

Dibujos topográfico, estructural y geológico

1. [Introducción.](#)
2. [Dibujo topográfico](#)
3. [Dibujo estructural](#)
4. [Conclusión](#)
5. [Bibliografía](#)

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad es de vital importancia en el estudio de la **ingeniería** la forma de representación de varios aspectos en las diferentes ramas y especialidades.

Es por esta razón que el ingeniero recurre al **dibujo** como una forma de **lenguaje** para llevar a la realidad esa representación de sus ideas para luego ser ejecutadas en su obra.

A continuación se realiza un estudio profundo de los parámetros que encierran cada uno de los **dibujos** utilizados en la ingeniería.

Comenzando con el dibujo estructural este básicamente se refiere a las diferentes formas de fabricación y además de cómo se proyecta en el papel las **estructuras** de variados **materiales** de **construcción** como el **acero**, la **madera**, el hormigón (que no son más que estructuras de **concreto**), etc.

Con respecto al dibujo geológico esta es una forma de representaciones de los caracteres geológicos de una región que encierran el estudio completo de las características del **suelo**.

Este tipo de dibujo es resaltante en el estudio de algunas ramas de ing., ya que permite la comprensión y exploración de los **recursos** del subsuelo al igual que las formas de construcción.

Por último el dibujo topográfico permite conocer en forma gráfica la superficie terrestre las evaluaciones y depresiones que es lo que conocemos como **relieve** al igual que los demás rasgos del suelo.

Podemos encontrar además algunas ilustraciones que nos ayudan a la comprensión de estos temas.

DIBUJO TOPOGRÁFICO.

Dibujo Topográfico.

El dibujo topográfico consiste en planos, perfiles, reacciones transversales y en cierto número de cálculos **gráficos**, la **utilidad** de estos dibujos depende principalmente de la precisión con que los puntos y las líneas se proyecten en el papel. En la mayor parte de ellos se ponen pocas dimensiones y las personas que utilizan los dibujos deben atenerse a las distancias según se tomen a **escala**. Para mantener una relación compatible entre las medidas del campo y el plano se requiere un gran cuidado en su construcción.

Proyecciones empleadas en los planos:

Como la superficie de **la tierra** es curva y la de los planos es plana, no se puede hacer el plano que represente un territorio dado sin que se produzca algo de distorsión. Si la zona es pequeña se puede considerar la superficie de **la tierra** como plana, y un plano construido por proyección ortográfica como es el caso del dibujo mecánico representará la situación relativa de los objetos sin distorsión mensurable. Los **mapas** de **topografía** se construyen de esta manera, los puntos se determinan ya sea por coordenadas rectangulares o por ángulos horizontales y distancias.

Al aumentar el tamaño del territorio este **método** resulta inadecuado y se emplean varios **sistemas** de proyecciones para disminuir el efecto de la deformación del mapa.

Los puntos de **control** se determinan por coordenadas esféricas utilizando tablas geográficas.

Recientemente se ha elaborado un **sistema** de coordenadas planas en los estados con el que aún en las superficies grandes, se pueden fijar los puntos con precisión sin el cero directo de coordenadas esféricas.

Clases de Mapa:

Los mapas se clasifican de diferentes maneras de acuerdo con su uso específico o tipo, pero en general, se hacen para formar parte de los registros públicos de la división de la tierra, o constituyen la base para los estudios de los trabajos que emprende **el hombre**. En general, deben aparecer en el plano o mapa los siguientes **datos**:

- a. La **dirección** del meridiano.
- b. La escala gráfica del mapa con la nota correspondiente que indique la escala a que se dibujó el mapa.

- c. Una leyenda o clave de **símbolos** cuando no sean los convencionales.
- d. Un título adecuado.
- e. En los mapas topográficos debe ponerse el intervalo de las líneas de nivel.

Además los planos que van a formar parte del catastro deben contener la siguiente **información**.

1. La longitud de cada línea.
2. El rumbo de cada línea o el ángulo que formen las líneas que se corten.
3. Localización del terreno con referencia a ejes coordenados establecidos.
4. El número de cada subdivisión formal como una sección, manzana o lote.
5. La situación y **clase** de cada monumento que se ponga con las distancias a **marcas** de diferencias.
6. La situación y nombre de cada camino, corriente, mojonera, etc.
7. Los nombres de todos los propietarios incluyendo los de los propietarios adyacentes al terreno levantado.
8. Una **descripción** continua y completa de los linderos del terreno con los rumbos y longitudes de los lados; y la superficie del terreno.
9. Las firmas certificadas de todas las personas que tengan **derecho de propiedad** sobre el terreno que figura en el plano y si se trata de extender los **límites** de una ciudad deben tener una declaración de que las calles y callejones indicados pasan a ser **propiedad** pública.
10. Un certificado de un topógrafo indicando que el plano es correcto según su mejor saber y entender.

