

B: Ancho de la zapata.

L: Largo de la zapata.

e: Excentricidad ocasionada.

6) Comparar $q_s < q_s'$ si esto se cumple la zapata es adecuada de lo contrario asumir otras dimensiones.

3.4.4.2 Revisión de la presión de apoyo del suelo en la base de la zapata ($q_{superior}$ y $q_{inferior}$)

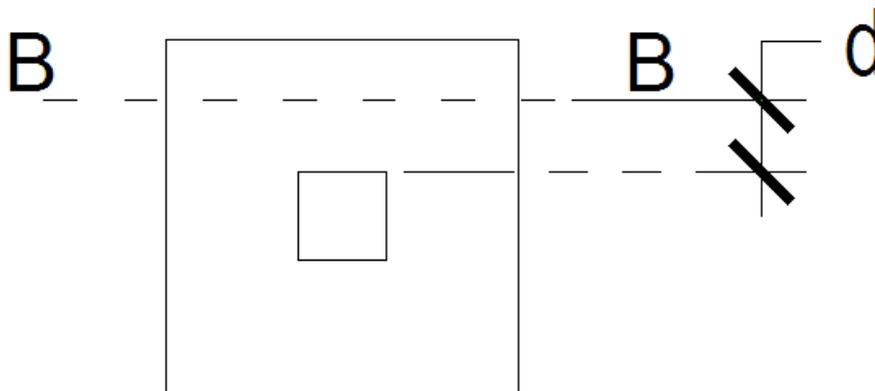
Para revisar la presión de apoyo del suelo en la zapata requerimos de las siguientes condiciones:

1) $e < L/6$ En este caso el esfuerzo axial es mayor que el esfuerzo por flexión.

2) $e = L/6$ Para este caso la carga excéntrica debe de actuar en la tercera mitad de la longitud de la zapata para evitar tensión sobre el suelo.

3) $e > L/6$ Aquí el esfuerzo a flexión es mayor que el esfuerzo axial y se presentan esfuerzos de tensión puesto que la carga actúa fuera del tercio de longitud de la zapata.

3.4.4.2.3 Análisis de la capacidad en cortante en una dirección a una distancia igual a la altura del peralte efectivo (d).



$d = h - \text{recubrimiento} - \emptyset$ de la varilla promedio

h: peralte de la zapata

$$V_u = v_u / \phi b d \quad (37)$$

Donde

V_u : Cortante ultimo en PSI.
 v_u : Fuerza cortante.
 b : Longitud de la zapata analizada.
 d : Peralte efectivo de la zapata.

$$V \text{ permisible} = 4(f'c)^{0.5} \text{ en PSI} \quad (38)$$

Si V permisible es mayor que V_u la zapata es adecuada para resistir el cortante.

3.4.4.3 Diseño de la viga sísmica.

Para el análisis de la viga sísmica se utilizara los principios y requisitos de los elementos sujetos a flexión, ya que se considera que el elemento solo estará sometido a un momento producido por las bases y no a cargas por encima de ellas.

Pasos a seguir para el diseño de la viga sísmica según la ACI- 318:

1. Revisar el control de deflexión $d = L/16$

2. Proponer las dimensiones del elemento tomando en cuenta el RNC-83, donde describe que el ancho mínimo de la sección para una viga sísmica es de 25cm.

3. Se calcula la fuerza de tensión del acero (NT) con respecto al momento en las bases del elemento.

$$NT = MU / (\theta(d - a/2)) \quad (39)$$

Donde:

MU= Momento en la base

NT= Fuerza de tensión del acero

a= Peralte del bloque rectangular equivalente de esfuerzos definidos según la sección 10.2.7 del ACI- 318 (Se puede asumir, tomando referencia de a_{\min} .)

d= Peralte efectiva (Se supone igual o mayor que $d/16$).

$a_{\min} = 0.75ab$ donde

a_{\min} = Peralte mínimo del bloque rectangular equivalente de esfuerzos definidos según la sección 10.2.7 del ACI- 318.

$ab = 0.85cb$

cb = Condición de deformaciones balanceadas

ab = Condición de balance

$cb = 0.685d$ (ver Pág. 208 del ACI-318)

d = Ancho efectivo

4. Revisar el factor a'' con el NT anterior y la resistencia del concreto.

$$a'' = NT / (\Theta \cdot F' C \cdot b) \quad (40)$$

Donde:

$F' C$ = Resistencia del concreto

b = Ancho de la sección

$\Theta = 0.85$ Factor de reducción de resistencia.

5. Si $a'' \leq a$ la sección es adecuada. OK.

6. Encontrar el área del acero principal para los momentos de tensión A_s .

$$A_s = NT / F_y \quad (41)$$

Donde:

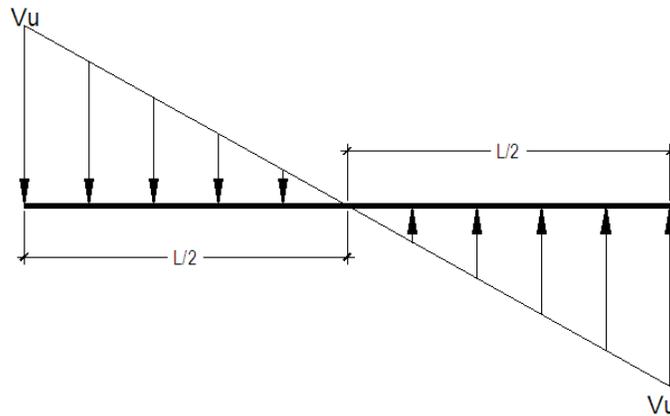
F_y = Resistencia del acero de 40KSI.

7. Encontrar el área del acero principal $A's$ para los momentos de compresión.

$$A's = 0.5A_s \quad (42)$$

8. Análisis para el acero de refuerzo.

a) Determinar el cortante al que esta sometido el elemento.



$$V_u = WL/2 \quad (43)$$

Donde:

W= Carga sobre la estructura.

$W = M \cdot 12 / L^2$ Donde:

M= Momento de la base.

L= Longitud del claro.

b) Determinación del esfuerzo nominal V_n .

$$V_n = V_u / (\Theta \cdot b \cdot d) \quad (44)$$

Donde:

b= Ancho de la viga.

d= Altura efectiva.

$\Theta = 0.85$

c) Revisar la pendiente m según las líneas de influencia que realiza el cortante nominal.

$$m = \Delta H / (L/2) \quad (45)$$

Donde:

$\Delta H = V_n$

L= Longitud del claro.

d) Determinar la separación (s) del acero de refuerzo considerando una distancia (l) del claro de la viga y un área (As) del acero de refuerzo. (Se respetara lo establecido por el RNC-83. Los primeros 5 estribos estarán @ 5cm y la separación máxima de los restantes no pasara de la relación d/2: d=peralte de la viga).

- $S = (2A_s \cdot F_y) / (V_s \cdot d)$ (46)

Donde:

- $V_s = V_n - V_c$ (47)

V_c = Esfuerzo resistente del concreto.

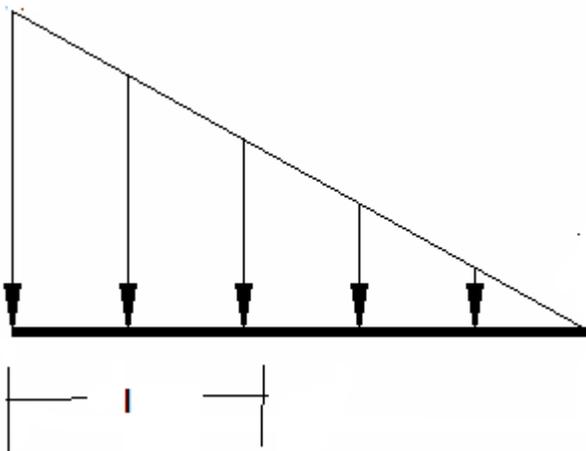
$V_c = 2(F_c)$ F_c = Resistencia del concreto.

V_s = Esfuerzo resistente del acero.

F_y = Resistencia del acero.

d = Peralte efectivo.

Para una distancia (l).



- $V_n = V_n \cdot l \cdot m$ (48)

Donde:

V_n = Esfuerzo nominal según análisis de fuerzas externas y la pendiente.

- $V_s = V_n + V_c$

- $S = (2A_s \cdot F_y) / (V_s \cdot d)$ (49)

Nota: $s \leq d/2$ de lo contrario la distancia se dejara a un máximo de $d/2$.

3.4.5 Diseño de placas.

3.4.5.1 Diseño de placa base

El esfuerzo de compresión permisible en el área de apoyo de cimiento de concreto, es mucho menor que el correspondiente a la base de acero de la columna. Cuando una columna de acero se apoya en la base superior de un cimiento, o de una zapata aislada es necesario que la carga de la columna se distribuya en un área suficiente para evitar exceder el esfuerzo permisible en el concreto. Las cargas de la columna de acero se transmiten a través de una base de placa de acero a un área razonablemente grande del cimiento que se localiza debajo de dicha placa.

El manual del AISC aconseja tomar los momentos máximos en una placa de basa a distancias entre $0.80b$ y $0.95d$ (b = Ancho de la columna, d = Peralte de la columna).

El modulo de sección de una placa de una pulgada de ancho, y de espesor t vale:

$$S = I/c = ((1/12)(1) (t^3))/((t/2)) = t^2/6 \quad (50)$$

Ya que el esfuerzo es $Mc/I = M/S$ el espesor requerido de la placa puede determinarse por la siguiente formula:

$$t = ((3Fpn^2)/ (Fb))^{0.5} \quad (51)$$

Donde:

F_p : carga que se distribuye uniformemente a la placa

$F_b = 0.75F_y$

$n = 0.8b$ – el espesor de la placa; b : ancho de columna

3.4.5.2 Placas para vigas cargadas axialmente.

Para calcular este tipo de placas consideramos la fuerza que actúa axialmente sobre la viga, el esfuerzo permisible y el ancho de la placa supuesta de manera que:

$$F_a = 0.6F_y = P/A \quad (52)$$

Donde:

F_a = Esfuerzo permisible

P = Carga axial que actúa en la viga
 A = Área de la placa = $b \times t$.
 $t = P / 0.6F_y$ b = Espesor de la placa.

3.4.6 Pernos de anclaje.

Los pernos se utilizan para conexiones de campo, estos transmiten fuerzas de una placa a otra por cortante simple o doble. Bajo cargas bajas, la transferencia de las fuerzas de una placa a otra es principalmente por fricción, pero bajo cargas mayores después de que el deslizamiento ha tenido lugar, los sujetadores actúan en aplastamiento directo.

Para el diseño de pernos de anclaje, tomamos en cuenta el momento o fuerza que actuara en dichos pernos de manera que utilizaremos el siguiente procedimiento:

Cuando tenemos momento.

$$F = M / d \quad (53)$$

Donde.

F = Fuerza que actuara en cada perno.

M = Momento que actúa en el empotre.

d = Distancia de centro a centro entre pernos.

$d = b -$ separación del borde de la placa al perno.

A Área de pernos requerida = F / F_a .

Longitud de desarrollo de cada perno.

$$l_d = 0.0004dF_y \quad l_d \text{ mínimo} = 16 \text{ pulg.}$$

Nota: La separación del borde de la placa al perno se supone según el RNC-83 pag 47 inciso 5.

3.4.7 Diseño de soldadura.

Utilizaremos soldadura de filete.

Como estamos trabajando con acero A-36 utilizaremos electrodo (E- 70) de manera que:

$$GT = L \times \text{Sen } 45^\circ \quad (54)$$

Donde:

GT = Garganta teórica.

L = Diámetro de la soldadura.

$$Pa = GT \times Fa \quad \text{o} \quad Pa' = L \times b \times Fa \quad (55)$$

Donde:

Pa' = Capacidad de la placa.

Pa = Capacidad de la soldadura.

L = Longitud permisible más corta de la placa,

b = espesor de la placa.

Fa = 0.6Fy

3.4.7.1 Procedimiento para calcular soldadura.

1- Se consideran las dimensiones de la soldadura.

Diámetro de la soldadura = Diámetro del elemento a soldar – 1/16 Pulg.
Según AISC.

2 – Se calcula la capacidad de la soldadura.

3 – Se calcula la capacidad de la placa

CAPITULO 4
CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

4.1 INTRODUCCION.

Con el objetivo de mejorar la calidad de este trabajo hemos recurrido de una manera ordenada a separar la teoría y formulario con los respectivos cálculos efectuados.

En este capítulo se elaboraran todos los cálculos hidrológicos e hidráulicos respectivos, de manera que los cálculos se ordenaran en tablas que dan seguimiento al proceso que se utilizo para el estudio del caudal máximo que puede desarrollar el río en máximos precipitaciones.

Para entender este capítulo lo primero que tiene que hacer el lector es leer todo lo referente a los estudios hidrológicos (capítulo 2) de manera que se de por entendido el método que se utilizara para determinar el caudal máximo del río (método de Transito de Avenida); como segunda referencia es verificar el mapa hidrológico con respecto a la utilización del método (Ver anexo N° 6). Ya estudiados estos dos puntos primordiales se puede proseguir al entendimiento de los cálculos hidrológicos dándole seguimiento al formulario y al mapa hidrológico en cada tabla de cálculos realizados.

Los estudios hidrológicos que consisten en encontrar el tirante máximo del río y la velocidad de arrastre de sedimento que puede ocasionar el máximo caudal. El tirante máximo lo encontraremos con un programa computarizado llamado CIVIL TOOL que consiste en determinar el área, velocidad, y tirante de un punto de un cauce o río, dado su caudal máximo y estudios topográficos. Para la velocidad de arrastre solo se tomaran en cuentas las formulas para calcular dicho análisis y se colocaran en el anexo N° 1

4.3 Hidrogramas triangulares.

Hidrograma Triangular

C-1

tc (min)	C- 1 (m ³ / s)
0,00	0,00
15,397	4,127
30,794	8,254
46,196	4,127
61,580	0,00

$$T_c = \frac{30,7942}{2} = 15,395$$

Hidrograma Triangular

C2

tc (min)	C- 2 (m ³ / s)
0,0000	0,0000
13,0295	2,6350
26,0590	5,2700
39,0890	2,6350
52,1180	0,0000

$$T_c = \frac{26,059}{2} = 13,03$$

Hidrograma Triangular

C-3

tc (min)	C- 3 (m ³ / s)
0,000	0,000
13,565	4,955
27,130	9,910
40,695	4,955
54,260	0,000

$$T_c = \frac{27,13}{2} = 13,565$$

Hidrograma Triangular

C4

tc (min)	C- 4 (m ³ / s)
0,000	0,00
13,885	2,52
27,770	5,04
41,655	2,52
55,540	0,00

$$T_c = \frac{27,770}{2} = 13,885$$

Este es el tiempo de retorno para el
transito de 2 - 3

Hidrograma Triangular

C-5

tc (min)	C- 5 (m ³ / s)
0,000	0,000
10,490	1,605
20,980	3,210
31,470	1,605
41,960	0,000

$$T_c = \frac{20,98}{2} = 10,49$$

Hidrograma Triangular

C6

tc (min)	C- 6 (m ³ / s)
0,000	0,000
11,705	2,365
23,410	4,730
35,115	2,400
46,820	0,000

$$T_c = \frac{23,410}{2} = 11,705$$

Hidrograma Triangular

C-7

tc (min)	C- 7 (m ³ / s)
0,000	0,000
4,975	0,705
9,950	1,410
14,925	0,705
19,900	0,000

$$T_c = \frac{9,95}{2} = 4,975$$

Hidrograma Triangular

C8

tc (min)	C- 8 (m ³ / s)
0,000	0,000
9,535	3,265
19,070	6,530
28,605	3,265
38,140	0,000

$$T_c = \frac{19,070}{2} = 9,535$$

Hidrograma Triangular

C-9

tc (min)	C- 9 (m ³ / s)
0,00	0,00
7,92	4,74
15,84	9,48
23,76	4,74
31,68	0,00

$$T_c = \frac{15,84}{2} = 7,92$$

Hidrograma Triangular

C10

tc (min)	C- 10 (m ³ / s)
0,000	0,000
8,530	1,890
17,060	3,780
25,590	1,890
34,120	0,000

$$T_c = \frac{17,060}{2} = 8,53$$

Hidrograma Triangular

C-11

tc (min)	C- 11 (m ³ / s)
0,000	0,000
5,835	5,735
11,670	11,470
17,505	5,735
26,340	0,000

$$T_c = \frac{11,67}{2} = 5,835$$

Hidrograma Triangular

C12

tc (min)	C- 12 (m ³ / s)
0,000	0,000
7,855	8,490
15,710	16,980
23,565	8,490
31,420	0,000

$$T_c = \frac{15,710}{2} = 7,855$$

4.4 Hidrogramas sumas y de Transito para encontrar el caudal de diseño.

Hidrograma suma punto 1			
t c(min.)	C-2	C-3	Suma
0.0000	0.000	0.000	0.000
13.0295	2.635	4.759	7.394
13.5650	2.743	4.955	7.698
26.0590	5.270	9.519	14.789
27.1300	5.053	9.910	14.963
39.0890	2.635	5.542	8.177
40.6950	2.310	4.955	7.265
52.1180	0.000	0.782	0.782
54.2600	0.000	0.000	0.000

Transito de 1 a 5					
t (min.)	Hidrograma suma en 1 (m3/s)	C ₀₁₂	C ₁₁₁	C _{2Q1}	Q ₂
0,0000	0,0000	1,8222			0,0000
9,0400	5,1300	3,6444	3,1452		1,8222
18,0800	10,2600	5,3149	6,2904	0,0578	6,8474
27,1200	14,9630	4,4948	9,1738	0,2171	11,8224
36,1600	9,8390	1,6724	6,0323	0,3748	14,0434
45,2000	4,7082		2,8866	0,4452	8,1499
54,2400	0,0000			0,2584	3,145
63,2800				0,0997	0,0997
72,3200				0,0000	0,0000

Hidrograma suma en 5				
	Hidrograma Triangular(m³/s)			
t(min)	C-1	C-7	1 a 5	Suma en 5
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4,9750	1,3335	0,7050	1,0028	3,0413
9,0400	2,4231	1,2810	1,8222	5,5263
9,9500	2,6670	1,4100	2,3281	6,4051
14,9300	4,0018	0,7050	5,0964	9,8032
15,3970	4,1270	0,6381	5,3560	10,1211
18,0800	4,8461	0,2579	6,8474	11,9514
19,2000	5,3340	0,0000	7,8490	13,1830
27,1200	7,2692		11,8224	19,0916
30,7940	8,2540		12,7250	20,9790
36,1600	6,8153		14,0434	20,8587
45,2000	4,3916		8,1499	12,5415
46,1960	4,1270		7,5985	11,7255
54,2400	1,9679		3,1450	5,1129
61,5800	0,0000		0,6724	0,6724
63,2800			0,0997	0,0997
72,3200			0,0000	0,0000

Transito de 5 a 6					
	Hidrograma suma en 5				
tc (min.)	(m ³ /s)	C ₀ l ₂	C ₁ l ₁	C ₂ Q ₁	Q ₂
0.0000	0.0000	0	0	0	0.0000
10.2600	6.6166	1.6455			1.6455
20.5200	13.6904	3.4048	3.6338	0.3326	7.3712
30.7800	20.9790	5.2175	7.5188	1.4897	14.226
41.0400	16.3689	4.0709	11.5217	2.8751	18.4677
51.3000	7.5297	1.8726	8.9898	3.7323	14.5947
61.5600	0.6724	0.1672	4.1353	2.9496	7.2521
71.8200	0		0.3693	1.4656	1.8349
82.0800				0.3708	0.3780
92.3400				0.0749	0.0749
102.6000				0.0151	0.0151
112.8600				0.0000	0.0000

Hidrograma suma en 6			
tc(min.)	Hidrograma triangular (m ³ /s)		
	C-8	5 a 6	Suma en 6
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9.5350	3.2650	1.5292	4.7942
10.2600	3.5133	1.6455	5.1588
19.0700	6.5300	6.5620	13.0920
20.5200	4.2327	7.3712	11.6039
28.6050	3.2650	12.7729	16.0379
30.7800	2.5202	14.2260	16.7462
38.1400	0.0000	17.2688	17.2688
41.0400		18.4677	18.4677
51.3000		14.5947	14.5947
61.5600		7.2521	7.2521
71.8200		1.8349	1.8349
82.0400		0.3708	0.3708
92.3400		0.7490	0.7490
102.6000		0.0151	0.0151
112.8600		0.0000	0.0000

Transito de 6 a 7					
tc(min.)	Hidrograma suma en 5 (m ³ /s)	Col ₂	C ₁ I ₁	C ₂ Q ₁	Q ₂
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13.6800	8.2384	2.3010			2.3010
27.3600	15.3551	4.2887	4.6761	0.3521	9.3169
41.0400	18.4677	5.1580	8.7156	1.4255	15.2991
54.7200	12.1472	3.3927	10.4823	2.3408	16.2158
68.4000	3.6406	1.0168	6.8948	2.4810	10.3926
82.0800	0.7080	0.1036	2.0664	1.5901	3.7601
95.7600	0.0550	0.0154	0.2105	0.5753	0.8012
109.4400	0.0000		0.0312	0.1226	0.1538
123.1200				0.0235	0.0235
136.8000				0.0000	0.0000
150.4800					0.0000

Hidrograma suma en el punto 4	
tc (min.)	C.- 6 (m ³ /s)
0.000	0.000
11.705	2.365
23.410	4.730
35.115	2.365
46.820	0.000

Hidrograma Transito de 4 a 7					
tc (min.)	Hidrograma suma en 4 (m ³ /s)	C ₀ l ₂	C ₁ l ₁	C ₂ Q ₁	Q ₂
0.000	0.0000	0	0	0	0.0000
11.705	2.3650	0.8736			0.8736
23.410	4.7300	1.7473	1.4703	0.0078	3.2254
35.115	2.3650	0.8736	2.9406	0.0287	3.8429
46.820	0.0000		1.4703	0.0342	1.5045
58.530				0.0134	0.0134
70.270				0	0.0000

Hidrograma suma en 7					
tc(min.)	Hidrograma Triangular(m ³ /s)		Transito (m ³ /s)		Suma
	C-9	C-10	6 a 7	4 a 7	
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7.9200	4.7400	1.7548	1.3322	0.5911	8.4181
8.5300	5.1051	1.8900	1.4348	0.6366	9.0665
11.7050	7.0053	2.5935	1.9688	0.8736	12.4412
13.6800	8.1873	3.0311	2.3010	1.2704	14.7898
15.8400	9.4800	3.5097	3.4088	1.7044	18.1029
17.0600	8.7498	3.7800	4.0345	1.9495	18.5138
23.4100	4.9495	2.3730	7.2911	3.2254	17.8390
23.7600	4.7400	2.2955	7.4706	3.2439	17.7500
25.5900	3.6448	1.8900	8.4091	3.3404	17.2843
27.3600	2.5855	1.4978	9.3169	3.4338	16.8340
31.6800	0.0000	0.5406	11.2060	3.6617	15.4083
34.1200		0.0000	12.2730	3.7904	16.0634
35.1150			12.7081	3.8429	16.5510
41.0400			15.2991	2.6592	17.9583
46.8200			15.6864	1.5045	17.1909
54.7200			16.2158	0.4985	16.7143
58.5300			14.594	0.0134	14.6074
68.4000			10.3926	0.0021	10.3947
70.2700			9.486	0.000	9.4860
8.0800			3.7601		3.7601
95.7600			0.8012		0.8012
109.4400			0.1538		0.1538
123.1200			0.0235		0.0235
135.8000			0.000		0.0000

Transito de 7 a 9					
Tc(min.)	Hidrograma suma en 7	C ₀₂	C ₁₁	C _{2Q1}	Q ₂
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8.5	9.0665	0.5159	0.0000	0.0000	0.5159
17.1	18.5138	1.0534	3.9367	0.2625	5.2526
25.6	17.7500	1.0100	8.0387	2.6730	11.7217
34.1	16.0634	0.9140	7.7071	5.9652	14.5863
42.7	17.7445	1.0097	6.9747	7.4230	15.4074
51.2	16.9279	0.9632	7.7047	7.8408	16.5087
54.7	14.1038	0.8025	7.3501	8.4013	16.5539
68.2	10.4630	0.5953	6.1239	8.4243	15.1435
76.8	6.3346	0.3604	4.4530	7.7065	12.6099
85.3	3.0636	0.1743	2.7505	6.4172	9.3420
93.8	1.2186	0.0693	1.3302	4.7541	6.1536
102.4	0.4889	0.0278	0.5291	3.1316	3.6885
110.9	0.1400	0.0080	0.2123	1.8771	2.0974
119.0	0.0587	0.0033	0.0608	1.0674	1.1315
128.0	0.0152	0.0009	0.0255	5758.0000	0.6022
136.0	0.0000	0.0000	0.0066	0.3065	0.3131
145.0	0.0000	0.0000	0.0000	1593.0000	1593.0000
153.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0811	0.0811
162.1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0413	0.0413
170.1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0210	0.0210
179.1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0107
187.7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Hidrograma suma en 2	
tc(min.)	Hidrograma C-4 (m3/s)
0.0000	0.0000
13.8850	2.5200
27.7700	5.0400
41.6550	2.5200
55.5400	0.0000

Transito 2 a 3					
tc (min.)	Hidrograma Suma en 2 (m ³ /s)	C ₀ I ₁	C ₁ I ₁	C ₂ Q ₁	Q ₂
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13.8850	2.5200	0.5039	0.0000	0.0000	0.5039
27.7700	5.0400	1.0078	1.3103	0.1411	2.4592
41.6550	2.5200	0.5039	2.6306	0.6887	3.8232
55.5400	0.0000		1.3103	1.0680	2.3783
69.4250				0.6660	0.6660
83.3100				0.1866	0.1866
97.1950				0.0522	0.0522
111.0800				0.0000	0.0000

Hidrograma Suma en 3			
	Hidrograma (m ³ /s)		
tc(min.)	Triangular C-5	Transito 2 a 3	Suma en 3
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10.4900	1.6050	0.3806	1.9856
13.8900	2.1252	0.5039	2.6291
20.9800	3.2100	1.5027	4.7127
27.7700	2.1711	2.4592	4.6303
31.4700	1.6050	2.8199	4.4249
41.6600	0.0459	3.8132	3.8591
41.9600	0.0000	3.7823	3.7823
55.5400		2.3783	2.3783
69.4300		0.6660	0.6660
83.3100		0.1866	0.1866
97.2000		0.0522	0.0522
111.0800		0.0000	0.0000

Transito de 3 a 8					
tc(min.)	Hidrograma suma en 3(m3/s)	Hidrograma (m3/s)			
		C ₀ I ₁	C ₁ I ₁	C ₂ Q ₁	Q ₂
0.0000	0.0000	0	0	0	0.0000
10.4900	1.9856	0.3711			0.3711
20.9800	4.7127	0.8808	1.0170	0.11170	2.0095
31.4700	4.4249	0.8270	2.4138	0.6047	3.8455
41.9600	3.7823	0.7069	2.2664	1.1571	4.1304
52.4500	2.6978	0.5042	1.9373	1.2428	3.6843
52.9400	1.4661	0.274	1.3818	1.1086	2.7644
73.4200	0.5278	0.0986	0.7509	0.8318	1.6813
83.9200	0.1807	0.0338	0.2703	0.5059	0.8100
94.4100	0.0792	0.0148	0.0926	0.2437	0.3511
104.9000	0.0232	0.0043	0.0406	0.1056	0.1505
115.3900			0.0119	0.0453	0.0572
125.8800				0.0172	0.0172
136.3700				0.0000	0.0000

Hidrograma Suma en 8			
tc(min)	Hidrograma (m3/s)		
	Triangular C-11	Transito 3 a 8	Suma en 8
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5,8350	5,7350	0,2064	5,9414
10,4900	10,3102	0,3711	10,6813
11,6700	11,4700	0,5554	12,0254
17,5050	5,7350	1,4668	7,2018
20,9800	4,1908	2,0095	6,2003
26,3400	0,0000	2,9476	2,9476
31,4700		3,8455	3,8455
41,9600		4,1304	4,1304
52,4500		3,6843	3,6843
62,9400		2,7644	2,7644
73,4300		1,6813	1,6813
83,9200		0,8100	0,8100
94,4100		0,3511	0,3511
104,9000		0,1505	0,1505
115,3900		0,0572	0,0572
125,8800		0,0172	0,0172
136,3700		0	0

Transito de 8 a 9					
tc(min.)	Hidr. Suma en 8(m ³ /s)	C ₀ l ₁	C ₁ l ₁	C ₂ Q ₁	Q ₂
0	0	0	0	0	0
5.835	5.9414	0.852			0.852
11.67	12.0254	1.7244	2.8881	0.3157	4.9282
17.505	7.2018	1.0327	5.8455	1.8259	8.7041
23.34	4.7681	0.6837	3.5008	3.2249	7.4094
29.175	3.4438	0.4938	2.3178	2.7452	5.5568
35.01	3.9416	0.5652	1.6706	2.0588	4.2946
40.845	4.1001	0.588	1.916	1.591	4.095
46.68	3.9297	0.5635	1.9931	1.5172	4.0738
52.512	3.6789	0.5276	1.9102	1.5093	3.9471
58.35	3.1669	0.4541	1.7883	1.4624	3.7048
64.185	2.6359	0.378	1.5394	1.3726	3.29
70.02	2.0334	0.2616	1.2813	1.2189	2.7618
75.855	1.4799	0.2122	0.9884	1.0344	2.235
81.69	0.9952	0.1427	0.7194	0.8281	1.6902
87.525	0.6523	0.0935	0.4838	0.6262	1.2035
93.36	0.397	0.0569	0.3171	0.4459	0.8199
99.195	0.2596	0.0332	0.193	0.3038	0.53
105.03	0.1493	0.0214	0.1262	0.1978	0.3454
110.863	0.0975	0.014	0.0726	0.128	0.2146
116.7	0.0522	0.0075	0.0474	0.0795	0.1344
122.54	0.0299	0.0043	0.0254	0.0498	0.0795
128.37	0.0131	0.0019	0.0145	0.0295	0.0459
134.205	0.000		0.0064	0.017	0.0234
140.04			.	0.000	0.000

Hidrograma suma en 9				
tc(min.)	Hidr. Trian C - 12 (m ³ /s)	Hidr. Trans 7 - 9 (m ³ /s)	Hidr. Trans 8 - 9 (m ³ /s)	Hidr. .suma en 9 (m ³ /s)
0.0000	0.0000	0	0	0.0000
5.8350	6.3067	0.3529	0.8520	7.5116
7.8550	8.4900	0.4751	2.2638	11.2289
8.5300	9.2196	0.5159	2.7347	12.4702
11.6700	12.6134	2.2595	4.9282	19.8011
15.7100	16.9800	4.5029	7.5425	29.0254
17.0600	15.5209	5.2526	8.4161	29.1896
17.5050	15.0399	5.5901	8.4041	29.0341
23.2400	8.7332	10.0153	7.4094	26.1579
23.5650	8.4900	10.186	7.3091	25.9851
25.5900	6.3013	11.7217	6.695	24.7180
29.1750	2.4265	12.9256	5.5568	20.9089
31.4200	0.0000	13.6796	5.0711	18.7507
34.1200		14.5863	4.4869	19.0737
35.0100		14.672	4.2943	18.9663
40.8450		15.2337	4.095	19.3287
42.6500		15.4074	4.0883	19.4957
46.6800		15.9277	4.0738	20.0015
51.1800		16.5087	3.9773	20.4860
52.5120		16.5158	3.9471	20.4629
58.3500		16.5467	3.7048	20.2515
59.7100		16.5539	3.6081	20.1620
64.1850		15.814	3.29	19.1040
68.2400		15.1435	2.9438	18.0873
70.0200		14.6148	2.7918	17.4066
75.8550		12.8817	2.235	15.1167
73.7700		12.6099	2.1496	14.7595
81.6900		10.725	1.6902	12.4152
85.3000		9.342	1.3891	10.7311
87.5250		8.5103	1.2035	9.7138
93.3600		6.3293	0.82	7.1493
93.8300		6.1536	0.797	6.9506
99.1950		4.6032	0.534	5.1372
102.3600		3.6885	0.4317	4.1202

tc(min.)	Hidr. trian C-12 (m3/s)	Hidr. Trans 7- 9 (m3/s)	Hidr. Trans 8 - 9 (m3/s)	Hidr. Suma en 9
105.03		3.1905	0.3454	3.5359
110.863		2.1024	0.2145	2.3169
110.89		2.0974	0.2143	2.3117
116.7		1.4395	0.1344	1.5739
119.42		1.1315	0.1079	1.2394
122.54		0.9379	0.0795	1.0174
127.95		0.6022	0.0639	0.6661
128.37		0.5880	0.0459	0.6339
134.205		0.3902	0.0234	0.4136
136.48		0.3131	0.0143	0.3274
140.04		0.2489	0.000	0.2489
145.01		0.1593		0.1593
153.54		0.0811		0.0811
162.07		0.0413		0.0413
170.6		0.0210		0.0210
179.13		0.0107		0.0107
187.66		0.0000		0.0000

Q de diseño = 29.1896 m³/s

Como se puede observar el caudal de diseño es el máximo caudal que se encuentra de todas las sumas de hidrogramas en el punto de cierre.

4.5 Tirante máximo.

Para encontrar el tirante máximo se utilizo un programa computarizado llamado **CIVIL TOOL** en donde se tiene el caudal de diseño y los datos de los perfiles del río.

Datos del CIVIL TOOL

$Q_{dis}=29.1896\text{m}^3/\text{seg.}$
 Profundidad=2.5m
 Plantilla=23.95m
 Pendiente=50cm cada 10km
 Coeficiente de Mannig=0.02
 $P=b+2y=23.95+2*2.5=28.95\text{m}$
 $A=b*y=23.95*2.5=59.875\text{m}^2$

$$R_H = A/p = 59.875/28.95 = 2.068\text{m}$$

$$V = (1/n) * R_H^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = (1/0.02) * 2.063^{2/3} * 0.00005^{1/2} = 0.5730\text{m/s}$$

$$q = Q/b = 29.1815/23.95 = 1.218\text{m}^2/\text{s}$$

$$y_c = (q/g)^{1/3} = (1.218/9.81) = \mathbf{0.5\text{m}} \quad \mathbf{\text{Tirante máximo.}}$$

Ya obtenido el tirante máximo se observa que la estructura va a estar a 2m por encima de la altura máxima, por tanto sabemos que la estructura estará fuera de peligro y que podemos ya elegir la altura que tendrá la estructura (**altura a utilizar en el diseño 2.6m**).

CAPITULO 5

CALCULOS ESTRUCTURALES

5.1 INTRODUCCION.

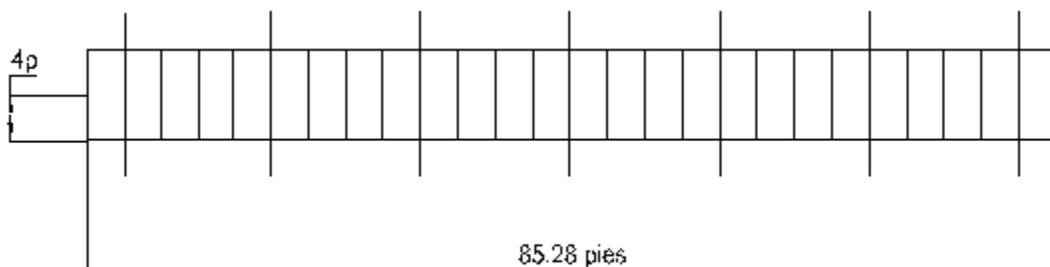
Este capitulo es de mucha importancia, ya que en gran manera de este depende el éxito total de este trabajo, por ende tenemos que sugerir a los lectores que lea cuidadosamente la teoría suministrada al texto en cuestión en el capitulo 3.

En este capitulo solo se dejara referenciado el numero de formula o nombrados los métodos a utilizar en el diseño. En el capitulo 3 se explicaron los métodos estructurales a útil

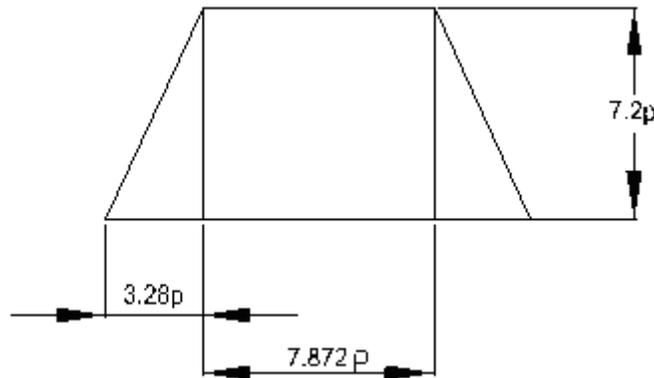
Izar en el diseño con un pequeño ejemplo que de manera fácil podemos adoptarlo al diseño principal dando seguimiento continuo a los dos tipos de ejercicio. De esta manera se segura que el problema principal quedara sobre entendido para cualquier lector que quiera leer el documento.

Se deja claro que toda la teoría y formularios fueron extraídas de la bibliografía de diseño estructural presentada.

1--Planta.



2--Elevación.



5.2 Determinación de cargas

Longitud tributaria=85.28 pies

Ancho tributario=4.00 pies

Carga Viva 100 Lbr/pie²

Peso Estructura 4.5 Lbr. /pie²

Carga de Viento 8.17 Lbr. / pie²

Carga total 112.67lbr./pie²

5.2.1 Cálculo de la fuerza sísmica.

Clasificación de la Estructura

Grupo 1

Tipo 3

Grado C

$C = 0.488$

$CVR = 50 \text{ Lbr/pie}^2$

$CM = 4.5 \text{ Lbr. /pie}^2$

Carga Total = 54.5 Lbr. /pie^2

$F_s = 0.488 \times 4 \times 85.28 \times 54.5 = 9 \text{ Kips}$

5.2.2 Carga total de diseño:

$$W_t = 112.61 + 18.70 = 131.37 \text{ lbr./pie} \quad (\text{FO. 13})$$

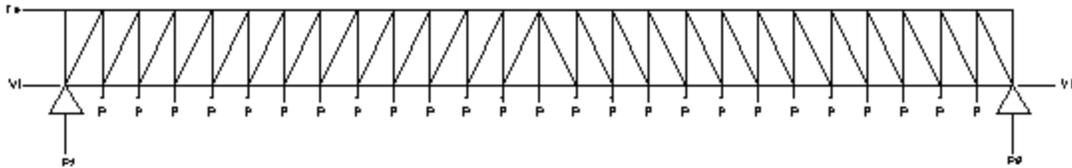
5.2.3 Carga para cercha:

$$W = (131.37 \cdot 4 / 18000)^{0.5} \cdot (4 \cdot (85.28)^2 + 60 \cdot 85.28) = 5844.72 \text{ lbr.} \quad (\text{FO. 14})$$

5.2.4 Carga concentrada por nodo:

$$P = (3.28 \cdot 4 \cdot 131.37) + (5844.72 \cdot 3.28 / 85.28) = 1984 \text{ lbr.} = 1.948 \text{ kips} \quad (\text{FO. 15})$$

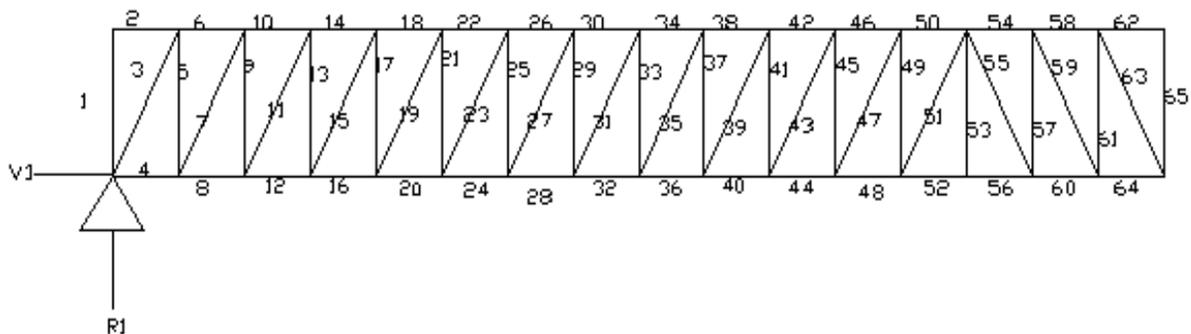
5.2.5 Cargas de Diseño.

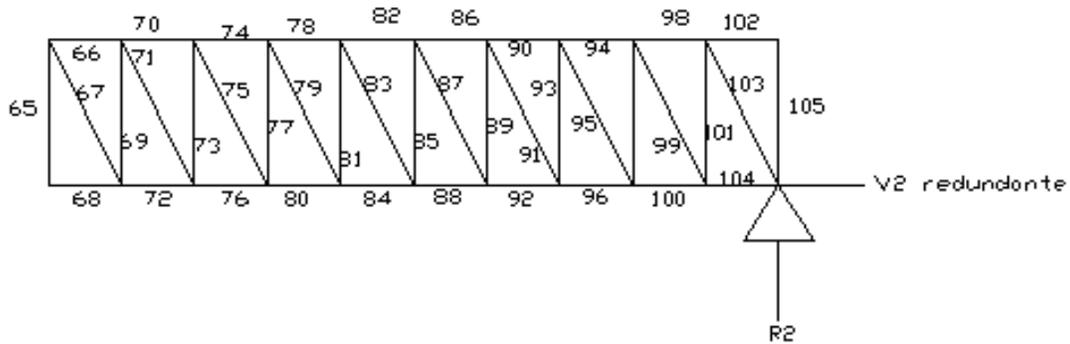


5.3 Análisis estructural (método de las flexibilidades). (Eje más largo) (Pág. 29, cap. 3)

Grado de la estructura = $(105 + 4) - 54 \cdot 2 = 1$ La estructura es de un grado de libertad externo.

Se tomara como redundante V2.

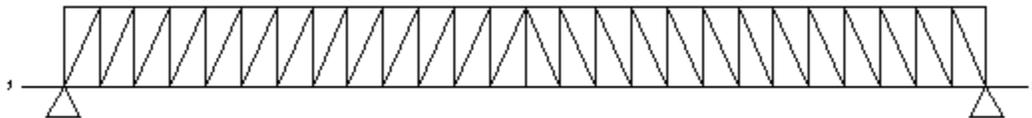




Se analizó la estructura tomando en cuenta todas las cargas externas menos la redundante V2 y se encontró N y las reacciones externas.

$R_1=23.59$ kips
 $R_2=25.11$ kips
 $V_1=9.00$ kips

Análisis de la estructura solo con la redundante. (Ver figura siguiente).



Los cálculos de los resultados para N y n se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla de Calculo. Método de las Flexibilidades					
Elemento	L (Pies)	N (Kips.)	N	NnL	nnL
1	7.20	0	0	0	0
2	3.28	-9	0	0	0
3	7.91	-25.92	0	0	0
4	3.28	19.75	-1	-64.7800	3.28
5	7.20	23.59	0	0	0
6	3.28	-19.75	0	0	0
7	7.91	-23.78	0	0	0
8	3.28	29.61	-1	-97.1208	3.28
9	7.20	21.64	0	0	0
10	3.28	-29.61	0	0	0
11	7.91	-21.64	0	0	0
12	3.28	38.58	-1	-126.5424	3.28
13	7.20	19.69	0	0	0
14	3.28	-38.58	0	0	0
15	7.91	-19.50	0	0	0
16	3.28	46.66	-1	-153.0448	3.28
17	7.20	17.75	0	0	0
18	3.28	-46.66	0	0	0
19	7.91	-17.36	0	0	0
20	3.28	53.86	-1	-176.6608	3.28
21	7.20	15.80	0	0	0
22	3.28	-53.86	0	0	0
23	7.91	-15.22	0	0	0
24	3.28	60.17	-1	-197.3576	3.28
25	7.20	13.85	0	0	0
26	3.28	-60.17	0	0	0
27	7.91	-13.08	0	0	0
28	3.28	65.59	-1	-215.1352	3.28
29	7.20	11.90	0	0	0
30	3.28	-65.59	0	0	0
31	7.91	-10.94	0	0	0
32	3.28	70.13	-1	-230.0264	3.28
33	7.20	9.96	0	0	0
34	3.28	-70.13	0	0	0
35	7.91	-8.80	0	0	0
36	3.28	73.78	-1	-241.9984	3.28
37	7.20	8.01	0	0	0
38	3.28	-73.98	0	0	0
39	7.91	-6.66	0	0	0
40	3.28	76.54	-1	-251.0512	3.28

DISEÑO DE PUENTE PEATONAL

41	7.20	6.06	0	0	0
42	3.28	-76.54	0	0	0
43	7.91	-4.52	0	0	0
44	3.28	78.41	-1	-257.1848	3.28
45	7.20	4.11	0	0	0
46	3.28	-78.41	0	0	0
47	7.91	-2.38	0	0	0
48	3.28	79.40	-1	-260.4320	3.28
49	7.20	2.17	0	0	0
50	3.28	-79.40	0	0	0
51	7.91	-0.24	0	0	0
52	3.28	79.50	-1	-260.7600	3.28
53	7.20	1.98	0	0	0
54	3.28	-78.72	0	0	0
55	7.91	-1.92	0	0	0
56	3.28	79.50	-1	-260.7600	3.28
57	7.20	3.69	0	0	0
58	3.28	-77.04	0	0	0
59	7.91	-4.06	0	0	0
60	3.28	78.72	-1	-258.2016	3.28
61	7.20	5.64	0	0	0
62	3.28	-74.47	0	0	0
63	7.91	-6.20	0	0	0
64	3.28	77.04	-1	-252.6912	3.28
65	7.20	7.70	0	0	0
66	3.28	-71.01	0	0	0
67	7.91	-8.34	0	0	0
68	3.28	74.47	-1	-244.2616	3.28
69	7.20	9.54	0	0	0
70	3.28	-66.67	0	0	0
71	7.91	-10.48	0	0	0
72	3.28	71.01	-1	-232.9128	3.28
73	7.20	11.48	0	0	0
74	3.28	-61.44	0	0	0
75	7.91	-12.62	0	0	0
76	3.28	66.67	-1	-218.6776	3.28
77	7.20	13.43	0	0	0
78	3.28	-55.32	0	0	0
79	7.91	-14.76	0	0	0
80	3.28	61.44	-1	-201.5232	3.28
81	7.20	15.38	0	0	0
82	3.28	-48.32	0	0	0
83	7.91	-16.90	0	0	0
84	3.28	55.32	-1	-181.4496	3.28
85	7.20	17.32	0	0	0

DISEÑO DE PUENTE PEATONAL

86	3.28	-40.43	0	0	0
87	7.91	-19.03	0	0	0
88	3.28	48.32	-1	-158.4896	3.28
89	7.20	19.27	0	0	0
90	3.28	-31.65	0	0	0
91	7.91	-21.17	0	0	0
92	3.28	40.43	-1	-132.6104	3.28
93	7.20	21.21	0	0	0
94	3.28	-21.99	0	0	0
95	7.91	-23.31	0	0	0
96	3.28	31.65	-1	-103.8120	3.28
97	7.20	23.16	0	0	0
98	3.28	-11.44	0	0	0
99	7.91	-25.44	0	0	0
100	3.28	21.99	-1	-72.1272	3.28
101	7.20	25.11	0	0	0
102	3.28	0	0	0	0
103	7.91	-27.59	0	0	0
104	3.28	11.44	-1	-37.5232	3.28
105	7.20	0	0	0	0
			$\Sigma=$	-4887.1344	85.28

$V2 = -(-4887.1344/85.28) = 57.31$ kips

Por estática:

$V1 = 48.31$ kips

$R1 = 23.59$ kips

$R2 = 25.11$ kips

Calculo de los miembros internos que fueron afectados por la redundante.