Elaboración de mapas topográficos:

Algunos conocimientos de los **métodos** ordinarios son de gran ayuda para comprender los métodos más modernos de levantamiento topográfico.

Antes de que se idearan los métodos modernos, los mapas topográficos se elaboraban mediante **el trabajo** de tres tipos de

cuadrillas topográficas, cuyo trabajo estaba relacionado aunque trabajaban independientemente unas de otras.

En casi todos los mapas topográficos se pueden observar estas estaciones marcadas por pequeños símbolos triangulares con un punto central. La cota (elevación sobre el nivel del mar) aparece al lado del símbolo.

Actualmente los mapas topográficos se elaboran por medio de las fotografías aéreas más recientes y utilizando aparatos muy complicados tales como el Múltiplex y el delineador Kelsh.

Escalas:

Se requiere emplear algún método para mostrar la relación entre las distancias en el mapa y las distancias correspondientes en el terreno. Esta relación se llama Escala y se puede hacer de varias maneras:

1. Una escala fraccional, se indica en la parte del medio del lado inferior del mapa. Es una razón tal como 1: 62,500 ó 1: 24,000. Esto significa que una unidad lineal en el mapa representa 62,500 ó 24,000 de las mismas unidades en la superficie de la tierra. Así por ejemplo una pulgada en el mapa representa 62,500 pulgadas ó 24,000 pulgadas en el terreno.
2. Puede imprimirse una escala verbal en el mapa y es más familiar que cualquiera otra de las escalas utilizables. Se expresa mediante frases tales como "una pulgada igual una milla" o una pulgada igual a $\frac{1}{2}$ milla. Esta escala sin embargo, no se usa en muchos mapas topográficos del U.S. Geological Survey.
3. En la mayoría de los mapas se usa una escala gráfica que consiste en líneas divididas en unidades de pies millas o Km. Un mapa o escala grande es aquel en el cual la superficie del terreno aparece más grande que en un mapa a escala pequeña. Los mapas a escala pequeña generalmente abarcan áreas mayores de terreno siempre que se necesite un mapa a escala grande, el instructor debe utilizar en lo posible los mapas de cuadriláteros a escala 1: 24,000 (cuadrilátero de $7\frac{1}{2}$ minutos). Esta escala es más del doble de 1: 62,500 (cuadriláteros de 15 minutos y representa un área más pequeña en mayor detalle).

Canteras, minas, labores a cielo abierto, cárcavas profundas, valles de ríos y pequeñas colinas se delinean con mayor precisión en esta

serie de mapas. Sin embargo, un mapa a escala pequeña sirve cuando no se tiene otro a mayor escala.

Por regla general, la escala de un mapa no debe ser mayor que lo que sea necesario para representar la situación de los detalles con la precisión requerida. Los planos para los **proyectos** de ingeniería tienen escalas que van de $1\text{cm} = 2,5\text{m}$ a $1\text{cm} = 100\text{m}$.

Los planos para la subdivisión de los terrenos van de $1\text{cm} = 10\text{m}$ a $1\text{cm} = 20\text{m}$. Para comodidad en su discusión, los planos se dividen aquí arbitrariamente en los de:

 Escala grande: de $1\text{cm} = 12\text{m}$ o menos.

 Escala intermedia: $1\text{cm} = 12\text{m}$ a $1\text{cm} = 120\text{m}$.

 Escala pequeña: $1\text{cm} = 120\text{m}$ ó más.

Uso de los mapas topográficos:

Se pueden reseñar brevemente diversos usos e indicaciones para la **interpretación** del **carácter** de un área.

Para **poder** determinar la posición en un mapa topográfico. Esto se hace generalmente observando dos o más puntos bien marcados que son visibles desde su posición y que también se pueden ver en el mapa, tales como, escuelas, casas, intersecciones de carreteras.

Mediante una **brújula** puede determinar la dirección entre su posición y estos puntos y trazar