F4		19.75		-1		-37.35
F8		29.61		-1		-27.49
F12		38.58		-1		-18.52
F16		46.66		-1		-10.44
F20		53.86		-1		-3.23
F24		60.17		-1		3.07
F28		65.59		-1		8.49
F32		70.13		-1		13.03
F36		73.78		-1		16.68
F40		76.54		-1		19.44
F44		78.41		-1		21.31
F48	=	79.40	+	-1	(57.31) =	22.30
F52		79.50		-1		22.40
F56		79.50		-1		22.40
F60		78.72		-1		21.62
F64		77.04		-1		19.94
F68		74.47		-1		17.37
F72		71.01		-1		13.91
F76		66.67		-1		9.57
F80		61.44		-1		4.34
F84		55.32		-1		-1.78
F88		48.32		-1		-8.78
F92		40.43		-1		-16.67
F96		31.65		-1		-25.45
F100		21.99		-1		-35.11
F104		11.44		-1		-45.66

Los demás miembros se mantienen con el valor de N

5.4 Análisis Sentido Transversal (Método de pendiente-deflexión) (Ver Pág. 33, cap. 3).

Cargas Aplicadas

Carga muerta= 4.5lbr./pie²

Carga viva= 100lbr. /pie²

Carga de viento= 8.17lbr./pie²

Carga total = 112.67lbr./pie²

Fuerza Sísmica

Grupo 1

Tipo 3

Grado C

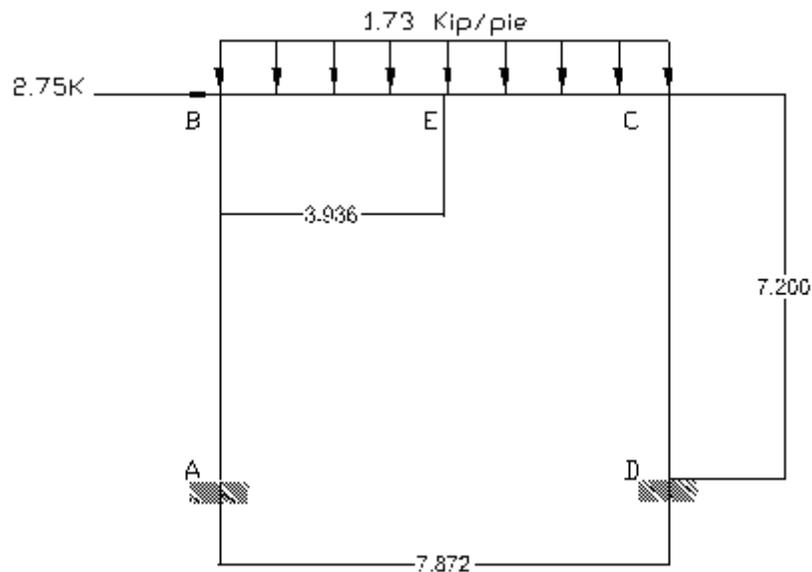
Coefficiente sísmico $C = 0.488$

$F_s = (0.488) (13.12) (7.872) (54.5) = 2.75$ Kips.

Carga de diseño.

$W = 112.67 + 18.88 = 131.55$ lb./pie² (fo. 13)

$W = 131.55 * 13.12 = 1.73$ K/pie.



Ecuaciones de momento.

$$M_{AB} = (2EI/7.2) (2\theta_A + \theta_B - (-3\Delta/7.2)) + 0$$

$$M_{AB} = (5/18) EI\theta_B + (25/216) EI\Delta$$

$$M_{BA} = (2EI/7.2) (\theta_A + 2\theta_B - (-3\Delta/7.2)) + 0$$

$$M_{BA} = (5/9) EI\theta_B + (25/216) EI\Delta$$

$$M_{BC} = (2EI/7.872) (2\theta_B + \theta_C - (-3\Delta/7.872)) + (1.73)(7.872)^2/12$$

$$M_{BC} = (125/246) EI\theta_B + (125/492) EI\theta_C + 8.93377536$$

$$M_{CB} = (2EI/7.872) (\theta_B + 2\theta_C - (-3\Delta/7.2)) - (1.73)(7.872)^2/12$$

$$M_{CB} = (125/492) EI\theta_B + (125/246) EI\theta_C - 8.93377536$$

$$M_{CD} = (2EI/7.2) (2\theta_C + \theta_D - (-3\Delta/7.2)) + 0$$

$$M_{CD} = (5/9) EI\theta_C + (25/216) EI\Delta$$

$$M_{DC} = (2EI/7.2) (\theta_C + 2\theta_D - (-3\Delta/7.2)) + 0$$

$$M_{DC} = (5/18) EI\theta_C + (25/216) EI\Delta$$

Aislando el nodo B tenemos:

$$\sum M_B = 0$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0$$

$$(785/738) EI\theta_B + (125/492) EI\theta_C + (25/216) EI\Delta = -8.93377536 \quad (\text{Ecuación 1})$$

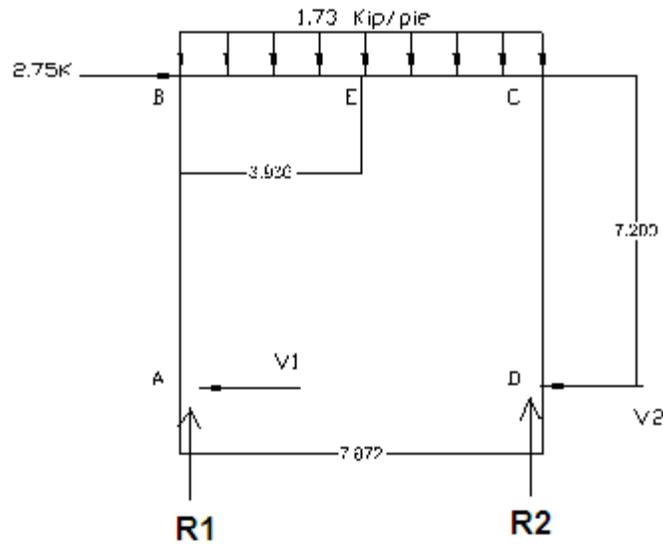
Aislando el nodo C tenemos:

$$\sum M_C = 0$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0$$

$$(125/492) EI\theta_B + (785/738) EI\theta_C + (25/216) EI\Delta = 8.93377536 \quad (\text{Ecuación 2})$$

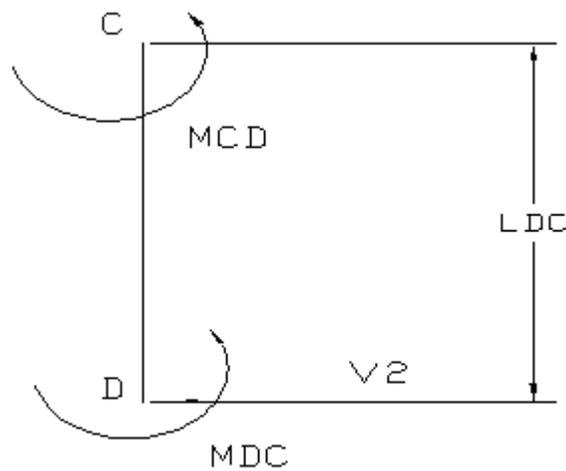
Por la ecuación de piso obtenemos:



$$\sum F_x = 0$$

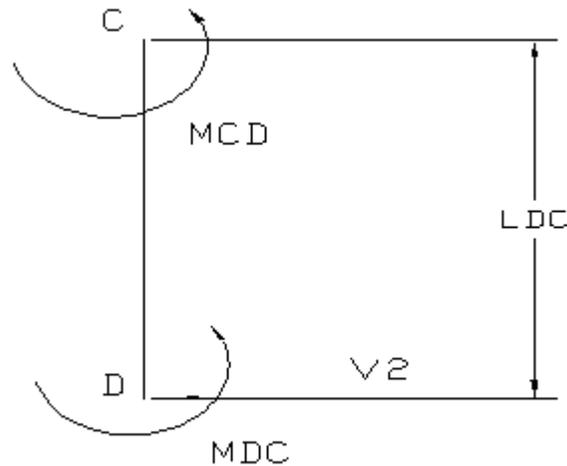
$$V_1 + V_2 = 2.75$$

$$\sum M_B = 0$$



$$V_1 = (1/7.2) (M_{AB} + M_{BA}) \quad (B)$$

$$\sum M_C = 0$$



$$V_2 = (1/7.2) (M_{CD} + M_{DC}) \quad (C)$$

Si introducimos B y C en A obtenemos:

$$(1/7.2)(M_{AB} + M_{BA} + M_{CD} + M_{DC}) = 2.75$$

$$(5/6)EI\theta_B + (5/6)EI\theta_C + (25/54)EI\Delta = 19.8 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Ya obtenido la ecuación 3 podemos resolver el sistema de 3 ecuaciones con tres incógnitas como se muestra a continuación:

$$(785/738)EI\theta_B + (125/492)EI\theta_C + (25/216)EI\Delta = -8.93377536 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$(125/492)EI\theta_B + (785/738)EI\theta_C + (25/216)EI\Delta = 8.93377536 \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$(5/6)EI\theta_B + (5/6)EI\theta_C + (25/54)EI\Delta = 19.8 \quad (\text{Ecuación 3})$$

En donde:

$$EI\theta_B = -16.52790432$$

$$EI\theta_C = 5.541137404$$

$$EI\Delta = 62.54418085$$

De manera que:

$$M_{AB} = 2.648 \text{ K-pie}$$

$$M_{BA} = -1.943 \text{ K-pie}$$

$$M_{BC} = 1.943 \text{ K-pie}$$

$$M_{CB} = -10.317 \text{ K-pie}$$

$$M_{CD} = 10.317 \text{ K-pie}$$

$$M_{DC} = 8.778 \text{ K-pie}$$

$$V_1 = 0.0979 \text{ kips}$$

$$V_2 = 2.652 \text{ Kips}$$

$$R_1 = 23.59 \text{ kips}$$

$$R_2 = 25.11 \text{ Kips}$$

Como se puede observar en el análisis de la estructura el eje más crítico es el eje mas largo de la estructura (Eje longitudinal.) por tanto para el cálculo de las secciones de la superestructura y subestructura se toman dichos resultados. Los cálculos del análisis del eje transversal se utilizaran solamente para diseñar el elemento de arriostramiento.

CAPITULO 6
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

6.1 INTRODUCCION.

Este capitulo depende en gran manera de los cálculos obtenidos del capitulo 5, es por el cual que se decidió introducir la teorías y formularios dentro del capitulo 3 para obtener una secuencia lógica y entendible para el lector.

En este capitulo solo se dejara referencia del numero de formula que se utilizara para el diseño de cada elemento de la estructura dejando así una muy buena referencia para el lector.

Se deja claro que todas las formulas y teoría fueron extraídas de la bibliografía de diseño de acero estructural presentada.

6.2 Diseño de la superestructura. (Ver diseño de elementos verticales, transversales y cuerdas superiores Pág. 37, cap. 3)

6.2.1 Cuerda máxima superior.

$$F_s = 79.40 \text{ Kips}$$

Probamos con 2L 4"x4"x3/8"

$$\text{Área} = 5.72 \text{ Pulg.}^2 \text{ (De anexo N}^\circ \text{ 2)}$$

$$r_x = 1.23 \text{ pulg. (De anexo N}^\circ \text{ 2)}$$

$$KL/r = (1)(3.28)(12)/(1.23) = 32$$

$$F_a = 19.80 \text{ KSI (Ver tabla en anexo N}^\circ \text{ 3 acero 36 Ksi).}$$

$$C_{\text{permisible}} = (19.80)(5.72) = 113.26 \text{ Kips} > 79.40 \text{ Kips} \quad \text{OK}$$

Usar 2L 4"x4"x3/8"

6.2.2 Cuerda vertical.

$$F_s = 25.11 \text{ kips}$$

Probamos con L 3"x3"x1/2"

$$\text{Área} = 2.75 \text{ Pulg.}^2 \text{ (De anexo N}^\circ \text{ 2)}$$

$$r_x = 0.898 \text{ (De anexo N}^\circ \text{ 2)}$$

$$KL/r = (1)(7.2)(12)/(0.898) = 96.21 \text{ kips}$$

$$F_a = 13.45 \text{ KSI (Ver tabla en anexo N}^\circ \text{ 3 acero 36 Ksi)}$$

$$C_{\text{permisible}} = (13.45)(2.75) = 36.99 \text{ Kips} > 25.11 \text{ Kips} \quad \text{OK}$$

Usar L 3"x3"x1/2"

6.2.3 Cuerdas transversales o cenefas.

$F_s = 27.59$ kips
 Probamos con L 3"x3"x1/2"
 $\text{Área} = 2.75$ Pulg.² (De anexo N° 2)
 $r_x = 0.898$ (De anexo N° 2)
 $KL/r = (1)(7.91)(12)/(0.898) = 105.7$ kips
 $F_a = 12.24$ KSI (Ver tabla en anexo N° 3 acero 36Ksi).
 $C_{\text{permisible}} = (12.24)(2.75) = 33.66$ Kips > 27.59Kips **OK**

Usar L 3"x3"x1/2"

6.2.4 Cuerda máxima inferior.

$F_s = 45.66$ kips
 Probamos con 2L 4"x4"x3/8"
 $\text{Área} = 5.72$ Pulg.² (De anexo N° 2)
 $r_x = 1.23$ (De anexo N° 2)
 $KL/r = (1)(3.28)(12)/(1.23) = 32$ kips
 $F_a = 19.80$ KSI (Ver tabla en anexo N° 3 acero 36 Ksi).
 $C_{\text{permisible}} = (19.80)(5.72) = 113.256$ Kips > 45.66Kips **OK**

Usar 2L 4"x4"x3/8"

6.2.5 Diseño de viga transversal. (Ver diseño de vigas sec. Pág. 38, cap. 3)

Se propone caja de 4"x4"x1/4"
 $S_x = 4.11$ pulg.³ (De anexo N° 2)
 @ 1.00 m en armadura
 Long tributaria=7.87 pie
 Ancho tributario= 3.28 pie
 Carga= 131.37 Lbr./pie²
 $W_t = (131.37)(3.28) = 0.431$ kips/pie
 $M_x = WL^2/12 = (0.431)(7.87^2)/12 = 2.22$ kips-pie
 $S_{\text{req}} = (12)(2.22)/(0.60F_y) = (12)(2.22)/(21.60) = 1.24$ pulg.³ < 4.11 pulg.³ (fo. 29)

Usar caja de 4"x4"x1/4"

6.2.6 Diseño de viga longitudinal. (Ver diseño de vigas sec. Pág. 38, cap. 3)

Se propone caja de 2"x2"x5/16"
 Longitud tributaria= 3.28 pies
 Ancho tributario= 1.968 pies

Carga= 131.37 Lbr./pie

$Wt = (131.37)(1.968) = 0.259$ kips/pie

$M_x = WL^2/12 = (0.259)(3.28^2)/12 = 0.23$ kips-pie (Momento de emp. perfecto)

$S_{req} = (12)(0.23)/(0.60F_y) = (12)(0.23)/(21.60) = 0.13$ pulg³ < 0.88 pulg³ (fo. 29)

Usar caja de 2"x2"x5/16"

6.3 Calculo de diseño del elemento de arriostamiento. (Ver método del AISC viga columna Pág. 39, cap. 3)

Se propone caja de 4"x8"x3/16"

$V = 6.81$ K

$A = 4.27$ pulg²

$S_x = 8.83$ pulg³ (De anexo N° 2)

$r_x = 2.88$ " (De anexo N° 2)

1. Revisión por cortante.

$F_a = 6.81/4.27 = 1.59$ KSI

$KL/r = (7.872*12)/2.88 = 32.8$

$F_{a1} = 19.74$ KSI (ver tabla en anexo N° 3 acero 36Ksi)

$F_a/F_{a1} = 1.59/19.74 = 0.08 < 0.15$ **OK** (fo. 30)

2. Revisión por flexión.

$M = 10.32$ K-p

$F_b = (10.32*12)/8.83 = 14.02$ KSI

$F_{b1} = 0.6*36$ KSI = 22KSI

$0.08 + 14.02/22 < 1$ (fo. 31)

$0.71 < 1$ **OK**

Usar caja de 4"x8"x3/16"

6.4 Diseño de subestructura. (Ver Pág. 40, cap. 3)

6.4.1 Diseño de pedestal.

Área propuesta = 144 pulg.²

$$V = 25.11 \text{ Kips.}$$

$$H = 57.31 \text{ Kips.}$$

$$A_P = 225110 / (0.25 \times 3000 \times 0.85) = 40 \text{ Pulg.}^2 < 144 \text{ Pulg.}^2 \quad \text{OK (fo. 32)}$$

Usar Pedestal 12"x12"

$$A_s = 0.01 (144) = 1.44 \text{ pulg.}^2$$

$$\text{Proponemos varilla N}^\circ 5 \quad A = 0.31 \text{ Pulg.}^2$$

$$\text{Numero de Varillas} = A_s / A = 1.44 / 0.31 = 5$$

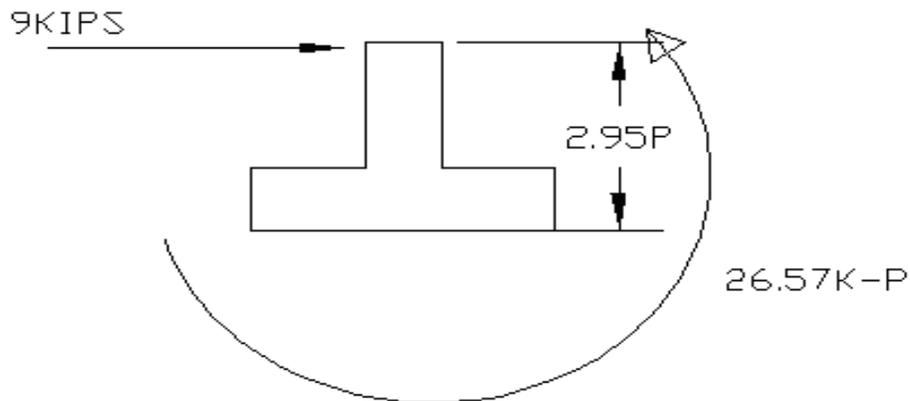
El ACI-318 recomienda que los refuerzos principales sean pares para contrarrestar los esfuerzos cortantes en ambas direcciones, por tanto se recomienda usar **6** varillas numero 5

6.4.1.1 Calculo de la resistencia de aplastamiento del pedestal.

$$\phi P_{nb} = 0.7 \times 0.85 \times 3000 \times 144 = 257040 \text{ lbs} \quad (\text{fo. 33})$$

$$1.4V = 1.4 \times 25110 = 35154 \text{ Lbr.} < 257040 \text{ Lbr.} \quad \text{OK} \quad (\text{fo. 34})$$

6.4.2 Diseño de la zapata.



$$M = 26.57 \text{ K-Pie}$$

$$V = 225.11 \text{ K}$$

$$f_c = 3 \text{ KSI}$$

$$f_y = 40 \text{ KSI}$$

$$q_s = 3 \text{ Kg./cm}^2$$

$$\text{Desplante} = 24''$$

Probar zapata de 4"x4"x 1Pie

Determinación del peso:

$$\begin{aligned} \text{Pedestal} &= ((12 \times 12) / 144) (2) (150) = 0.3 \text{ Kips.} \\ \text{Terreno} &= (16 - 1) (2) (100) = 3 \text{ Kips.} \\ \text{Zapata} &= (16) (1) (150) = 2.4 \text{ Kips.} \\ \text{Peso Total} &= 0.3 + 3 + 2.4 + 25.11 = 30.81 \text{ Kips.} \end{aligned}$$

$$e = 26.57 / 30.81 = 0.86 \text{ pies} \quad (\text{fo. 35})$$

Calculo de la capacidad de soporte requerido

$$q_{\text{req}} = 30.81 / 16 \times (1 + 6 \times 0.86 / 4) = 4.41 \text{ k/pies}^2 \quad (\text{fo. 36})$$

$$\begin{aligned} q_{\text{req}} &= 2.16 \text{ kg/cm}^2 < 3 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK} \\ A_s &= (200 / 40000) (48 \times 12) = 2.88 \text{ pulg} \\ \text{Usar varilla N}^\circ 5 \\ \text{N}^\circ \text{ de varillas} &= 2.88 / 0.31 = 10 \text{ varillas A/D} \end{aligned}$$

Usar Zapata de 1.2*1.2*0.3mt

6.4.2.1 Revisión de la presión de apoyo del suelo en la base de la zapata

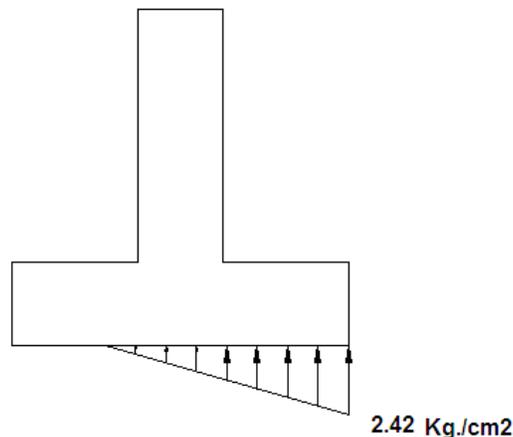
$$e = 0.86$$

$$L/6 = 0.67$$

$e > L/6$ Obtenemos el tercer caso

$$q_{\text{max}} = (2 \times 30.81) / (3 \times 4 \times 1.04) = 4.94 \text{ k/pies}^2$$

$$q_{\text{max}} = 2.42 \text{ kg/cm}^2 < 3 \text{ kg/cm}^2$$



Esto demuestra que la presión obtenida del suelo en la base de la zapata esta por debajo de la presión permisible del suelo, es decir que el suelo no fallara aun cuando la zapata este sometida a esfuerzo de flexión.

6.4.2.2 Análisis de la capacidad en cortante en una dirección a una distancia igual a la altura del `peralte efectivo (d).

$$d=30-7.5-1.6=20.9\text{cm}$$

$$d=8.36\text{pulg}$$

$$d=0.7\text{pies}$$

$$V_u=(4410)(16-12*12/144)/(0.85*48*8.36)= 193.94 \text{ psi} \quad (\text{fo. } 37)$$

$$V_{\text{perm}}=4(3000)^{0.5}=219.1\text{psi}>>193.94\text{psi} \quad \text{OK} \quad (\text{fo. } 38)$$

6.4.3 Calculo de diseño de viga sísmica.

$$\text{Claro}=7.87 \text{ pie}$$

$$\text{Momento en la base}= 26.57 \text{ K-p}$$

1. Revisión del control de deflexión.

$$d= 7.87*12/16= 6.00 \text{ pulg. (Peralte efectivo mínimo que se puede utilizar.)}$$

2. Se propone sección de 12*12 pulg.

3. Cálculo de la fuerza de tensión del acero NT.

$$a=1.25 \text{ pulg. Propuesta.}$$

$$d=10 \text{ pulg. Propuesto. (Mayor que el mínimo.)}$$

$$NT=(26.57*12)/(0.85*(10-1.25/2))= 40.01 \text{ K} \quad (\text{fo. } 39)$$

4. Revisión de a".

$$a''= 40.01/(0.85*3*12)= 1.31 \text{ pulg.} \quad (\text{fo. } 40)$$

5. 1.25<1.31 OK

Usar sección de 12*12 pulg.

6. Calculo del acero principal a tensión.

$$A_s=40.01/40= 1.0 \text{ pulg}^2$$

Usar 3 varillas N° 5

7. Cálculo del acero principal a compresión.

$$A's = 0.5 * 1.30 = 0.65 \text{ pulg}^2 \quad (\text{fo. 42})$$

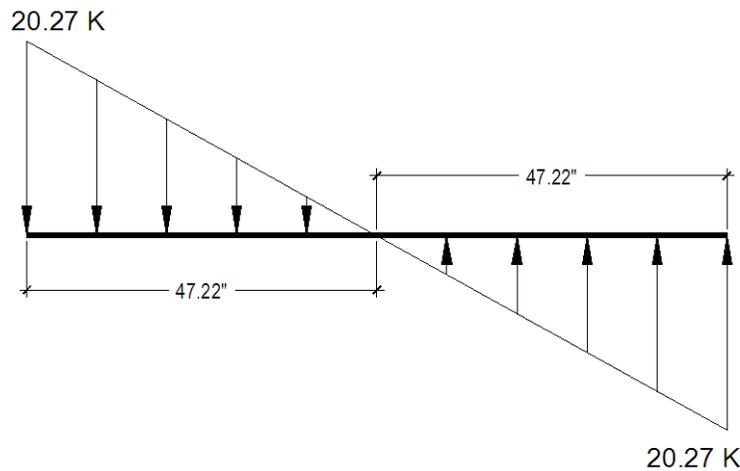
Usar 2 varillas N° 5

8. Cálculo del acero de refuerzo.

a) Cálculo del cortante (V_u).

$$W = (26.57 * 12) / (7.87)^2 = 5.15 \text{ K/pie}$$

$$V_u = (5.15 * 7.87) / 2 = 20.27 \text{ kips} \quad (\text{fo. 43})$$



b) Cálculo del esfuerzo nominal (V_n).

$$V_n = 20.27 / (0.85 * 12 * 10) = 0.20 \text{ KSI} = 200 \text{ PSI} \quad (\text{fo. 44})$$

c) Revisión de la pendiente.

$$m = 200 / 47.22 = 4.24 \quad (\text{fo. 45})$$

d) Determinar la separación (s) entre estribos.

- $V_s = 200 - 110 = 90 \text{ psi} \quad (\text{fo. 47})$

Proponemos área de acero $3/8"$

- $s = 0.22 * 40000 / (90 * 10) = 9.78" \quad (\text{fo. 46})$

Como observamos $s > d/16$ por tanto las distancias entre los estribos será de 6 pulgadas. (Se respetara los primeros 5 @ 5 cm. El resto @ 6").

6.5 Diseño de placas. (Ver pag. 47, cap. 3)

6.5.1 Diseño de placa base.

Probamos placa de 12"x12"

$$F_c = 0.25 \times 30000 \text{ psi} = 7500 \text{ psi}$$

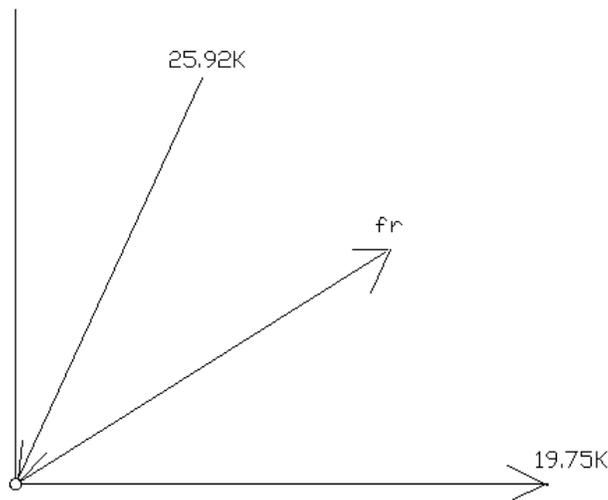
$$A_{req} = 25110 / 750 = 33 \text{ pulg}^2 < 144 \text{ pulg}^2 \quad \text{OK}$$

$$F_p = 25110 / 144 = 174.375 \text{ psi}$$

$$t = ((3 \times 174.37 \times 3.6) / 27000)^{0.5} = 5/16" \quad (\text{fo. 51})$$

$$\underline{t = 5/16 + 1/16 = 3/8"}$$

6.5.2 Diseño de placa para unir cuerda superior e inferior con miembro vertical.



Se tomara una placa de 6"x10" según el ancho de miembro vertical

$F_r = 38.55$ kips (Se utilizó la regla del paralelogramo para encontrar la resultante.)

$$F_a = 38.55 / (6 \times t) =$$

$$t = 38.55 / (6 \times 21.6) = 5/16" + 1/16" = 3/8" \quad (\text{De fo. 52})$$

Usar placa de 6"x10"x3/8"

6.6 Diseño de pernos para anclar la estructura. (Ver pag. 48, cap. 3)

$$M = 26.57 \text{ k-pies}$$

Suponemos una separación del borde de la placa de 1"

Placa de 12"x12"
 $F=26.57 \times 12 / 10 = 31.88 \text{ kips}$ (fo. 53)
 $A_{req} = 31.88 / 21.6 = 1.48 \text{ pulg}^2$

Usar cuatro pernos de 1/2"

$A_{per} = 0.4 \text{ pulg}^2 \times 4 \text{ pernos} = 1.57 \text{ pulg}^2 > 1.48 \text{ pulg}^2$ OK
Longitud del perno = $0.0004 \times 0.5 \times 40000 \text{ psi} = 8"$

6.7 Diseño de soldadura. (Ver pag. 48, cap. 3)

6.7.1 Soldadura para placa base.

Placa de 12"x12"x5/16"
Soldadura para placa base
Diámetro de la soldadura = 1/4"
Si una soldadura de 1/16" es 0.925 Kips/pulg. Entonces la soldadura de 1/4" es igual 3.7 Kips. /pulg.
 $P' = (26.57 \text{ Kips.} - \text{Pie} / 12 \text{ Pulg.}) \times 12 = 26.57 \text{ Kips.}$
 $P = 25.11 \text{ Kips.}$
Longitud de desarrollo 1 = $26.57 / 3.7 = 7.18"$
Longitud de desarrollo 2 = $25.11 / 3.7 = 6.79"$

Usar soldadura 1/4"

6.7.2 Soldadura para placa que soporta viga cargada axialmente.

$F_r = 38.55 \text{ Kips.}$
Placa 6"x10"x3/8"
Soldadura 5/16"
Si 1/16" = 0.925 Kips / pulg.
Entonces 5/16" = 4.63 Kips / pulg.
Longitud de desarrollo = 8.33 Pulg.
Capacidad de soldadura = $4.63 \times 21.6 = 100 \text{ Kips.} > 38.55 \text{ Kips.}$ OK

Usar soldadura 5/16"

Nota: para unir los miembros de la cercas entre si se usara soldadura 5/16"

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusión.

La fase final y más visible de la ingeniería estructural es la realización del proyecto. Esta fase de la construcción es la culminación de las aspiraciones del cliente-La Alcaldía- y los autores; es decir la documentación del diseño se transformara en realidad.

En el presente trabajo se hizo uso de métodos de análisis hidrológicos y de diseño estructural, tales como el método de transito de avenida para calcular el caudal máximo del río, el método de flexibilidades para analizar la estructura en el sentido longitudinal y el de Pendiente-Deflexión para analizar la estructura transversalmente. Además, se hizo uso de conceptos básicos de tensión, compresión y flexibilidades para el diseño de la superestructura y subestructura del puente, de tal forma que se ha proporcionado una técnica metodológica para abordar y resolver problemas prácticos para el desarrollo de puentes peatonales de acero en Nicaragua.

El diseño estructural del puente peatonal “El Valle-La Chorrera”, da como resultado la aplicación de elementos estructurales de acero A-36 en combinación con elementos de concreto reforzado, los cuales se diseñaron bajo las normas de diseño de la AISC, AASHTO, ACI-318 entre otras, para garantizar un diseño eficiente regido por dichas normas.

Se propuso que los elementos de la armadura estén con dimensiones adecuadas para soportar las cargas de servicio de manera segura y eficiente; además se observo que las cuerdas superiores resisten cargas de compresión y la cuerda inferior en su mayoría resiste cargas a tensión a acepción de los elementos cercanos a los extremos, los cuales experimentan compresión; esto debido a que la estructura trabaja como una viga sometida a cargas externas verticales hacia abajo, en donde la cuerda superior se comprime y la inferior se tensiona, por tanto es la que requirió mayores secciones.

El cruce del río El Valle a través del puente peatonal reducirá el tiempo de viaje para los usuarios garantizando así la seguridad del peatón en temporadas de invierno; evitando así el riesgo de accidente a la hora del cruce. Esto contribuirá con el desarrollo de las sanas aledañas al puente como son las comunidades El Valle, La Chorrera, El Caimito, entre otras.

Es de gran importancia la aplicación de este tipo de estructuras en zonas rurales en donde el paso en temporadas de invierno es inaccesible sobre ríos altamente caudalosos.

En este trabajo se investigo sobre el diseño de un puente peatonal en el cual se reservo el análisis de la resonancia y periodos de vibración del mismo, sin embargo, en

el momento en que se considera la acción de la fuerza de sismo en contacto con un área relativa de la superestructura esta de cierta manera se contrarresta con la colocación de los elementos estructurales que forman la cercha.

En el análisis transversal de la estructura se observó que tanto la carga muerta como viva y de sismo no produjeron efectos mayores en la subestructura, sin embargo el análisis demostró, que es parte fundamental para el diseño del elemento que contrarrestara el efecto de volteo en la estructura.

Recomendaciones

Las recomendaciones que se dan a continuación están dirigidas para una satisfactoria ejecución y operación del proyecto.

--Contratar al personal adecuado y capacitado para la construcción del puente peatonal.

--Una vez terminada la estructura exhortamos a la alcaldía y a los lugareños a darle mantenimiento por lo menos dos veces al año.

--Durante la construcción se debe tener cuidado de que no caigan a la corriente cemento fresco sustancias químicas u otros materiales perjudiciales.

--En ningún caso se debe crear obstáculos a la corriente ni al paso de los peces.

--Se deben remover y eliminar los escombros quemándolos o colocándolos fuera de las zonas del terreno que invade el agua en la avenida donde estará colocado el puente y en ningún otro lugar.

--Los lugares de cruce de equipos, materiales deben ser los mínimos posibles y por tanto deberán estar confinados en una zona determinada.

BIBLIOGRAFIA

Reglamento de las construcciones de concreto reforzado y comentarios ACI-318.

American Association and Transportation Officials . Inc AASTHO.

Instituto Americano de construcción de Acero AISC.

Diseño de estructura de concreto reforzado NAWI.

Galambos Tehodore. Diseño de estructuras de acero con el método LRFD.

Duarte Sarria Freddy. Calculo del caudal para diseño por el método transito de avenidas en la variante de Muskingum. Folleto 1993.

Linley, Kohier, Pauhus. Hidrológica para ingenieros. Editorial MacGraw-Hill latinoamericana S:A Interamericana de Mexico. Agosto 1998.

Diseño de concreto reforzado McCormac, 5 ta edición en español; México, Abril 2005.

Jack McCormac. Diseño de estructuras metalicas. Ediciones Alfaomega de C.V 1991.

Jack McCormac. Análisis de estructuras (Método clásico y matricial). 2da edición en español: México, Febrero 2005.

Luthe Garcia Rodolfo. Análisis Estructural. Primera Edición. AID. Buenos Aires 1971

Hibbeler R. C. Análisis Estructural. Tercera Edición. Prentice Hall. Mexico 1997

ANEXO 1

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA (C).
(Valido para cuenca con área de aportación hasta de 5 Km².)

<u>Uso del suelo</u>	<u>Us</u>
1- Vegetación densa, bosque, cafetal con sombra, pastos.	0.04
2- Maleza, arbustos (solar baldío), cultivos perennes, parques, Cementerios, campos deportivos.	0.06
3- Sin vegetación o con cultivos anuales.	0.10
4- Zonas suburbanas (viviendas, negocios).	0.20
5- Casco urbano y zonas industriales.	0.30-0.50
<u>Factores de ajuste.</u>	<u>Ts</u>
<u>Tipo de suelo.</u>	
1) Permeable (terreno arenoso, ceniza volcánica, pómez).	1.00
2) Semipermeable (terreno arcillo-arenoso).	1.25
3) Impermeable (terreno arcilloso, limoso, marga).	1.50
<u>Pendiente del terreno (%).</u>	<u>Pt</u>
a- 0.00- 3	1.00
b- 3.1- 5	1.50
c- 5.1- 10	2.00
d- 10.1- 20	2.50
e- 20 y más.	3.00
Fórmula: $C = Us * Ts * Pt$	
ELABORADO CON BASE EN LOS DOCUMENTOS: NORMAS CHECOSLOVACAS PARA ESTABILIZACION DE CAUCES Y CARCAVAS. ESBOZO DE UN PLAN MAESTRO DEL DRENAJE PLUVIAL SUBTERRANEO Y SUPERFICIAL DE LA CIUDAD DE MANAGUA Y OBSERVACIONES DE CAMPO.	

PARAMETROS DE AJUSTES

T: Años	r	A	d	b
1.5	-0.9974	3187.679	14.0	1.040
2	-0.9997	2820.224	16.0	0.960
5	-0.9990	1872.392	15.0	0.796
10	-0.9982	1502.995	13.0	0.715
15	-0.9982	1287.138	11.0	0.668
25	-0.9988	971.7430	7.00	0.595
50	-0.9989	790.9150	4.00	0.531
100	-0.9976	930.9150	6.00	0.540

$$I = A/(t+d)^b$$

Formula para calcular el caudal de arrastre.

En los caudales naturales con arrastres es mucho mas complicado predecir la resistencia al flujo debido principalmente a que:

- 1- La configuración del fondo cambia al variar la intensidad de la corriente.
- 2- En ocasiones, partículas del fondo son transportadas en suspensión y el aumento de concentración modifica las características del fluido y del escurrimiento.

La resistencia total que se presenta en los cauces naturales se puede dividir en dos; una debida a las partículas y otra a las ondulaciones. La nomenclatura a seguir será designar la variable primera cuando esta asociada a las partículas , la variable biprima cuando lo es respecto a las ondulaciones y sin ningún índice al asociarse a la rugosidad total de la sección.

Por lo anterior, la mayoría de los autores supone que el esfuerzo cortante en el fondo se puede descomponer en dos:

$$t_o = t'_o + t''_o$$

Donde:

t_o : esfuerzo cortante total, Kgf/m²

t'_o : esfuerzo cortante asociado a las partículas, Kgf/m²

t''_o : esfuerzo cortante asociado a las ondulaciones, Kgf/m²

Y puesto que $t = \rho U_*^2$ se obtiene:

$$\rho U_*^2 = (\rho U_*^2)' + (\rho U_*^2)''$$

Donde:

U_* velocidad al cortante, en m/s y es igual a:

$$U_* = (g R_H S)^{1/2}$$

Para obtener la velocidad media del flujo o la pendiente, las formulas y criterios propuestos se pueden agrupar en:

- A) Los que toman en cuenta solo la resistencia total.
- B) Los que subdividen la resistencia total en una asociada a las partículas y otra asociada a las ondulaciones.

Métodos que toman en cuenta la resistencia total.

De todos los métodos que permiten obtener directamente la resistencia total se recomienda al propuesto por Cruickshank-Maza, quienes tomaron en cuenta la rugosidad relativa de los granos, e implícitamente la variación de la forma de la configuración del fondo al variar el flujo. Proponen dos ecuaciones: Una para régimen inferior con fondos de rizos y dunas, y otro para régimen superior con ondas estacionarias y antidunas.

Para régimen inferior:

$$U = 7.58 w_{50} (d/D_{84})^{0.634} (S/\Delta)^{0.456}$$

Que se cumple si:

$$1/S \geq 83.5 (d/(\Delta D_{84}))^{0.35}$$

Para régimen superior:

$$U = 6.25 w_{50} (d/D_{84})^{0.644} (S/\Delta)^{0.352}$$

Que se cumple si:

$$1/S \geq 66.5 (d/(\Delta D_{84}))^{0.382}$$

Donde:

W_{50} = Velocidad de caídas de las partículas con diámetro D_{50} , en m/s

d = tirante medio, en m.

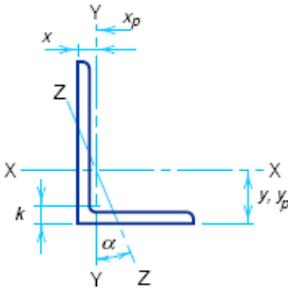
R_H = Radio hidráulico.

S = Pendiente del cauce

ρ = coeficiente de rugosidad.

El método se aplica para materiales granulares siempre y cuando $D_{50} < 2\text{mm}$.

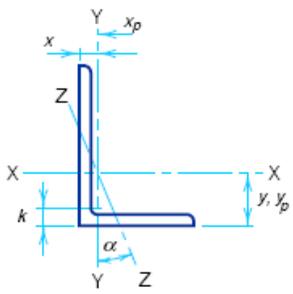
ANEXO 2



ANGLES

Equal legs and unequal legs
Properties for designing

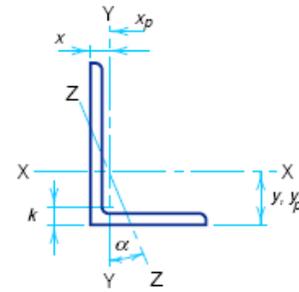
Size and Thickness	k	Weight per ft	Area	Axis X-X					
				I	S	r	y	Z	yp
in.	in.	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L8×8×1 1/8	1 3/4	56.9	16.7	98.0	17.5	2.42	2.41	31.6	1.05
	1	51.0	15.0	89.0	15.8	2.44	2.37	28.5	0.938
	7/8	45.0	13.2	79.6	14.0	2.45	2.33	25.3	0.827
	3/4	38.9	11.4	69.7	12.2	2.47	2.28	22.0	0.715
	5/8	32.7	9.61	59.4	10.3	2.49	2.23	18.6	0.601
	9/16	29.6	8.68	54.1	9.34	2.50	2.21	16.8	0.543
	1/2	26.4	7.75	48.6	8.36	2.50	2.19	15.1	0.484
L8×6×1	1 1/2	44.2	13.0	80.8	15.1	2.49	2.65	27.3	1.50
	7/8	39.1	11.5	72.3	13.4	2.51	2.61	24.2	1.44
	3/4	33.8	9.94	63.4	11.7	2.53	2.56	21.1	1.38
	5/8	28.5	8.36	54.1	9.87	2.54	2.52	17.9	1.31
	9/16	25.7	7.56	49.3	8.95	2.55	2.50	16.2	1.28
	1/2	23.0	6.75	44.3	8.02	2.56	2.47	14.5	1.25
	7/16	20.2	5.93	39.2	7.07	2.57	2.45	12.8	1.22
L8×4×1	1 1/2	37.4	11.0	69.6	14.1	2.52	3.05	24.3	2.50
	7/8	33.1	9.73	62.5	12.5	2.53	3.00	21.6	2.44
	3/4	28.7	8.44	54.9	10.9	2.55	2.95	18.9	2.38
	5/8	24.2	7.11	46.9	9.21	2.57	2.91	16.0	2.31
	9/16	21.9	6.43	42.8	8.35	2.58	2.88	14.5	2.28
	1/2	19.6	5.75	38.5	7.49	2.59	2.86	13.0	2.25
	7/16	17.2	5.06	34.1	6.60	2.60	2.83	11.5	2.22
L7×4×3/4	1 1/4	26.2	7.69	37.8	8.42	2.22	2.51	14.8	1.88
	5/8	22.1	6.48	32.4	7.14	2.24	2.46	12.6	1.81
	1/2	17.9	5.25	26.7	5.81	2.25	2.42	10.3	1.75
	7/16	15.7	4.62	23.7	5.13	2.26	2.39	9.09	1.72
	3/8	13.6	3.98	20.6	4.44	2.27	2.37	7.87	1.69



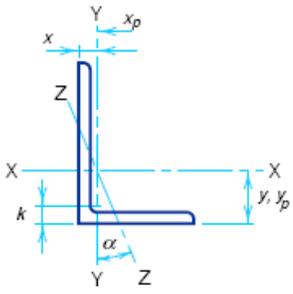
ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per ft	Area	Axis X-X					
				I	S	r	y	Z	yp
in.	in.	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L6×6×1	1½	37.4	11.0	35.5	8.57	1.80	1.86	15.5	0.917
7/8	1¾	33.1	9.73	31.9	7.63	1.81	1.82	13.8	0.811
¾	1¼	28.7	8.44	28.2	6.66	1.83	1.78	12.0	0.703
5/8	1⅛	24.2	7.11	24.2	5.66	1.84	1.73	10.2	0.592
9/16	1⅜	21.9	6.43	22.1	5.14	1.85	1.71	9.26	0.536
½	1	19.6	5.75	19.9	4.61	1.86	1.68	8.31	0.479
7/16	15/16	17.2	5.06	17.7	4.08	1.87	1.66	7.34	0.422
3/8	7/8	14.9	4.36	15.4	3.53	1.88	1.64	6.35	0.363
5/16	13/16	12.4	3.65	13.0	2.97	1.89	1.62	5.35	0.304
L6×4×7/8	13/8	27.2	7.98	27.7	7.15	1.86	2.12	12.7	1.44
¾	1¼	23.6	6.94	24.5	6.25	1.88	2.08	11.2	1.38
5/8	1⅛	20.0	5.86	21.1	5.31	1.90	2.03	9.51	1.31
9/16	1⅜	18.1	5.31	19.3	4.83	1.90	2.01	8.66	1.28
½	1	16.2	4.75	17.4	4.33	1.91	1.99	7.78	1.25
7/16	15/16	14.3	4.18	15.5	3.83	1.92	1.96	6.88	1.22
3/8	7/8	12.3	3.61	13.5	3.32	1.93	1.94	5.97	1.19
5/16	13/16	10.3	3.03	11.4	2.79	1.94	1.92	5.03	1.16
L6×3½×½	1	15.3	4.50	16.6	4.24	1.92	2.08	7.50	1.50
¾	7/8	11.7	3.42	12.9	3.24	1.94	2.04	5.76	1.44
5/16	13/16	9.80	2.87	10.9	2.73	1.95	2.01	4.85	1.41
L5×5×7/8	13/8	27.2	7.98	17.8	5.17	1.49	1.57	9.33	0.798
¾	1¼	23.6	6.94	15.7	4.53	1.51	1.52	8.16	0.694
5/8	1⅛	20.0	5.86	13.6	3.86	1.52	1.48	6.95	0.586
½	1	16.2	4.75	11.3	3.16	1.54	1.43	5.68	0.475
7/16	15/16	14.3	4.18	10.0	2.79	1.55	1.41	5.03	0.418
3/8	7/8	12.3	3.61	8.74	2.42	1.56	1.39	4.36	0.361
5/16	13/16	10.3	3.03	7.42	2.04	1.57	1.37	3.68	0.303

ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing



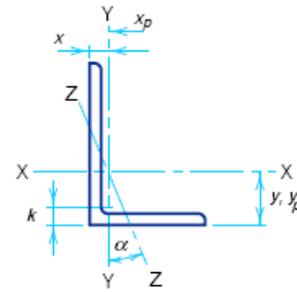
Size and Thickness	Axis Y-Y						Axis Z-Z	
	I	S	r	x	Z	x_p	r	Tan α
in.	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in.	α
L6×6×1	35.5	8.57	1.80	1.86	15.5	0.917	1.17	1.000
7/8	31.9	7.63	1.81	1.82	13.8	0.811	1.17	1.000
3/4	28.2	6.66	1.83	1.78	12.0	0.703	1.17	1.000
5/8	24.2	5.66	1.84	1.73	10.2	0.592	1.18	1.000
9/16	22.1	5.14	1.85	1.71	9.26	0.536	1.18	1.000
1/2	19.9	4.61	1.86	1.68	8.31	0.479	1.18	1.000
7/16	17.7	4.08	1.87	1.66	7.34	0.422	1.19	1.000
3/8	15.4	3.53	1.88	1.64	6.35	0.363	1.19	1.000
5/16	13.0	2.97	1.89	1.62	5.35	0.304	1.20	1.000
L6×4×7/8	9.75	3.39	1.11	1.12	6.31	0.665	0.857	0.421
3/4	8.68	2.97	1.12	1.08	5.47	0.578	0.860	0.428
5/8	7.52	2.54	1.13	1.03	4.62	0.488	0.864	0.435
9/16	6.91	2.31	1.14	1.01	4.19	0.442	0.866	0.438
1/2	6.27	2.08	1.15	0.987	3.75	0.396	0.870	0.440
7/16	5.60	1.85	1.16	0.964	3.30	0.349	0.873	0.443
3/8	4.90	1.60	1.17	0.941	2.85	0.301	0.877	0.446
5/16	4.18	1.35	1.17	0.918	2.40	0.252	0.882	0.448
L6×3 1/2×1/2	4.25	1.59	0.972	0.833	2.91	0.375	0.759	0.344
3/8	3.34	1.23	0.988	0.787	2.20	0.285	0.767	0.350
5/16	2.85	1.04	0.996	0.763	1.85	0.239	0.772	0.352
L5×5×7/8	17.8	5.17	1.49	1.57	9.33	0.798	0.973	1.000
3/4	15.7	4.53	1.51	1.52	8.16	0.694	0.975	1.000
5/8	13.6	3.86	1.52	1.48	6.95	0.586	0.978	1.000
1/2	11.3	3.16	1.54	1.43	5.68	0.475	0.983	1.000
7/16	10.0	2.79	1.55	1.41	5.03	0.418	0.986	1.000
3/8	8.74	2.42	1.56	1.39	4.36	0.361	0.990	1.000
5/16	7.42	2.04	1.57	1.37	3.68	0.303	0.994	1.000



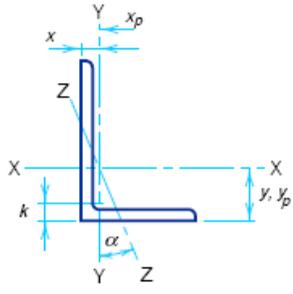
ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per ft	Area	Axis X-X					
				I	S	r	y	Z	yp
in.	in.	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L5x3½x¾	1¼	19.8	5.81	13.9	4.28	1.55	1.75	7.65	1.13
5/8	1⅛	16.8	4.92	12.0	3.65	1.56	1.70	6.55	1.06
½	1	13.6	4.00	9.99	2.99	1.58	1.66	5.38	1.00
3/8	7/8	10.4	3.05	7.78	2.29	1.60	1.61	4.14	0.938
5/16	13/16	8.70	2.56	6.60	1.94	1.61	1.59	3.49	0.906
¼	¾	7.00	2.06	5.39	1.57	1.62	1.56	2.83	0.875
L5x3x½	1	12.8	3.75	9.45	2.91	1.59	1.75	5.16	1.25
7/16	15/16	11.3	3.31	8.43	2.58	1.60	1.73	4.57	1.22
3/8	7/8	9.80	2.86	7.37	2.24	1.61	1.70	3.97	1.19
5/16	13/16	8.20	2.40	6.26	1.89	1.61	1.68	3.36	1.16
¼	¾	6.60	1.94	5.11	1.53	1.62	1.66	2.72	1.13
L4x4x¾	1⅛	18.5	5.44	7.67	2.81	1.19	1.27	5.07	0.680
5/8	1	15.7	4.61	6.66	2.40	1.20	1.23	4.33	0.576
½	7/8	12.8	3.75	5.56	1.97	1.22	1.18	3.56	0.469
7/16	13/16	11.3	3.31	4.97	1.75	1.23	1.16	3.16	0.414
3/8	¾	9.80	2.86	4.36	1.52	1.23	1.14	2.74	0.357
5/16	11/16	8.20	2.40	3.71	1.29	1.24	1.12	2.32	0.300
¼	5/8	6.60	1.94	3.04	1.05	1.25	1.09	1.88	0.242
L4x3½x½	15/16	11.9	3.50	5.32	1.94	1.23	1.25	3.50	0.500
3/8	13/16	9.10	2.67	4.18	1.49	1.25	1.21	2.71	0.438
5/16	¾	7.70	2.25	3.56	1.26	1.26	1.18	2.29	0.406
¼	11/16	6.20	1.81	2.91	1.03	1.27	1.16	1.86	0.375

ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing



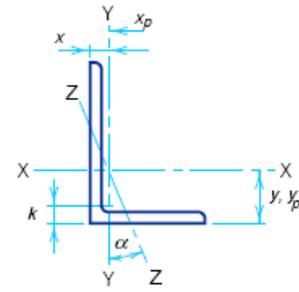
Size and Thickness	Axis Y-Y						Axis Z-Z	
	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>x</i>	<i>Z</i>	<i>x_p</i>	<i>r</i>	Tan α
in.	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in.	
L5×3½×¾	5.55	2.22	0.977	0.996	4.10	0.581	0.748	0.464
	4.83	1.90	0.991	0.951	3.47	0.492	0.751	0.472
	4.05	1.56	1.01	0.906	2.83	0.400	0.755	0.479
	3.18	1.21	1.02	0.861	2.16	0.305	0.762	0.486
	2.72	1.02	1.03	0.838	1.82	0.256	0.766	0.489
	2.23	0.830	1.04	0.814	1.47	0.206	0.770	0.492
L5×3×½	2.58	1.15	0.829	0.750	2.11	0.375	0.648	0.357
	2.32	1.02	0.837	0.727	1.86	0.331	0.651	0.361
	2.04	0.888	0.845	0.704	1.60	0.286	0.654	0.364
	1.75	0.753	0.853	0.681	1.35	0.240	0.658	0.368
	1.44	0.614	0.861	0.657	1.09	0.194	0.663	0.371
L4×4×¾	7.67	2.81	1.19	1.27	5.07	0.680	0.778	1.000
	6.66	2.40	1.20	1.23	4.33	0.576	0.779	1.000
	5.56	1.97	1.22	1.18	3.56	0.469	0.782	1.000
	4.97	1.75	1.23	1.16	3.16	0.414	0.785	1.000
	4.36	1.52	1.23	1.14	2.74	0.357	0.788	1.000
	3.71	1.29	1.24	1.12	2.32	0.300	0.791	1.000
L4×3½×½	3.04	1.05	1.25	1.09	1.88	0.242	0.795	1.000
	3.79	1.52	1.04	1.00	2.73	0.438	0.722	0.750
	2.95	1.16	1.06	0.955	2.11	0.334	0.727	0.755
	2.55	0.994	1.07	0.932	1.78	0.281	0.730	0.757
2.09	0.808	1.07	0.909	1.44	0.227	0.734	0.759	



ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per ft	Area	Axis X-X					
				I	S	r	y	Z	yp
in.	in.	lb	in.	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in.
L4x3x5/8	1 1/16	13.6	3.98	6.03	2.30	1.23	1.37	4.12	0.813
1/2	15/16	11.1	3.25	5.05	1.89	1.25	1.33	3.41	0.750
7/16	7/8	9.80	2.87	4.52	1.68	1.25	1.30	3.03	0.719
3/8	13/16	8.50	2.48	3.96	1.46	1.26	1.28	2.64	0.688
5/16	3/4	7.20	2.09	3.38	1.23	1.27	1.26	2.23	0.656
1/4	11/16	5.80	1.69	2.77	1.00	1.28	1.24	1.82	0.625
L3 1/2 x 3 1/2 x 1/2	7/8	11.1	3.25	3.64	1.49	1.06	1.06	2.68	0.464
7/16	13/16	9.80	2.87	3.26	1.32	1.07	1.04	2.38	0.410
3/8	3/4	8.50	2.48	2.87	1.15	1.07	1.01	2.08	0.355
5/16	11/16	7.20	2.09	2.45	0.976	1.08	0.990	1.76	0.299
1/4	5/8	5.80	1.69	2.01	0.794	1.09	0.968	1.43	0.241
L3 1/2 x 3 x 1/2	15/16	10.2	3.00	3.45	1.45	1.07	1.13	2.63	0.500
3/8	13/16	7.90	2.30	2.72	1.13	1.09	1.08	2.04	0.438
5/16	3/4	6.60	1.93	2.33	0.954	1.10	1.06	1.73	0.406
1/4	11/16	5.40	1.56	1.91	0.776	1.11	1.04	1.41	0.375
L3 1/2 x 2 1/2 x 1/2	15/16	9.40	2.75	3.24	1.41	1.09	1.20	2.53	0.750
3/8	13/16	7.20	2.11	2.56	1.09	1.10	1.16	1.97	0.688
1/4	11/16	4.90	1.44	1.80	0.755	1.12	1.11	1.36	0.625
L3 x 3 x 1/2	13/16	9.40	2.75	2.22	1.07	0.898	0.932	1.93	0.458
7/16	3/4	8.30	2.43	1.99	0.954	0.905	0.910	1.72	0.406
3/8	11/16	7.20	2.11	1.76	0.833	0.913	0.888	1.50	0.352
5/16	5/8	6.10	1.78	1.51	0.707	0.922	0.865	1.27	0.296
1/4	9/16	4.90	1.44	1.24	0.577	0.930	0.842	1.04	0.240
3/16	1/2	3.71	1.09	0.962	0.441	0.939	0.820	0.794	0.182

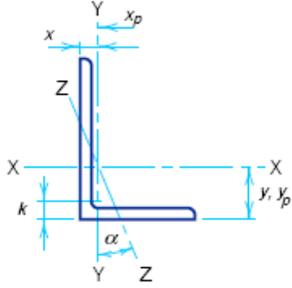
ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing

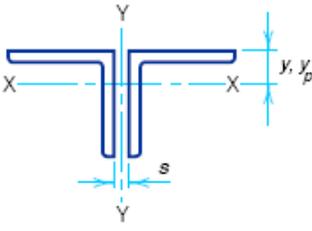


Size and Thickness	Axis Y-Y						Axis Z-Z	
	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>x</i>	<i>Z</i>	<i>x_p</i>	<i>r</i>	Tan α
in.	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in.	
L4×3×5/8	2.87	1.35	0.849	0.871	2.48	0.498	0.637	0.534
1/2	2.42	1.12	0.864	0.827	2.03	0.406	0.639	0.543
7/16	2.18	0.992	0.871	0.804	1.79	0.359	0.641	0.547
3/8	1.92	0.866	0.879	0.782	1.56	0.311	0.644	0.551
5/16	1.65	0.734	0.887	0.759	1.31	0.261	0.647	0.554
1/4	1.36	0.599	0.896	0.736	1.06	0.211	0.651	0.558
L3 1/2×3 1/2×1/2	3.64	1.49	1.06	1.06	2.68	0.464	0.683	1.000
7/16	3.26	1.32	1.07	1.04	2.38	0.410	0.684	1.000
3/8	2.87	1.15	1.07	1.01	2.08	0.355	0.687	1.000
5/16	2.45	0.976	1.08	0.990	1.76	0.299	0.690	1.000
1/4	2.01	0.794	1.09	0.968	1.43	0.241	0.694	1.000
L3 1/2×3×1/2	2.33	1.10	0.881	0.875	1.98	0.429	0.621	0.714
3/8	1.85	0.851	0.897	0.830	1.53	0.328	0.625	0.721
5/16	1.58	0.722	0.905	0.808	1.30	0.276	0.627	0.724
1/4	1.30	0.589	0.914	0.785	1.05	0.223	0.631	0.727
L3 1/2×2 1/2×1/2	1.36	0.760	0.704	0.705	1.40	0.393	0.534	0.486
3/8	1.09	0.592	0.719	0.660	1.07	0.301	0.537	0.496
1/4	0.777	0.412	0.735	0.614	0.735	0.205	0.544	0.506
L3×3×1/2	2.22	1.07	0.898	0.932	1.93	0.458	0.584	1.000
7/16	1.99	0.954	0.905	0.910	1.72	0.406	0.585	1.000
3/8	1.76	0.833	0.913	0.888	1.50	0.352	0.587	1.000
5/16	1.51	0.707	0.922	0.865	1.27	0.296	0.589	1.000
1/4	1.24	0.577	0.930	0.842	1.04	0.240	0.592	1.000
3/16	0.962	0.441	0.939	0.820	0.794	0.182	0.596	1.000

ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per ft	Area	Axis X-X					
				I	S	r	y	Z	yp
in.	in.	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L3x2½x½	7/8	8.50	2.50	2.08	1.04	0.913	1.000	1.88	0.500
	3/8	6.60	1.92	1.66	0.810	0.928	0.956	1.47	0.438
	5/16	5.60	1.62	1.42	0.688	0.937	0.933	1.25	0.406
	¼	4.50	1.31	1.17	0.561	0.945	0.911	1.02	0.375
	3/16	3.39	0.996	0.907	0.430	0.954	0.888	0.781	0.344
L3x2x½	13/16	7.70	2.25	1.92	1.00	0.924	1.08	1.78	0.750
	3/8	5.90	1.73	1.53	0.781	0.940	1.04	1.40	0.688
	5/16	5.00	1.46	1.32	0.664	0.948	1.02	1.19	0.656
	¼	4.10	1.19	1.09	0.542	0.957	0.993	0.973	0.625
	3/16	3.07	0.902	0.842	0.415	0.966	0.970	0.746	0.594
L2½x2½x½	13/16	7.70	2.25	1.23	0.724	0.739	0.806	1.31	0.450
	3/8	5.90	1.73	0.984	0.566	0.753	0.762	1.02	0.347
	5/16	5.00	1.46	0.849	0.482	0.761	0.740	0.869	0.293
	¼	4.10	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.711	0.238
	3/16	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.545	0.180
L2½x2x3/8	11/16	5.30	1.55	0.912	0.547	0.768	0.831	0.986	0.438
	5/16	4.50	1.31	0.788	0.466	0.776	0.809	0.843	0.406
	¼	3.62	1.06	0.654	0.381	0.784	0.787	0.691	0.375
	3/16	2.75	0.809	0.509	0.293	0.793	0.764	0.532	0.344
L2x2x3/8	11/16	4.70	1.36	0.479	0.351	0.594	0.636	0.633	0.340
	5/16	3.92	1.15	0.416	0.300	0.601	0.614	0.541	0.288
	¼	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.445	0.234
	3/16	2.44	0.715	0.272	0.190	0.617	0.569	0.343	0.179
	1/8	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.235	0.121

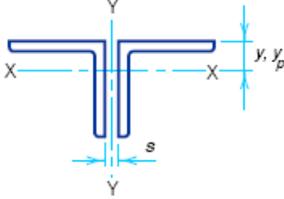
<p style="text-align: center;">ANGLES Equal legs and unequal legs Properties for designing</p> 								
Size and Thickness	Axis Y-Y						Axis Z-Z	
	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>x</i>	<i>Z</i>	<i>x_p</i>	<i>r</i>	Tan α
in.	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in.	
L3×2½×½	1.30	0.744	0.722	0.750	1.35	0.417	0.520	0.667
⅜	1.04	0.581	0.736	0.706	1.05	0.320	0.522	0.676
⅝	0.898	0.494	0.744	0.683	0.889	0.270	0.525	0.680
¼	0.743	0.404	0.753	0.661	0.724	0.219	0.528	0.684
⅜	0.577	0.310	0.761	0.638	0.553	0.166	0.533	0.688
L3×2×½	0.672	0.474	0.546	0.583	0.891	0.375	0.428	0.414
⅜	0.543	0.371	0.559	0.539	0.684	0.289	0.430	0.428
⅝	0.470	0.317	0.567	0.516	0.577	0.244	0.432	0.435
¼	0.392	0.260	0.574	0.493	0.468	0.198	0.435	0.440
⅜	0.307	0.200	0.583	0.470	0.357	0.150	0.439	0.446
L2½×2½×½	1.23	0.724	0.739	0.806	1.31	0.450	0.487	1.000
⅜	0.984	0.566	0.753	0.762	1.02	0.347	0.487	1.000
⅝	0.849	0.482	0.761	0.740	0.869	0.293	0.489	1.000
¼	0.703	0.394	0.769	0.717	0.711	0.238	0.491	1.000
⅜	0.547	0.303	0.778	0.694	0.545	0.180	0.495	1.000
L2½×2×⅜	0.514	0.363	0.577	0.581	0.660	0.309	0.420	0.614
⅝	0.446	0.310	0.584	0.559	0.561	0.262	0.422	0.620
¼	0.372	0.254	0.592	0.537	0.457	0.213	0.424	0.626
⅜	0.291	0.196	0.600	0.514	0.350	0.162	0.427	0.631
L2×2×⅜	0.479	0.351	0.594	0.636	0.633	0.340	0.389	1.000
⅝	0.416	0.300	0.601	0.614	0.541	0.288	0.390	1.000
¼	0.348	0.247	0.609	0.592	0.445	0.234	0.391	1.000
⅜	0.272	0.190	0.617	0.569	0.343	0.179	0.394	1.000
⅝	0.190	0.131	0.626	0.546	0.235	0.121	0.398	1.000



DOUBLE ANGLES

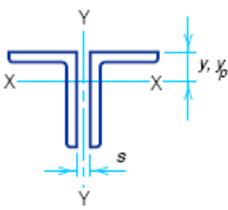
Two equal leg angles
Properties of sections

Designation	Wt. per ft 2 Angles lb	Area of 2 Angles in. ²	Axis X-X					
			<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>y</i>	<i>Z</i>	<i>y_p</i>
			in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L8×8×1 ¹ / ₈	114	33.5	195	35.1	2.42	2.41	63.2	1.05
1	102	30.0	177	31.6	2.44	2.37	56.9	0.938
7/8	90.0	26.5	159	28.0	2.45	2.32	50.5	0.827
3/4	77.8	22.9	139	24.4	2.47	2.28	43.9	0.715
5/8	65.4	19.2	118	20.6	2.49	2.23	37.1	0.601
1/2	52.8	15.5	97.3	16.7	2.50	2.19	30.1	0.484
L6×6×1	74.8	22.0	70.9	17.1	1.80	1.86	30.9	0.917
7/8	66.2	19.5	63.8	15.3	1.81	1.82	27.5	0.811
3/4	57.4	16.9	56.3	13.3	1.83	1.78	24.0	0.703
5/8	48.4	14.2	48.3	11.3	1.84	1.73	20.4	0.592
1/2	39.2	11.5	39.8	9.23	1.86	1.68	16.6	0.479
3/8	29.8	8.72	30.8	7.06	1.88	1.64	12.7	0.363
L5×5×7/8	54.4	16.0	35.5	10.3	1.49	1.57	18.7	0.798
3/4	47.2	13.9	31.5	9.06	1.51	1.52	16.3	0.694
1/2	32.4	9.50	22.5	6.31	1.54	1.43	11.4	0.475
3/8	24.6	7.22	17.5	4.84	1.56	1.39	8.72	0.361
5/16	20.6	6.05	14.8	4.08	1.57	1.37	7.35	0.303
L4×4×3/4	37.0	10.9	15.3	5.62	1.19	1.27	10.1	0.680
5/8	31.4	9.22	13.3	4.80	1.20	1.23	8.66	0.576
1/2	25.6	7.50	11.1	3.95	1.22	1.18	7.12	0.469
3/8	19.6	5.72	8.72	3.05	1.23	1.14	5.49	0.357
5/16	16.4	4.80	7.43	2.58	1.24	1.12	4.64	0.300
1/4	13.2	3.88	6.08	2.09	1.25	1.09	3.77	0.242



DOUBLE ANGLES
Two equal leg angles
Properties of sections

Designation	Wt. per ft 2 Angles lb	Area of 2 Angles in. ²	Axis X-X						
			<i>I</i> in. ⁴	<i>S</i> in. ³	<i>r</i> in.	<i>y</i> in.	<i>Z</i> in. ³	<i>y_p</i> in.	
L3½×3½×¾	17.0	4.97	5.73	2.30	1.07	1.01	4.15	0.355	
	5/16	14.4	4.18	4.90	1.95	1.08	0.990	3.52	0.299
	¼	11.6	3.38	4.02	1.59	1.09	0.968	2.86	0.241
L3×3×½	18.8	5.50	4.43	2.14	0.898	0.932	3.87	0.458	
	3/8	14.4	4.22	3.52	1.67	0.913	0.888	3.00	0.352
	5/16	12.2	3.55	3.02	1.41	0.922	0.865	2.55	0.296
	¼	9.80	2.88	2.49	1.15	0.930	0.842	2.08	0.240
L2½×2½×¾	7.42	2.18	1.92	0.882	0.939	0.820	1.59	0.182	
	3/16	6.14	1.80	1.09	0.606	0.778	0.694	1.09	0.180
	5/16	10.0	2.93	1.70	0.964	0.761	0.740	1.74	0.293
L2×2×¾	8.20	2.38	1.41	0.789	0.769	0.717	1.42	0.238	
	¼	6.14	1.80	1.09	0.606	0.778	0.694	1.09	0.180
	3/8	9.40	2.72	0.958	0.702	0.594	0.636	1.27	0.340
	5/16	7.84	2.30	0.832	0.681	0.601	0.614	1.08	0.288
	¼	6.38	1.88	0.695	0.494	0.609	0.592	0.890	0.234
L2×2×¾	4.88	1.43	0.545	0.381	0.617	0.569	0.686	0.179	
	3/16	3.30	0.960	0.380	0.261	0.626	0.546	0.471	0.121
L2×2×¾	3.30	0.960	0.380	0.261	0.626	0.546	0.471	0.121	
	1/8	3.30	0.960	0.380	0.261	0.626	0.546	0.471	0.121



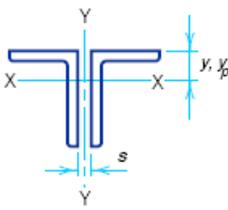
DOUBLE ANGLES

Two unequal leg angles

Properties of sections

Long legs back to back

Designation	Wt. per ft 2 Angles lb	Area of 2 Angles in. ²	Axis X-X					
			<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>y</i>	<i>Z</i>	<i>y_p</i>
			in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L8×6×1	88.4	26.0	161	30.2	2.49	2.65	54.5	1.50
3/4	67.6	19.9	126	23.3	2.53	2.56	42.2	1.38
1/2	46.0	13.5	88.6	16.0	2.56	2.47	29.1	1.25
L8×4×1	74.8	22.0	139	28.1	2.52	3.05	48.5	2.50
3/4	57.4	16.9	109	21.8	2.55	2.95	37.7	2.38
1/2	39.2	11.5	77.0	15.0	2.59	2.86	26.1	2.25
L7×4×3/4	52.4	15.4	75.6	16.8	2.22	2.51	29.6	1.88
1/2	35.8	10.5	53.3	11.6	2.25	2.42	20.6	1.75
3/8	27.2	7.97	41.1	8.88	2.27	2.37	15.7	1.69
L6×4×3/4	47.2	13.9	49.0	12.5	1.88	2.08	22.3	1.38
5/8	40.0	11.7	42.1	10.6	1.90	2.03	19.0	1.31
1/2	32.4	9.50	34.8	8.67	1.91	1.99	15.6	1.25
3/8	24.6	7.22	26.9	6.64	1.93	1.94	11.9	1.19
L6×3 1/2×3/8	23.4	6.84	25.7	6.49	1.94	2.04	11.5	1.44
5/16	19.6	5.74	21.8	5.47	1.95	2.01	9.70	1.41
L5×3 1/2×3/4	39.6	11.6	27.8	8.55	1.55	1.75	15.3	1.13
1/2	27.2	8.00	20.0	5.97	1.58	1.66	10.8	1.00
3/8	20.8	6.09	15.6	4.59	1.60	1.61	8.28	0.938
5/16	17.4	5.12	13.2	3.87	1.61	1.59	6.99	0.906
L5×3×1/2	25.6	7.50	18.9	5.82	1.59	1.75	10.3	1.25
3/8	19.6	5.72	14.7	4.47	1.61	1.70	7.95	1.19
5/16	16.4	4.80	12.5	3.77	1.61	1.68	6.71	1.16
1/4	13.2	3.88	10.2	3.06	1.62	1.66	5.45	1.13



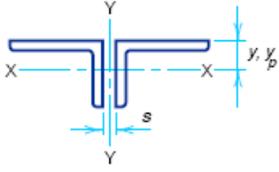
DOUBLE ANGLES

Two unequal leg angles

Properties of sections

Long legs back to back

Designation	Wt. per ft 2 Angles	Area of 2 Angles	Axis X-X					
			<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>y</i>	<i>Z</i>	<i>y_p</i>
	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L4×3½×½	23.8	7.00	10.6	3.87	1.23	1.25	7.00	0.500
¾	18.2	5.34	8.35	2.99	1.25	1.21	5.42	0.438
⅝	15.4	4.49	7.12	2.53	1.26	1.18	4.59	0.406
¼	12.4	3.63	5.83	2.05	1.27	1.16	3.73	0.375
L4×3×½	22.2	6.50	10.1	3.78	1.25	1.33	6.81	0.750
¾	17.0	4.97	7.93	2.92	1.26	1.28	5.28	0.688
⅝	14.4	4.18	6.76	2.47	1.27	1.26	4.47	0.656
¼	11.6	3.38	5.54	2.00	1.28	1.24	3.63	0.625
L3½×3×¾	15.8	4.59	5.45	2.25	1.09	1.08	4.08	0.438
⅝	13.2	3.87	4.66	1.91	1.10	1.06	3.46	0.406
¼	10.8	3.13	3.83	1.55	1.11	1.04	2.82	0.375
L3½×2½×¾	14.4	4.22	5.12	2.19	1.10	1.16	3.94	0.688
¼	9.80	2.88	3.60	1.51	1.12	1.11	2.73	0.625
L3×2½×¾	13.2	3.84	3.31	1.62	0.928	0.956	2.93	0.438
¼	9.00	2.63	2.35	1.12	0.945	0.911	2.04	0.375
⅝	6.77	1.99	1.81	0.859	0.954	0.888	1.56	0.344
L3×2×¾	11.8	3.47	3.06	1.56	0.940	1.04	2.79	0.688
⅝	10.0	2.93	2.63	1.33	0.948	1.02	2.38	0.656
¼	8.20	2.38	2.17	1.08	0.957	0.993	1.95	0.625
⅜	6.14	1.80	1.68	0.830	0.966	0.970	1.49	0.594
L2½×2×¾	10.6	3.09	1.82	1.09	0.768	0.831	1.97	0.438
⅝	9.00	2.62	1.58	0.932	0.776	0.809	1.69	0.406
¼	7.24	2.13	1.31	0.763	0.784	0.787	1.38	0.375
⅜	5.50	1.62	1.02	0.586	0.793	0.764	1.06	0.344



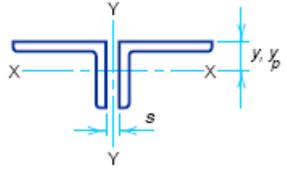
DOUBLE ANGLES

Two unequal leg angles

Properties of sections

Short legs back to back

Designation	Wt. per ft 2 Angles lb	Area of 2 Angles in. ²	Axis X-X					
			<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>y</i>	<i>Z</i>	<i>y_p</i>
			in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L8×6×1	88.4	26.0	77.6	17.8	1.73	1.65	32.4	0.813
3/4	67.6	19.9	61.4	13.8	1.76	1.56	24.9	0.621
1/2	46.0	13.5	43.4	9.58	1.79	1.47	17.0	0.422
L8×4×1	74.8	22.0	23.3	7.88	1.03	1.05	15.4	0.688
3/4	57.4	16.9	18.7	6.14	1.05	0.953	11.6	0.527
1/2	39.2	11.5	13.5	4.29	1.08	0.859	7.80	0.359
L7×4×3/4	52.4	15.4	18.1	6.05	1.09	1.01	11.3	0.549
1/2	35.8	10.5	13.1	4.23	1.11	0.917	7.66	0.375
3/8	27.2	7.97	10.2	3.26	1.13	0.870	5.80	0.285
L6×4×3/4	47.2	13.9	17.4	5.94	1.12	1.08	10.9	0.578
5/8	40.0	11.7	15.0	5.07	1.13	1.03	9.24	0.488
1/2	32.4	9.50	12.5	4.16	1.15	0.987	7.50	0.396
3/8	24.6	7.22	9.81	3.21	1.17	0.941	5.71	0.301
L6×3 1/2×3/8	23.4	6.84	6.68	2.46	0.988	0.787	4.41	0.285
5/16	19.6	5.74	5.70	2.08	0.996	0.763	3.70	0.239
L5×3 1/2×3/4	39.6	11.6	11.1	4.43	0.977	0.996	8.20	0.581
1/2	27.2	8.00	8.10	3.12	1.01	0.906	5.65	0.400
3/8	20.8	6.09	6.37	2.41	1.02	0.861	4.32	0.305
5/16	17.4	5.12	5.44	2.04	1.03	0.838	3.63	0.256
L5×3×1/2	25.6	7.50	5.16	2.29	0.829	0.750	4.22	0.375
3/8	19.6	5.72	4.08	1.78	0.845	0.704	3.21	0.286
5/16	16.4	4.80	3.49	1.51	0.853	0.681	2.69	0.240
1/4	13.2	3.88	2.88	1.23	0.861	0.657	2.17	0.194



DOUBLE ANGLES

Two unequal leg angles

Properties of sections

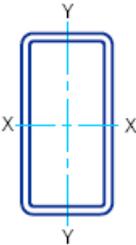
Short legs back to back

Designation	Wt. per ft 2 Angles lb	Area of 2 Angles in. ²	Axis X-X					
			<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>y</i>	<i>Z</i>	<i>y_p</i>
			in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.
L4×3½×½	23.8	7.00	7.58	3.03	1.04	1.00	5.47	0.438
	18.2	5.34	5.97	2.35	1.06	0.955	4.21	0.334
	15.4	4.49	5.10	1.99	1.07	0.932	3.56	0.281
	12.4	3.63	4.19	1.62	1.07	0.909	2.89	0.227
L4×3×½	22.2	6.50	4.85	2.23	0.864	0.827	4.06	0.406
	17.0	4.97	3.84	1.73	0.879	0.782	3.11	0.311
	14.4	4.18	3.29	1.47	0.887	0.759	2.63	0.261
	11.6	3.38	2.71	1.20	0.896	0.736	2.13	0.211
L3½×3×¾	15.8	4.59	3.69	1.70	0.897	0.830	3.06	0.328
	13.2	3.87	3.17	1.44	0.905	0.808	2.59	0.276
	10.8	3.13	2.61	1.18	0.914	0.785	2.10	0.223
L3½×2½×¾	14.4	4.22	2.18	1.18	0.719	0.660	2.15	0.301
	9.80	2.88	1.55	0.824	0.735	0.614	1.47	0.205
L3×2½×¾	13.2	3.84	2.08	1.16	0.736	0.706	2.10	0.320
	9.00	2.63	1.49	0.808	0.753	0.661	1.45	0.219
	6.77	1.99	1.15	0.620	0.761	0.638	1.11	0.166
L3×2×¾	11.8	3.47	1.09	0.743	0.559	0.539	1.37	0.289
	10.0	2.93	0.941	0.634	0.567	0.516	1.16	0.244
	8.20	2.38	0.784	0.520	0.574	0.493	0.937	0.198
	6.14	1.80	0.613	0.401	0.583	0.470	0.713	0.150
L2½×2×¾	10.6	3.09	1.03	0.725	0.577	0.581	1.32	0.309
	9.00	2.62	0.893	0.620	0.584	0.559	1.12	0.262
	7.24	2.13	0.745	0.509	0.592	0.537	0.915	0.213
	5.50	1.62	0.583	0.392	0.600	0.514	0.701	0.162

<div style="text-align: center;"> PIPE Dimensions and properties  </div>										
Dimensions				Weight per ft lbs Plain Ends	Properties					
Nominal Diameter	Outside Diameter	Inside Diameter	Wall Thickness		Area	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>J</i>	<i>Z</i>
in.	in.	in.	in.		in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³
Standard Weight										
½	0.840	0.622	0.109	0.85	0.250	0.017	0.041	0.261	0.034	0.059
¾	1.050	0.824	0.113	1.13	0.333	0.037	0.071	0.334	0.074	0.100
1	1.315	1.049	0.133	1.68	0.494	0.087	0.133	0.421	0.175	0.187
1¼	1.660	1.380	0.140	2.27	0.669	0.195	0.235	0.540	0.389	0.324
1½	1.900	1.610	0.145	2.72	0.799	0.310	0.326	0.623	0.620	0.448
2	2.375	2.067	0.154	3.65	1.07	0.666	0.561	0.787	1.33	0.761
2½	2.875	2.469	0.203	5.79	1.70	1.53	1.06	0.947	3.06	1.45
3	3.500	3.068	0.216	7.58	2.23	3.02	1.72	1.16	6.03	2.33
3½	4.000	3.548	0.226	9.11	2.68	4.79	2.39	1.34	9.58	3.22
4	4.500	4.026	0.237	10.79	3.17	7.23	3.21	1.51	14.5	4.31
5	5.563	5.047	0.258	14.62	4.30	15.2	5.45	1.88	30.3	7.27
6	6.625	6.065	0.280	18.97	5.58	28.1	8.50	2.25	56.3	11.2
8	8.625	7.981	0.322	28.55	8.40	72.5	16.8	2.94	145	22.2
10	10.750	10.020	0.365	40.48	11.9	161	29.9	3.67	321	39.4
12	12.750	12.000	0.375	49.56	14.6	279	43.8	4.38	559	57.4
Extra Strong										
½	0.840	0.546	0.147	1.09	0.320	0.020	0.048	0.250	0.040	0.072
¾	1.050	0.742	0.154	1.47	0.433	0.045	0.085	0.321	0.090	0.125
1	1.315	0.957	0.179	2.17	0.639	0.106	0.161	0.407	0.211	0.233
1¼	1.660	1.278	0.191	3.00	0.881	0.242	0.291	0.524	0.484	0.414
1½	1.900	1.500	0.200	3.63	1.07	0.391	0.412	0.605	0.782	0.581
2	2.375	1.939	0.218	5.02	1.48	0.868	0.731	0.766	1.74	1.02
2½	2.875	2.323	0.276	7.66	2.25	1.92	1.34	0.924	3.85	1.87
3	3.500	2.900	0.300	10.25	3.02	3.89	2.23	1.14	8.13	3.08
3½	4.000	3.364	0.318	12.50	3.68	6.28	3.14	1.31	12.6	4.32
4	4.500	3.826	0.337	14.98	4.41	9.61	4.27	1.48	19.2	5.85
5	5.563	4.813	0.375	20.78	6.11	20.7	7.43	1.84	41.3	10.1
6	6.625	5.761	0.432	28.57	8.40	40.5	12.2	2.19	81.0	16.6
8	8.625	7.625	0.500	43.39	12.8	106	24.5	2.88	211	33.0
10	10.750	9.750	0.500	54.74	16.1	212	39.4	3.63	424	52.6
12	12.750	11.750	0.500	65.42	19.2	362	56.7	4.33	723	75.1
Double-Extra Strong										
2	2.375	1.503	0.436	9.03	2.66	1.31	1.10	0.703	2.62	1.67
2½	2.875	1.771	0.552	13.69	4.03	2.87	2.00	0.844	5.74	3.04
3	3.500	2.300	0.600	18.58	5.47	5.99	3.42	1.05	12.0	5.12
4	4.500	3.152	0.674	27.54	8.10	15.3	6.79	1.37	30.6	9.97
5	5.563	4.063	0.750	38.59	11.3	33.6	12.1	1.72	67.3	17.5
6	6.625	4.897	0.864	53.16	15.6	66.3	20.0	2.06	133	28.9
8	8.625	6.875	0.875	72.42	21.3	162	37.6	2.76	324	52.8

 STRUCTURAL TUBING Square Dimensions and properties									
Dimensions			Properties**						
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>J</i>	<i>Z</i>
in.	in.		lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³
8x8	0.6250	5/8	59.32	17.4	153	38.3	2.96	258	47.2
	0.5000	1/2	48.85	14.4	131	32.9	3.03	217	39.7
	0.3750	3/8	37.69	11.1	106	26.4	3.09	170	31.3
	0.3125	5/16	31.84	9.36	90.9	22.7	3.12	145	26.7
	0.2500	1/4	25.82	7.59	75.1	18.8	3.15	118	21.9
	0.1875	3/16	19.63	5.77	58.2	14.6	3.18	90.6	16.8
7x7	0.6250	5/8	50.81	14.9	97.5	27.9	2.56	166	34.8
	0.5000	1/2	42.05	12.4	84.6	24.2	2.62	141	29.6
	0.3750	3/8	32.58	9.58	68.7	19.6	2.68	112	23.5
	0.3125	5/16	27.59	8.11	59.5	17.0	2.71	95.6	20.1
	0.2500	1/4	22.42	6.59	49.4	14.1	2.74	78.3	16.5
	0.1875	3/16	17.08	5.02	38.5	11.0	2.77	60.2	12.7
6x6	0.6250	5/8	42.30	12.4	57.3	19.1	2.15	99.5	24.3
	0.5000	1/2	35.24	10.4	50.5	16.8	2.21	85.6	20.9
	0.3750	3/8	27.48	8.08	41.6	13.9	2.27	68.5	16.8
	0.3125	5/16	23.34	6.86	36.3	12.1	2.30	58.9	14.4
	0.2500	1/4	19.02	5.59	30.3	10.1	2.33	48.5	11.9
	0.1875	3/16	14.53	4.27	23.8	7.93	2.36	37.5	9.24
	0.1250	1/8	9.86	2.90	16.5	5.52	2.39	25.7	6.35
5 1/2 x 5 1/2	0.3750	3/8	24.93	7.33	31.2	11.4	2.07	51.9	13.8
	0.3125	5/16	21.21	6.23	27.4	9.95	2.10	44.8	12.0
	0.2500	1/4	17.32	5.09	23.0	8.36	2.13	37.0	9.91
	0.1875	3/16	13.25	3.89	18.1	6.58	2.16	28.6	7.70
	0.1250	1/8	9.01	2.65	12.6	4.60	2.19	19.7	5.31
5x5	0.5000	1/2	28.43	8.36	27.0	10.8	1.80	46.8	13.7
	0.3750	3/8	22.37	6.58	22.8	9.11	1.86	38.2	11.2
	0.3125	5/16	19.08	5.61	20.1	8.02	1.89	33.1	9.70
	0.2500	1/4	15.62	4.59	16.9	6.78	1.92	27.4	8.07
	0.1875	3/16	11.97	3.52	13.4	5.36	1.95	21.3	6.29
	0.1250	1/8	8.16	2.40	9.41	3.77	1.98	14.7	4.36

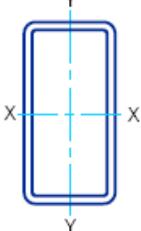
STRUCTURAL TUBING									
Square									
Dimensions and properties									
Dimensions			Properties**						
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>J</i>	<i>Z</i>
in.	in.		lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³
4½×4½	0.3750	⅜	19.82	5.83	16.0	7.10	1.66	27.1	8.81
	0.3125	⅝ ₁₆	16.96	4.98	14.2	6.30	1.69	23.6	7.68
	0.2500	¼	13.91	4.09	12.1	5.36	1.72	19.7	6.43
	0.1875	⅜ ₁₆	10.70	3.14	9.60	4.27	1.75	15.4	5.03
	0.1250	⅛	7.31	2.15	6.78	3.02	1.78	10.6	3.50
4×4	0.5000	½	21.63	6.36	12.3	6.13	1.39	21.8	8.02
	0.3750	⅜	17.27	5.08	10.7	5.35	1.45	18.4	6.72
	0.3125	⅝ ₁₆	14.83	4.36	9.58	4.79	1.48	16.1	5.90
	0.2500	¼	12.21	3.59	8.22	4.11	1.51	13.5	4.97
	0.1875	⅜ ₁₆	9.42	2.77	6.59	3.30	1.54	10.6	3.91
	0.1250	⅛	6.46	1.90	4.70	2.35	1.57	7.40	2.74
3½×3½	0.3125	⅝ ₁₆	12.70	3.73	6.09	3.48	1.28	10.4	4.35
	0.2500	¼	10.51	3.09	5.29	3.02	1.31	8.82	3.69
	0.1875	⅜ ₁₆	8.15	2.39	4.29	2.45	1.34	6.99	2.93
	0.1250	⅛	5.61	1.65	3.09	1.76	1.37	4.90	2.07
3×3	0.3125	⅝ ₁₆	10.58	3.11	3.58	2.39	1.07	6.22	3.04
	0.2500	¼	8.81	2.59	3.16	2.10	1.10	5.35	2.61
	0.1875	⅜ ₁₆	6.87	2.02	2.60	1.73	1.13	4.28	2.10
	0.1250	⅛	4.75	1.40	1.90	1.26	1.16	3.03	1.49
2½×2½	0.3125	⅝ ₁₆	8.45	2.48	1.87	1.50	0.868	3.32	1.96
	0.2500	¼	7.11	2.09	1.69	1.35	0.899	2.92	1.71
	0.1875	⅜ ₁₆	5.59	1.64	1.42	1.14	0.930	2.38	1.40
	0.1250	⅛	3.90	1.15	1.06	0.847	0.961	1.71	1.01
2×2	0.3125	⅝ ₁₆	6.32	1.86	0.815	0.815	0.662	1.49	1.11
	0.2500	¼	5.41	1.59	0.766	0.766	0.694	1.36	1.00
	0.1875	⅜ ₁₆	4.32	1.27	0.668	0.668	0.726	1.15	0.840
	0.1250	⅛	3.05	0.897	0.513	0.513	0.756	0.846	0.621
1½×1½	0.1875	⅜ ₁₆	3.04	0.894	0.242	0.323	0.521	0.431	0.423

<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h3>STRUCTURAL TUBING</h3> <h4>Rectangular</h4> <h4>Dimensions and properties</h4> </div> </div>													
Dimensions				Properties**									
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J
					I	S	Z	r	I	S	Z	r	
in.	in.		lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴
30x24	0.5000	1/2	178.16	52.4	7110	474	555	11.7	5070	422	477	9.84	9170
	0.3750	3/8	134.67	39.6	5430	362	422	11.7	3870	323	363	9.89	6960
	0.3125	5/16	112.66	33.1	4570	305	354	11.7	3260	272	304	9.92	5830
28x24	0.5000	1/2	171.35	50.4	6050	432	503	11.0	4790	399	454	9.75	8280
	0.3750	3/8	129.56	38.1	4630	331	383	11.0	3660	305	345	9.81	6290
	0.3125	5/16	108.41	31.9	3890	278	321	11.1	3080	257	290	9.84	5270
26x24	0.5000	1/2	164.55	48.4	5100	392	454	10.3	4510	376	430	9.66	7410
	0.3750	3/8	124.46	36.6	3900	300	345	10.3	3460	288	327	9.72	5630
	0.3125	5/16	104.15	30.6	3280	253	290	10.4	2910	242	275	9.75	4720
24x22	0.5000	1/2	150.93	44.4	3960	330	383	9.45	3470	315	361	8.84	5740
	0.3750	3/8	114.25	33.6	3040	253	292	9.51	2660	242	275	8.90	4370
	0.3125	5/16	95.64	28.1	2560	213	245	9.54	2240	204	231	8.93	3660
22x20	0.5000	1/2	137.32	40.4	3010	273	318	8.63	2600	260	298	8.03	4350
	0.3750	3/8	104.04	30.6	2310	210	243	8.69	2000	200	228	8.09	3310
	0.3125	5/16	87.14	25.6	1950	177	204	8.72	1690	169	192	8.12	2780
20x18	0.5000	1/2	123.71	36.4	2220	222	259	7.81	1890	210	242	7.21	3190
	0.3750	3/8	93.83	27.6	1710	171	198	7.88	1460	162	185	7.27	2440
	0.3125	5/16	78.63	23.1	1440	144	167	7.91	1230	137	155	7.30	2050
20x12	0.5000	1/2	103.30	30.4	1650	165	201	7.37	750	125	141	4.97	1650
	0.3750	3/8	78.52	23.1	1280	128	154	7.45	583	97.2	109	5.03	1270
	0.3125	5/16	65.87	19.4	1080	108	130	7.47	495	82.5	91.8	5.06	1070
20x8	0.5000	1/2	89.68	26.4	1270	127	162	6.94	300	75.1	84.7	3.38	806
	0.3750	3/8	68.31	20.1	988	98.8	125	7.02	236	59.1	65.6	3.43	625
	0.3125	5/16	57.36	16.9	838	83.8	105	7.05	202	50.4	55.6	3.46	529
20x4	0.5000	1/2	76.07	22.4	889	88.9	123	6.31	61.6	30.8	36.0	1.66	205
	0.3750	3/8	58.10	17.1	699	69.9	95.3	6.40	50.3	25.1	28.5	1.72	165
	0.3125	5/16	48.86	14.4	596	59.6	80.8	6.44	43.7	21.8	24.3	1.74	143

STRUCTURAL TUBING Rectangular Dimensions and properties													
Dimensions				Properties**									
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J
					I	S	Z	r	I	S	Z	r	
in.	in.		lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴
18x12	0.5000	1/2	96.49	28.4	1280	142	172	6.71	684	114	130	4.91	1420
	0.3750	3/8	73.42	21.6	991	110	132	6.78	533	88.8	100	4.97	1090
	0.3125	5/16	61.62	18.1	840	93.3	111	6.81	452	75.3	84.5	5.00	920
18x6	0.5000	1/2	76.07	22.4	818	90.9	119	6.05	141	47.2	53.9	2.52	410
	0.3750	3/8	58.10	17.1	641	71.3	92.2	6.13	113	37.6	42.1	2.57	322
	0.3125	5/16	48.86	14.4	546	60.7	78.1	6.17	97.0	32.3	35.8	2.60	274
	0.2500	1/4	39.43	11.6	447	49.6	63.5	6.21	80.0	26.7	29.2	2.63	224
16x12	0.5000	1/2	89.68	26.4	962	120	144	6.04	618	103	118	4.84	1200
	0.3750	3/8	68.31	20.1	748	93.5	111	6.11	482	80.3	91.3	4.90	922
	0.3125	5/16	57.36	16.9	635	79.4	93.8	6.14	409	68.2	77.2	4.93	777
16x8	0.5000	1/2	76.07	22.4	722	90.2	113	5.68	244	61.0	69.7	3.30	599
	0.3750	3/8	58.10	17.1	565	70.6	87.6	5.75	193	48.2	54.2	3.36	465
	0.3125	5/16	48.86	14.4	481	60.1	74.2	5.79	165	41.2	45.9	3.39	394
16x4	0.5000	1/2	62.46	18.4	481	60.2	82.2	5.12	49.3	24.6	29.0	1.64	157
	0.3750	3/8	47.90	14.1	382	47.8	64.2	5.21	40.4	20.2	23.0	1.69	127
	0.3125	5/16	40.35	11.9	327	40.9	54.5	5.25	35.1	17.6	19.7	1.72	110
14x12	0.5000	1/2	82.88	24.4	699	99.9	119	5.36	552	91.9	107	4.76	983
	0.3750	3/8	63.21	18.6	546	78.0	91.7	5.42	431	71.9	82.6	4.82	757
14x10	0.5000	1/2	76.07	22.4	608	86.9	105	5.22	361	72.3	83.6	4.02	730
	0.3750	3/8	58.10	17.1	476	68.0	81.5	5.28	284	56.8	64.8	4.08	564
	0.3125	5/16	48.86	14.4	405	57.9	69.0	5.31	242	48.4	54.9	4.11	477
14x6	0.6250	5/8	76.33	22.4	504	72.0	94.0	4.74	130	43.3	51.2	2.41	352
	0.5000	1/2	62.46	18.4	426	60.8	78.3	4.82	111	37.1	42.9	2.46	296
	0.3750	3/8	47.90	14.1	337	48.1	61.1	4.89	89.1	29.7	33.6	2.52	233
	0.3125	5/16	40.35	11.9	288	41.2	51.9	4.93	76.7	25.6	28.7	2.54	199
	0.2500	1/4	32.63	9.59	237	33.8	42.3	4.97	63.4	21.1	23.4	2.57	162

STRUCTURAL TUBING Rectangular Dimensions and properties													
Dimensions			Properties**										
Nominal* Size	Wall Thickness	Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J	
				I	S	Z	r	I	S	Z	r		
in.	in.	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	
14x4	0.6250	5/8	67.82	19.9	392	56.0	77.3	4.44	49.0	24.5	30.0	1.57	154
	0.5000	1/2	55.66	16.4	335	47.8	64.8	4.52	43.1	21.5	25.5	1.62	134
	0.3750	3/8	42.79	12.6	267	38.2	50.8	4.61	35.4	17.7	20.3	1.68	108
	0.3125	5/16	36.10	10.6	230	32.8	43.3	4.65	30.9	15.4	17.4	1.71	93.1
	0.2500	1/4	29.23	8.59	189	27.0	35.4	4.69	25.8	12.9	14.3	1.73	77.0
	0.1875	3/16	22.18	6.52	146	20.9	27.1	4.74	20.2	10.1	11.1	1.76	59.7
12x10	0.5000	1/2	69.27	20.4	419	69.9	83.9	4.54	316	63.3	74.1	3.94	581
	0.3750	3/8	53.00	15.6	330	55.0	65.2	4.60	249	49.8	57.6	4.00	450
	0.3125	5/16	44.60	13.1	281	46.9	55.2	4.63	213	42.6	48.8	4.03	381
	0.2500	1/4	36.03	10.6	230	38.4	44.9	4.66	174	34.9	39.7	4.06	309
12x8	0.6250	5/8	76.33	22.4	418	69.7	87.1	4.32	221	55.3	65.6	3.14	481
	0.5000	1/2	62.46	18.4	353	58.9	72.4	4.39	188	46.9	54.7	3.20	401
	0.3750	3/8	47.90	14.1	279	46.5	56.5	4.45	149	37.3	42.7	3.26	312
	0.3125	5/16	40.35	11.9	239	39.8	47.9	4.49	128	32.0	36.3	3.28	265
	0.2500	1/4	32.63	9.59	196	32.6	39.1	4.52	105	26.3	29.6	3.31	216
	0.1875	3/16	24.73	7.27	151	25.1	29.8	4.55	81.1	20.3	22.7	3.34	165
12x6	0.6250	5/8	67.82	19.9	337	56.2	72.9	4.11	112	37.2	44.5	2.37	286
	0.5000	1/2	55.66	16.4	287	47.8	60.9	4.19	96.0	32.0	37.4	2.42	241
	0.3750	3/8	42.79	12.6	228	38.1	47.7	4.26	77.2	25.7	29.4	2.48	190
	0.3125	5/16	36.10	10.6	196	32.6	40.6	4.30	66.6	22.2	25.1	2.51	162
	0.2500	1/4	29.23	8.59	161	26.9	33.2	4.33	55.2	18.4	20.6	2.53	132
	0.1875	3/16	22.18	6.52	124	20.7	25.4	4.37	42.8	14.3	15.8	2.56	101
12x4	0.6250	5/8	59.32	17.4	257	42.8	58.6	3.84	41.8	20.9	25.8	1.55	127
	0.5000	1/2	48.85	14.4	221	36.8	49.4	3.92	36.9	18.5	22.0	1.60	110
	0.3750	3/8	37.69	11.1	178	29.6	39.0	4.01	30.5	15.2	17.6	1.66	89.0
	0.3125	5/16	31.84	9.36	153	25.5	33.3	4.05	26.6	13.3	15.1	1.69	76.9
	0.2500	1/4	25.82	7.59	127	21.1	27.3	4.09	22.3	11.1	12.5	1.71	63.6
	0.1875	3/16	19.63	5.77	98.2	16.4	21.0	4.13	17.5	8.75	9.63	1.74	49.3
12x3	0.3125	5/16	29.72	8.73	132	22.0	29.7	3.89	13.8	9.19	10.6	1.26	43.6
	0.2500	1/4	24.12	7.09	109	18.2	24.4	3.93	11.7	7.79	8.80	1.28	36.5
	0.1875	3/16	18.35	5.39	85.1	14.2	18.8	3.97	9.28	6.19	6.84	1.31	28.7

STRUCTURAL TUBING Rectangular Dimensions and properties													
Dimensions			Properties**										
Nominal* Size	Wall Thickness	Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J	
				I	S	Z	r	I	S	Z	r		
in.	in.	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	
12x2	0.2500	1/4	22.42	6.59	92.2	15.4	21.4	3.74	4.62	4.62	5.38	0.837	15.9
	0.1875	3/16	17.08	5.02	72.0	12.0	16.6	3.79	3.76	3.76	4.24	0.865	12.8
10x8	0.5000	1/2	55.66	16.4	226	45.2	55.1	3.72	160	39.9	47.2	3.12	306
	0.3750	3/8	42.79	12.6	180	35.9	43.1	3.78	127	31.8	37.0	3.18	239
	0.3125	5/16	36.10	10.6	154	30.8	36.7	3.81	109	27.3	31.5	3.21	203
	0.2500	1/4	29.23	8.59	127	25.4	30.0	3.84	90.2	22.5	25.8	3.24	166
10x6	0.1875	3/16	22.18	6.52	97.9	19.6	23.0	3.87	69.7	17.4	19.7	3.27	127
	0.5000	1/2	48.85	14.4	181	36.2	45.6	3.55	80.8	26.9	31.9	2.37	187
	0.3750	3/8	37.69	11.1	145	29.0	35.9	3.62	65.4	21.8	25.2	2.43	147
	0.3125	5/16	31.84	9.36	125	25.0	30.7	3.65	56.5	18.8	21.5	2.46	126
	0.2500	1/4	25.82	7.59	103	20.6	25.1	3.69	46.9	15.6	17.7	2.49	103
10x5	0.1875	3/16	19.63	5.77	79.8	16.0	19.3	3.72	36.5	12.2	13.6	2.51	79.1
	0.3750	3/8	35.13	10.3	128	25.5	32.3	3.51	42.9	17.1	19.9	2.04	107
	0.3125	5/16	29.72	8.73	110	22.0	27.6	3.55	37.2	14.9	17.0	2.07	91.5
	0.2500	1/4	24.12	7.09	91.2	18.2	22.7	3.59	31.1	12.4	14.0	2.09	75.2
10x4	0.1875	3/16	18.35	5.39	70.8	14.2	17.4	3.62	24.3	9.71	10.8	2.12	58.0
	0.5000	1/2	42.05	12.4	136	27.1	36.1	3.31	30.8	15.4	18.5	1.58	86.9
	0.3750	3/8	32.58	9.58	110	22.0	28.7	3.39	25.5	12.8	14.9	1.63	70.4
	0.3125	5/16	27.59	8.11	95.5	19.1	24.6	3.43	22.4	11.2	12.8	1.66	60.8
	0.2500	1/4	22.42	6.59	79.3	15.9	20.2	3.47	18.8	9.39	10.6	1.69	50.4
10x3	0.1875	3/16	17.08	5.02	61.7	12.3	15.6	3.51	14.8	7.39	8.20	1.72	39.1
	0.3750	3/8	30.0	8.83	92.8	18.6	25.1	3.24	13.0	8.66	10.3	1.21	39.8
	0.3125	5/16	25.5	7.48	80.8	16.2	21.6	3.29	11.5	7.68	8.92	1.24	34.9
	0.2500	1/4	20.72	6.09	67.4	13.5	17.8	3.33	9.79	6.53	7.42	1.27	29.3
10x2	0.1875	3/16	15.80	4.64	52.7	10.5	13.8	3.37	7.80	5.20	5.79	1.30	23.0
	0.3750	3/8	27.48	8.08	75.4	15.1	21.5	3.06	4.85	4.85	6.05	0.775	16.5
	0.3125	5/16	23.34	6.86	66.1	13.2	18.5	3.10	4.42	4.42	5.33	0.802	14.9
	0.2500	1/4	19.02	5.59	55.5	11.1	15.4	3.15	3.85	3.85	4.50	0.830	12.8
	0.1875	3/16	14.53	4.27	43.7	8.74	11.9	3.20	3.14	3.14	3.56	0.858	10.3



STRUCTURAL TUBING

Rectangular

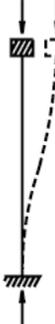
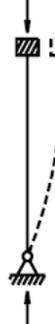
Dimensions and properties

Dimensions				Properties**									
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J
					I	S	Z	r	I	S	Z	r	
in.	in.		lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴
8x6	0.5000	1/2	42.05	12.4	103	25.8	32.2	2.89	65.7	21.9	26.4	2.31	135
	0.3750	3/8	32.58	9.58	83.7	20.9	25.6	2.96	53.5	17.8	21.0	2.36	107
	0.3125	5/16	27.59	8.11	72.4	18.1	21.9	2.99	46.4	15.5	18.0	2.39	91.3
	0.2500	1/4	22.42	6.59	60.1	15.0	18.0	3.02	38.6	12.9	14.8	2.42	74.9
	0.1875	3/16	17.08	5.02	46.8	11.7	13.9	3.05	30.1	10.0	11.4	2.45	57.6
8x4	0.6250	5/8	42.30	12.4	85.1	21.3	28.8	2.62	27.4	13.7	17.3	1.49	73.2
	0.5000	1/2	35.24	10.4	75.1	18.8	24.7	2.69	24.6	12.3	15.0	1.54	64.1
	0.3750	3/8	27.48	8.08	61.9	15.5	19.9	2.77	20.6	10.3	12.2	1.60	52.2
	0.3125	5/16	23.34	6.86	53.9	13.5	17.1	2.80	18.1	9.05	10.5	1.62	45.2
	0.2500	1/4	19.02	5.59	45.1	11.3	14.1	2.84	15.3	7.63	8.72	1.65	37.5
	0.1875	3/16	14.53	4.27	35.3	8.83	11.0	2.88	12.0	6.02	6.77	1.68	29.1
	0.1250	1/8	9.86	2.90	24.6	6.14	7.53	2.91	8.45	4.23	4.67	1.71	20.0
8x3	0.5000	1/2	31.84	9.36	61.0	15.3	21.0	2.55	12.1	8.05	10.1	1.14	35.7
	0.3750	3/8	24.93	7.33	51.0	12.7	17.0	2.64	10.4	6.92	8.31	1.19	29.9
	0.3125	5/16	21.21	6.23	44.7	11.2	14.7	2.68	9.25	6.16	7.24	1.22	26.3
	0.2500	1/4	17.32	5.09	37.6	9.40	12.2	2.72	7.90	5.26	6.05	1.25	22.1
	0.1875	3/16	13.25	3.89	29.6	7.40	9.49	2.76	6.31	4.21	4.73	1.27	17.3
	0.1250	1/8	9.01	2.65	20.7	5.17	6.55	2.80	4.48	2.99	3.29	1.30	12.1
8x2	0.3750	3/8	22.37	6.58	40.1	10.0	14.2	2.47	3.85	3.85	4.83	0.765	12.6
	0.3125	5/16	19.08	5.61	35.5	8.87	12.3	2.51	3.52	3.52	4.28	0.792	11.4
	0.2500	1/4	15.62	4.59	30.1	7.52	10.3	2.56	3.08	3.08	3.63	0.819	9.84
	0.1875	3/16	11.97	3.52	23.9	5.97	8.02	2.60	2.52	2.52	2.88	0.847	7.94
	0.1250	1/8	8.16	2.40	16.8	4.20	5.56	2.65	1.83	1.83	2.03	0.875	5.66
7x5	0.5000	1/2	35.24	10.4	63.5	18.1	23.1	2.48	37.2	14.9	18.2	1.90	79.9
	0.3750	3/8	27.48	8.08	52.2	14.9	18.5	2.54	30.8	12.3	14.6	1.95	64.2
	0.3125	5/16	23.34	6.86	45.5	13.0	15.9	2.58	26.9	10.8	12.6	1.98	55.3
	0.2500	1/4	19.02	5.59	38.0	10.9	13.2	2.61	22.6	9.04	10.4	2.01	45.6
	0.1875	3/16	14.53	4.27	29.8	8.50	10.2	2.64	17.7	7.10	8.10	2.04	35.3
	0.1250	1/8	9.86	2.90	20.7	5.91	7.00	2.67	12.4	4.95	5.58	2.07	24.2
7x4	0.3750	3/8	24.93	7.33	44.0	12.6	16.0	2.45	18.1	9.06	10.8	1.57	43.3
	0.3125	5/16	21.21	6.23	38.5	11.0	13.8	2.49	16.0	7.98	9.36	1.60	37.5
	0.2500	1/4	17.32	5.09	32.3	9.23	11.5	2.52	13.5	6.75	7.78	1.63	31.2
	0.1875	3/16	13.25	3.89	25.4	7.26	8.91	2.55	10.7	5.34	6.06	1.66	24.2
	0.1250	1/8	9.01	2.65	17.7	5.07	6.15	2.59	7.51	3.76	4.19	1.68	16.7

STRUCTURAL TUBING Rectangular Dimensions and properties													
Dimensions			Properties**										
Nominal* Size	Wall Thickness	Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J	
				I	S	Z	r	I	S	Z	r		
in.	in.	lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	
7x3	0.3750	3/8	22.37	6.58	35.7	10.2	13.5	2.33	9.08	6.05	7.32	1.18	25.1
	0.3125	5/16	19.08	5.61	31.5	9.00	11.8	2.37	8.11	5.41	6.40	1.20	22.0
	0.2500	1/4	15.62	4.59	26.6	7.61	9.79	2.41	6.95	4.63	5.36	1.23	18.5
	0.1875	3/16	11.97	3.52	21.1	6.02	7.63	2.45	5.57	3.71	4.20	1.26	14.6
	0.1250	1/8	8.16	2.40	14.8	4.22	5.29	2.48	3.96	2.64	2.93	1.29	10.2
6x4	0.5000	1/2	28.43	8.36	35.3	11.8	15.4	2.06	18.4	9.21	11.5	1.48	42.1
	0.3750	3/8	22.37	6.58	29.7	9.90	12.5	2.13	15.6	7.82	9.44	1.54	34.6
	0.3125	5/16	19.08	5.61	26.2	8.72	10.9	2.16	13.8	6.92	8.21	1.57	30.1
	0.2500	1/4	15.62	4.59	22.1	7.36	9.06	2.19	11.7	5.87	6.84	1.60	25.0
	0.1875	3/16	11.97	3.52	17.4	5.81	7.06	2.23	9.32	4.66	5.34	1.63	19.5
0.1250	1/8	8.16	2.40	12.2	4.08	4.88	2.26	6.57	3.29	3.71	1.66	13.5	
6x3	0.5000	1/2	25.03	7.36	27.7	9.25	12.6	1.94	8.91	5.94	7.59	1.10	23.9
	0.3750	3/8	19.82	5.83	23.8	7.92	10.4	2.02	7.78	5.19	6.34	1.16	20.3
	0.3125	5/16	16.96	4.98	21.1	7.03	9.11	2.06	6.98	4.65	5.56	1.18	17.9
	0.2500	1/4	13.91	4.09	17.9	5.98	7.62	2.09	6.00	4.00	4.67	1.21	15.1
	0.1875	3/16	10.70	3.14	14.3	4.76	5.97	2.13	4.83	3.22	3.68	1.24	11.9
0.1250	1/8	7.31	2.15	10.1	3.36	4.15	2.17	3.45	2.30	2.57	1.27	8.27	
6x2	0.3750	3/8	17.27	5.08	17.8	5.94	8.33	1.87	2.84	2.84	3.61	0.748	8.72
	0.3125	5/16	14.83	4.36	16.0	5.34	7.33	1.92	2.62	2.62	3.22	0.775	7.94
	0.2500	1/4	12.21	3.59	13.8	4.60	6.18	1.96	2.31	2.31	2.75	0.802	6.88
	0.1875	3/16	9.42	2.77	11.1	3.70	4.88	2.00	1.90	1.90	2.20	0.829	5.56
	0.1250	1/8	6.46	1.90	7.92	2.64	3.42	2.04	1.39	1.39	1.56	0.857	3.98
5x4	0.3750	3/8	19.82	5.83	18.7	7.50	9.44	1.79	13.2	6.58	8.08	1.50	26.3
	0.3125	5/16	16.96	4.98	16.6	6.65	8.24	1.83	11.7	5.85	7.05	1.53	22.9
	0.2500	1/4	13.91	4.09	14.1	5.65	6.89	1.86	9.98	4.99	5.90	1.56	19.1
	0.1875	3/16	10.70	3.14	11.2	4.49	5.39	1.89	7.96	3.98	4.63	1.59	14.9
5x3	0.5000	1/2	21.63	6.36	16.9	6.75	9.20	1.63	7.33	4.88	6.34	1.07	18.2
	0.3750	3/8	17.27	5.08	14.7	5.89	7.71	1.70	6.48	4.32	5.35	1.13	15.6
	0.3125	5/16	14.83	4.36	13.2	5.27	6.77	1.74	5.85	3.90	4.72	1.16	13.8
	0.2500	1/4	12.21	3.59	11.3	4.52	5.70	1.77	5.05	3.37	3.98	1.19	11.7
	0.1875	3/16	9.42	2.77	9.06	3.62	4.49	1.81	4.08	2.72	3.15	1.21	9.21
0.1250	1/8	6.46	1.90	6.44	2.58	3.14	1.84	2.93	1.95	2.21	1.24	6.44	

STRUCTURAL TUBING Rectangular Dimensions and properties													
Dimensions				Properties**									
Nominal* Size	Wall Thickness		Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J
					I	S	Z	r	I	S	Z	r	
in.	in.		lb	in. ²	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴
5x2	0.3125	5/16	12.70	3.73	9.74	3.90	5.31	1.62	2.16	2.16	2.70	0.762	6.24
	0.2500	1/4	10.51	3.09	8.48	3.39	4.51	1.66	1.92	1.92	2.32	0.789	5.43
	0.1875	3/16	8.15	2.39	6.89	2.75	3.59	1.70	1.60	1.60	1.86	0.816	4.40
	0.1250	1/8	5.61	1.65	4.96	1.98	2.53	1.73	1.17	1.17	1.32	0.844	3.15
4x3	0.3125	5/16	12.70	3.73	7.45	3.72	4.75	1.41	4.71	3.14	3.88	1.12	9.89
	0.2500	1/4	10.51	3.09	6.45	3.23	4.03	1.45	4.10	2.74	3.30	1.15	8.41
	0.1875	3/16	8.15	2.39	5.23	2.62	3.20	1.48	3.34	2.23	2.62	1.18	6.67
	0.1250	1/8	5.61	1.65	3.76	1.88	2.25	1.51	2.41	1.61	1.85	1.21	4.68
4x2	0.3750	3/8	12.17	3.58	5.75	2.87	4.00	1.27	1.83	1.83	2.39	0.715	4.97
	0.3125	5/16	10.58	3.11	5.32	2.66	3.60	1.31	1.71	1.71	2.17	0.743	4.58
	0.2500	1/4	8.81	2.59	4.69	2.35	3.09	1.35	1.54	1.54	1.88	0.770	4.01
	0.1875	3/16	6.87	2.02	3.87	1.93	2.48	1.38	1.29	1.29	1.52	0.798	3.26
3x2	0.1250	1/8	4.75	1.40	2.82	1.41	1.77	1.42	0.954	0.954	1.09	0.826	2.34
	0.3125	5/16	8.45	2.48	2.44	1.63	2.20	0.992	1.26	1.26	1.64	0.714	2.97
	0.2500	1/4	7.11	2.09	2.21	1.47	1.92	1.03	1.15	1.15	1.44	0.742	2.63
	0.1875	3/16	5.59	1.64	1.86	1.24	1.57	1.06	0.977	0.977	1.18	0.771	2.16
2 1/2 x 1 1/2	0.1250	1/8	3.90	1.15	1.38	0.920	1.13	1.10	0.733	0.733	0.855	0.800	1.57
	0.2500	1/4	5.41	1.59	1.05	0.844	1.15	0.815	0.458	0.610	0.793	0.537	1.14
	0.1875	3/16	4.32	1.27	0.920	0.736	0.964	0.852	0.405	0.540	0.669	0.565	0.976

ANEXO 3

Table C-C2.1 K Values for Columns						
Buckled shape of column is shown by dashed line.	(a) 	(b) 	(c) 	(d) 	(e) 	(f) 
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code	 <ul style="list-style-type: none">  <i>Rotation fixed and translation fixed</i>  <i>Rotation free and translation fixed</i>  <i>Rotation fixed and translation free</i>  <i>Rotation free and translation free</i> 					

DISEÑO DE PUENTE PEATONAL

Miembros principales y secundarios. KL/r de 1 a 120 acero A36					Miembros principales. KL/r de 121 a 200 acero A36				
KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)
1	21.56	41	19.11	81	15.24	121	10.14	161	5.76
2	21.52	42	19.03	82	15.13	122	9.99	162	5.69
3	21.48	43	18.95	83	15.02	123	9.85	163	5.62
4	21.44	44	18.86	84	14.9	124	9.7	164	5.55
5	21.39	45	18.78	85	14.79	125	9.55	165	5.49
6	21.35	46	18.7	86	14.67	126	9.41	166	5.42
7	21.30	47	18.61	87	14.56	127	9.26	167	5.35
8	21.25	48	18.53	88	14.44	128	9.11	168	5.29
9	21.21	49	18.44	89	14.32	129	8.97	169	5.23
10	21.16	50	18.35	90	14.2	130	8.84	170	5.17
11	21.10	51	18.26	91	14.09	131	9.7	171	5.11
12	21.05	52	18.17	92	13.97	132	8.57	172	5.05
13	21.00	53	18.08	93	13.84	133	8.44	173	4.99
14	20.95	54	17.99	94	13.72	134	8.32	174	4.93
15	20.89	55	17.9	95	13.6	135	8.19	175	4.88
16	20.83	56	17.81	96	13.48	136	8.07	176	4.82
17	20.78	57	17.71	97	13.35	137	7.96	177	4.77
18	20.72	58	17.62	98	13.23	138	7.84	178	4.71
19	20.66	59	17.53	99	13.1	139	7.73	179	4.66
20	20.60	60	17.43	100	12.98	140	7.62	180	4.61
21	20.54	61	17.33	101	12.85	141	7.51	181	4.56
22	20.48	62	17.24	102	12.72	142	7.41	182	4.51
23	20.41	63	17.14	103	12.59	143	7.3	183	4.46
24	20.35	64	17.04	104	12.47	144	7.2	184	4.41
25	20.28	65	16.94	105	12.33	145	7.1	185	4.36
26	20.22	66	16.84	106	12.2	146	7.01	186	4.32
27	20.15	67	16.74	107	12.07	147	6.91	187	4.27
28	20.08	68	16.64	108	11.94	148	6.82	188	4.23
29	20.01	69	16.53	109	11.81	149	6.73	189	4.18
30	19.94	70	16.43	110	11.67	150	6.64	190	4.14
31	19.87	71	16.33	111	11.54	151	6.55	191	4.09
32	19.80	72	16.22	112	11.4	152	6.46	192	4.05
33	19.73	73	16.12	113	11.26	153	6.38	193	4.01
34	19.65	74	16.01	114	11.13	154	6.3	194	3.97
35	19.58	75	15.9	115	10.99	155	6.22	195	3.93
36	19.50	76	15.79	116	10.85	156	6.14	196	3.89
37	19.42	77	15.69	117	10.71	157	6.06	197	3.85
38	19.35	78	15.58	118	10.57	158	5.98	198	3.81
39	19.27	79	15.47	119	10.43	159	5.91	199	3.77
40	19.19	80	15.36	120	10.28	160	5.83	200	3.73

DISEÑO DE PUENTE PEATONAL

Miembros principales y secundarios. KL/r de 1 a 120 acero A42						Membros principales. KL/r de 121 a 200 acero A42			
KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)
1	25.15	41	21.98	81	16.92	121	10.2	161	5.76
2	25.1	42	21.87	82	16.77	122	10.03	162	5.69
3	25.05	43	21.77	83	16.62	123	9.87	163	5.62
4	24.99	44	21.66	84	16.47	124	9.71	164	5.55
5	24.94	45	21.55	85	16.32	125	9.56	165	5.49
6	24.88	46	21.44	86	16.17	126	9.41	166	5.42
7	24.82	47	21.33	87	16.01	127	9.26	167	5.35
8	24.76	48	21.22	88	15.86	128	9.11	168	5.29
9	24.7	49	21.1	89	15.71	129	8.97	169	5.23
10	24.63	50	20.99	90	15.55	130	8.84	170	5.17
11	24.57	51	20.87	91	15.39	131	8.7	171	5.11
12	24.5	52	20.76	92	15.23	132	8.57	172	5.05
13	24.43	53	20.64	93	15.07	133	8.44	173	4.99
14	24.36	54	20.52	94	14.91	134	8.32	174	4.93
15	24.29	55	20.4	95	14.75	135	8.19	175	4.88
16	24.2	56	20.28	96	14.59	136	8.07	176	4.82
17	24.15	57	20.16	97	14.43	137	7.96	177	4.77
18	24.07	58	20.03	98	14.26	138	7.84	178	4.71
19	24	59	19.91	99	14.09	139	7.873	179	4.66
20	23.92	60	19.79	100	13.93	140	7.62	180	4.61
21	23.84	61	19.66	101	13.76	141	7.51	181	4.56
22	23.76	62	19.53	102	13.59	142	7.41	182	4.51
23	23.68	63	19.4	103	13.42	143	7.3	183	4.46
24	23.59	64	19.27	104	13.25	144	7.2	184	4.41
25	23.51	65	19.14	105	13.08	145	7.1	185	4.36
26	23.42	66	19.01	106	12.9	146	7.01	186	4.32
27	23.33	67	18.88	107	12.73	147	6.91	187	4.27
28	23.24	68	18.75	108	12.55	148	6.82	188	4.23
29	23.15	69	18.61	109	12.37	149	6.73	189	4.18
30	23.06	70	18.41	110	12.19	150	6.64	190	4.14
31	22.97	71	18.34	111	12.01	151	6.55	191	4.09
32	22.88	72	18.2	112	11.83	152	6.46	192	4.05
33	22.78	73	18.16	113	11.65	153	6.38	193	4.01
34	22.69	74	17.92	114	11.47	154	6.3	194	3.97
35	22.59	75	17.78	115	11.28	155	6.22	195	3.93
36	22.49	76	17.64	116	11.1	156	6.14	196	3.89
37	22.39	77	17.5	117	10.91	157	6.06	197	3.85
38	22.29	78	17.35	118	10.72	158	5.98	198	3.81
39	22.19	79	17.21	119	10.55	159	5.91	199	3.77
40	22.08	80	17.06	120	10.37	160	5.83	200	3.73

Miembros principales y secundarios. KL/r de 1 a 120 acero A45						Miembros principales. KL/r de 121 a 200 acero A45			
KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)
1	26.95	41	23.39	81	17.67	121	10.2	161	5.76
2	26.89	42	23.71	82	17.51	122	10.03	162	5.69
3	26.83	43	23.15	83	17.34	123	9.87	163	5.62
4	26.77	44	23.03	84	17.17	124	9.71	164	5.55
5	26.71	45	22.9	85	17	125	9.56	165	5.49
6	26.64	46	22.78	86	16.82	126	9.41	166	5.42
7	26.58	47	22.65	87	16.65	127	9.26	167	5.35
8	26.51	48	22.53	88	16.48	128	9.11	168	5.29
9	26.44	49	22.4	89	16.3	129	8.97	169	5.23
10	26.37	50	22.27	90	16.12	130	8.84	170	5.17
11	26.3	51	22.14	91	15.95	131	8.7	171	5.11
12	26.22	52	22.01	92	15.77	132	8.57	172	5.05
13	26.15	53	21.88	93	15.59	133	8.44	173	4.99
14	26.07	54	21.74	94	15.4	134	8.32	174	4.93
15	25.99	55	21.61	95	15.22	135	8.19	175	4.88
16	25.91	56	21.47	96	15.04	136	8.07	176	4.82
17	25.82	57	21.33	97	14.85	137	7.96	177	4.77
18	25.74	58	21.19	98	14.66	138	7.84	178	4.71
19	25.65	59	21.05	99	14.47	139	7.73	179	4.66
20	25.57	60	20.91	100	14.28	140	7.62	180	4.61
21	25.48	61	20.77	101	14.09	141	7.51	181	4.56
22	25.39	62	20.63	102	13.9	142	7.41	182	4.51
23	25.29	63	20.48	103	13.71	143	7.3	183	4.46
24	25.2	64	20.34	104	13.51	144	7.2	184	4.41
25	25.11	65	20.19	105	13.32	145	7.1	185	4.36
26	25.01	66	20.04	106	13.12	146	7.01	186	4.32
27	24.91	67	19.89	107	12.92	147	6.91	187	4.27
28	24.81	68	19.74	108	12.72	148	6.82	188	4.23
29	24.71	69	19.59	109	12.52	149	6.73	189	4.18
30	24.61	70	19.43	110	12.31	150	6.64	190	4.14
31	24.5	71	19.28	111	12.11	151	6.55	191	4.09
32	24.4	72	19.12	112	11.9	152	6.46	192	4.05
33	24.29	73	18.97	113	11.69	153	6.38	193	4.01
34	24.18	74	18.81	114	11.49	154	6.3	194	3.97
35	24.07	75	18.65	115	11.29	155	6.22	195	3.93
36	23.96	76	18.49	116	11.1	156	6.14	196	3.89
37	23.85	77	18.33	117	10.91	157	6.06	197	3.85
38	23.74	78	18.17	118	10.72	158	5.98	198	3.81
39	23.62	79	18	119	10.55	159	5.91	199	3.77
40	23.51	80	17.84	120	10.37	160	5.83	200	3.73

Miembros principales y secundarios. KL/r de 1 a 120 acero A50					Miembros principales. KL/r de 121 a 200 acero A50				
KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)	KL/r	Fa(Ksi)
1	29.94	41	25.69	81	18.81	121	10.25	161	7.25
2	29.87	42	25.55	82	18.61	122	10.13	162	7.20
3	29.8	43	25.4	83	18.41	123	10.02	163	7.16
4	29.73	44	25.26	84	18.2	124	9.91	164	7.12
5	29.66	45	25.11	85	17.99	125	9.8	165	7.08
6	29.53	46	24.96	86	17.79	126	9.7	166	7.04
7	29.50	47	24.81	87	17.58	127	9.59	167	7.00
8	29.42	48	24.66	88	17.37	128	9.49	168	6.96
9	29.34	49	24.51	89	17.15	129	9.4	169	6.93
10	29.26	50	24.35	90	16.94	130	9.3	170	6.89
11	29.17	51	24.19	91	16.72	131	9.21	171	6.85
12	29.08	52	24.04	92	16.5	132	9.12	172	6.82
13	28.99	53	23.88	93	16.29	133	9.03	173	6.79
14	28.90	54	23.72	94	16.06	134	8.94	174	6.76
15	28.80	55	23.55	95	15.84	135	8.86	175	6.73
16	28.71	56	23.39	96	15.62	136	8.78	176	6.70
17	28.61	57	23.22	97	15.39	137	8.7	177	6.67
18	28.51	58	23.06	98	15.17	138	8.62	178	6.64
19	28.40	59	22.89	99	14.94	139	8.54	179	6.61
20	28.30	60	22.72	100	14.71	140	8.47	180	6.58
21	28.19	61	22.55	101	14.47	141	8.39	181	6.56
22	28.08	62	22.37	102	14.24	142	8.32	182	6.53
23	27.97	63	22.2	103	14	143	8.25	183	6.51
24	27.86	64	22.02	104	13.77	144	8.18	184	6.49
25	27.75	65	21.85	105	13.53	145	8.12	185	6.46
26	27.63	66	21.67	106	13.29	146	8.05	186	6.44
27	27.52	67	21.49	107	13.04	147	7.99	187	6.42
28	27.40	68	21.31	108	12.8	148	7.93	188	6.40
29	27.28	69	21.12	109	12.57	149	7.87	189	6.38
30	27.15	70	20.94	110	12.34	150	7.81	190	6.36
31	27.03	71	20.75	111	12.12	151	7.75	191	6.35
32	26.90	72	20.56	112	11.9	152	7.69	192	6.33
33	26.77	73	20.38	113	11.69	153	7.64	193	6.31
34	26.64	74	20.19	114	11.49	154	7.59	194	6.30
35	26.51	75	19.99	115	11.29	155	7.53	195	6.28
36	26.38	76	19.8	116	11.1	156	7.48	196	6.27
37	26.25	77	19.61	117	10.91	157	7.43	197	6.26
38	26.11	78	19.41	118	10.72	158	7.39	198	6.24
39	25.97	79	19.21	119	10.55	159	7.34	199	6.23
40	25.83	80	19.01	120	10.37	160	7.29	200	6.22

ANEXO 4

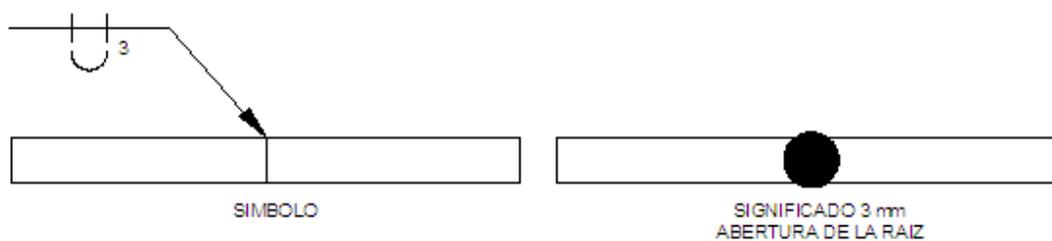
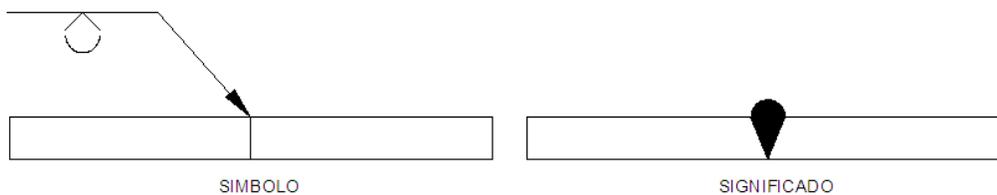
Simbologías para soldar

Hay muchos símbolos para soldar, correspondiendo cada uno a una soldadura en particular como podemos ver en el cuadro siguiente:

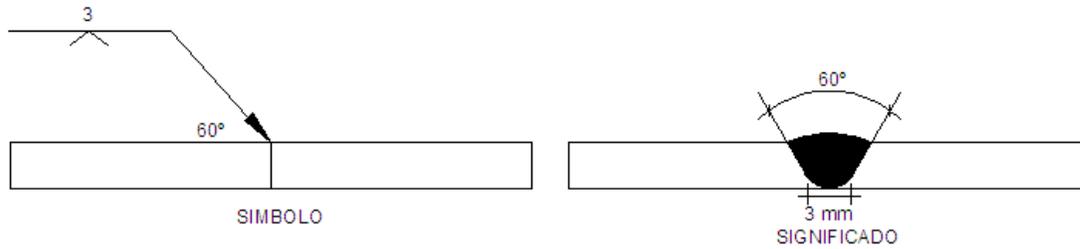
FILETE	TAPON	SOLDA. ALRED.	SOLDA. DE CAMPO	CON-VEXO	RANURA				
						∨	BISEL	U	J
					RECTA	∨	∨	Y	Y

Los símbolos del cuadro anterior se colocan en el punto medio de la línea de referencia.

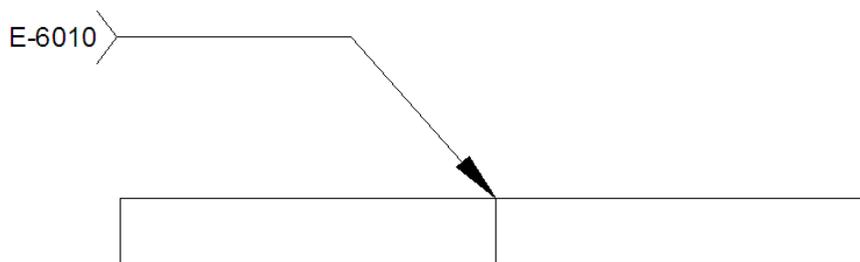
Ver figura siguiente:



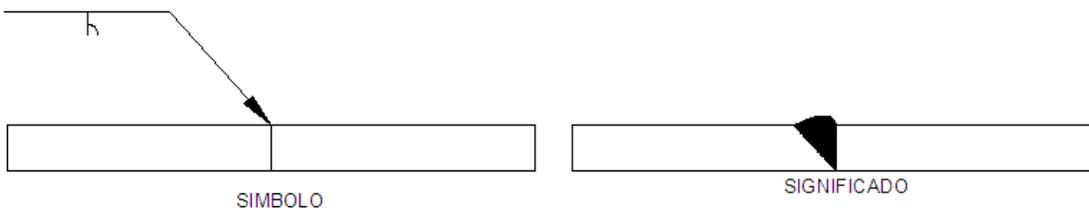
El ángulo incluido de las juntas biseladas de la abertura de la raíz se indica en la siguiente figura:



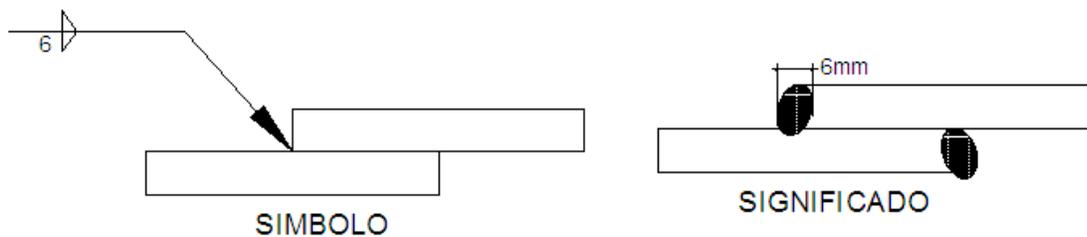
La cola de la flecha sobre las líneas de referencia generalmente tiene por objeto el que se puede indicar alguna especificación en particular que no se encuentre mostrada en otra parte del símbolo; por ejemplo el tipo de Electrodo a usar en determinada soldadura.



Cuando se va a biselar un hombro de la junta, la flecha hace un regreso definido hacia el miembro que se va a biselar, como sigue:



El tamaño del cordón y filete de traslape se indican en la siguiente forma:

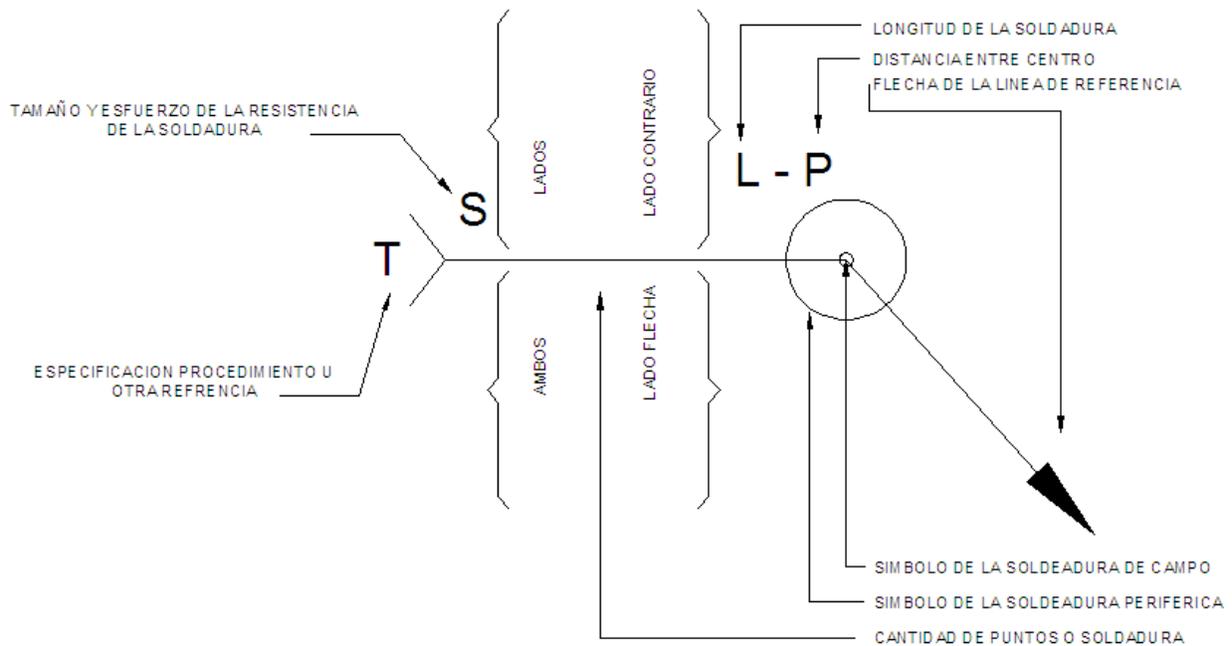


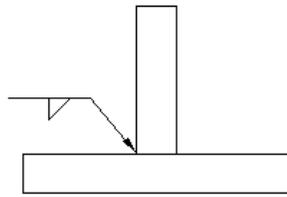
En todas las soldaduras de traslape y filete, las dos partes de la soldadura se consideran iguales a menos que se especifique otra cosa.

Si las soldaduras son intermitentes, se indica la longitud de los cordones parciales así como el espaciado entre centros, como sigue:

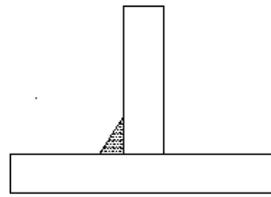
La siguiente figura presenta el método de identificación de soldaduras mediante símbolos.

Símbolo del acabado \longrightarrow F
 Símbolo del perfil \longrightarrow A
 Abertura de la raíz profundidad del relleno \searrow R

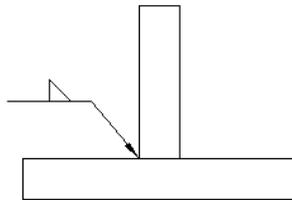




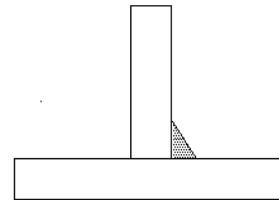
SIMBOLO



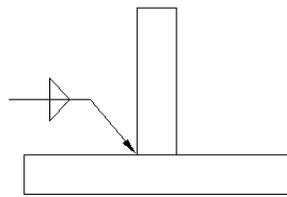
SIGNIFICADO



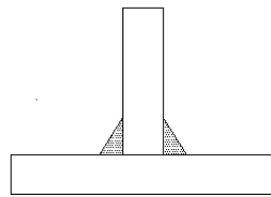
SIMBOLO



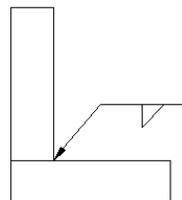
SIGNIFICADO



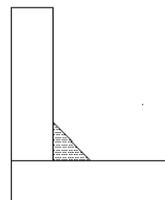
SIMBOLO



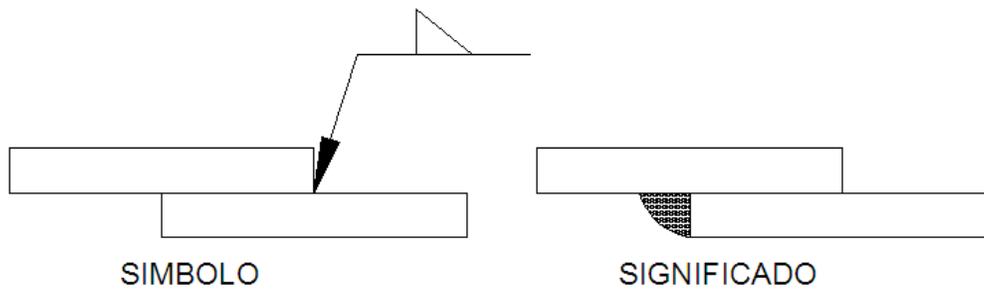
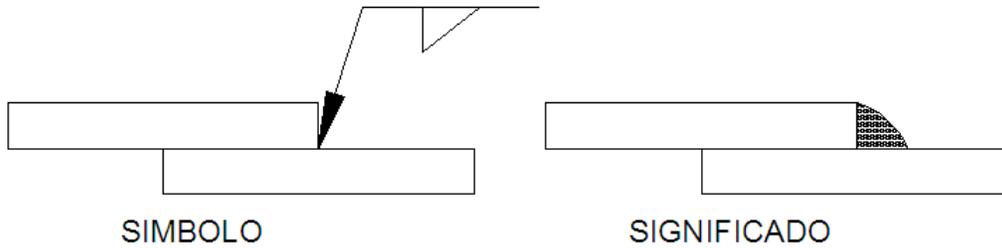
SIGNIFICADO



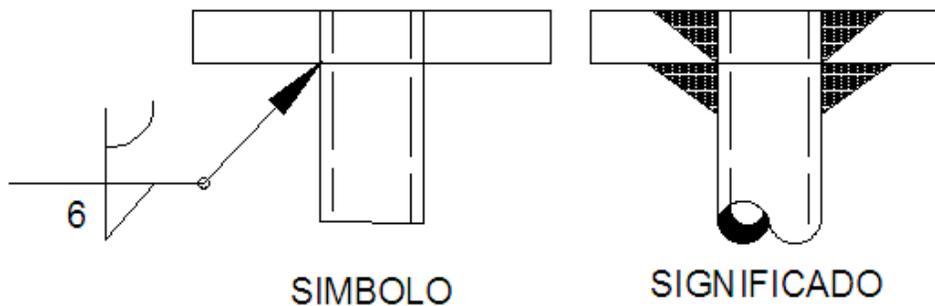
SIMBOLO



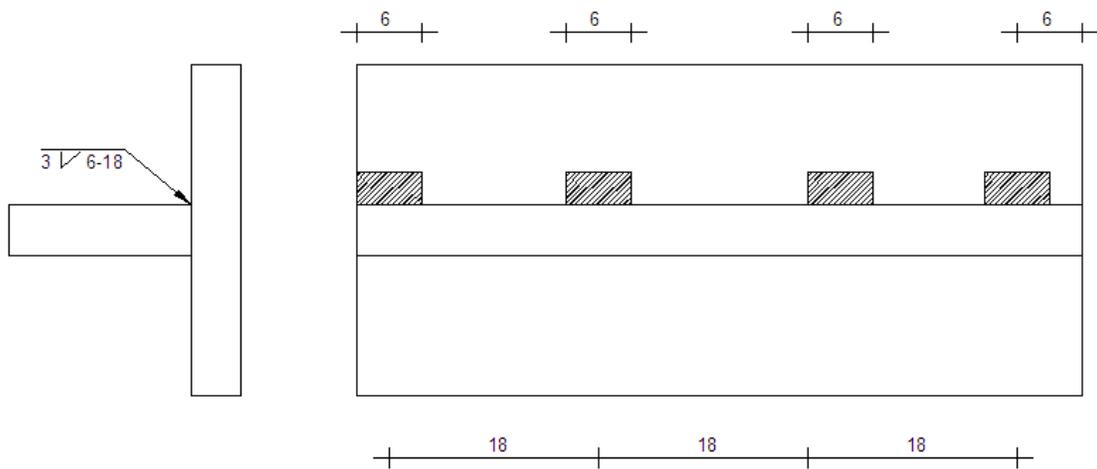
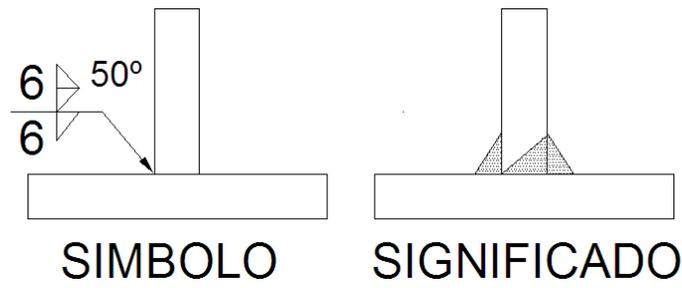
SIGNIFICADO



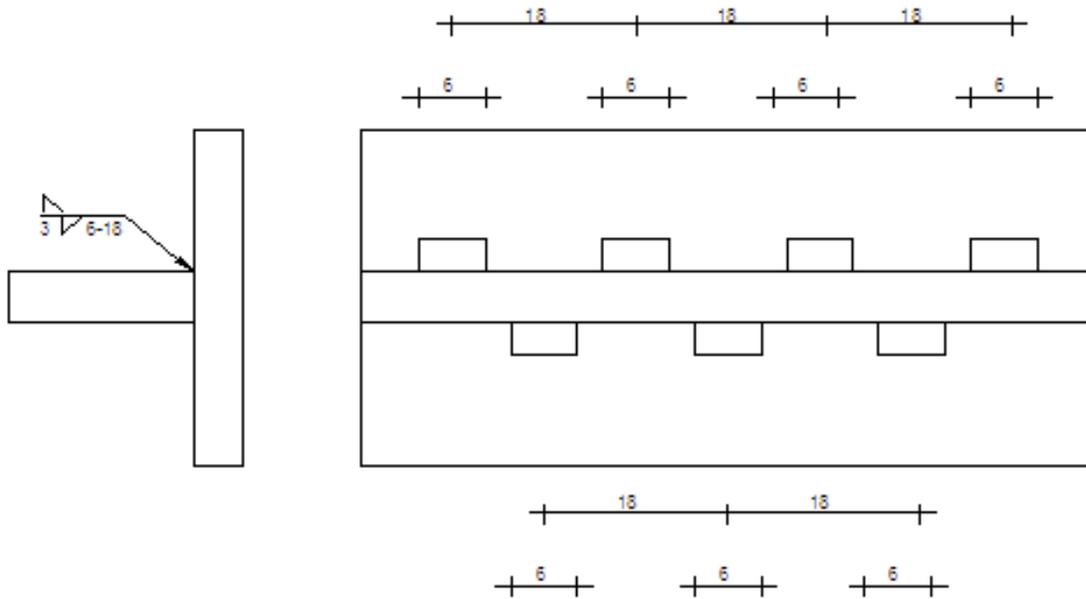
La indicación de la soldadura “todo alrededor” se encuentra indicando el símbolo como sigue:



Pueden usarse varios símbolos simultáneamente, cuando es necesario, como podemos ver la siguiente figura:



Cuando la soldadura debe ser intermitente y los cordones individuales alternados en los lados opuestos de las juntas, el símbolo se forma en la siguiente manera:



Las soldaduras de campo se indican colocando un punto en el ángulo de la línea de referencia:

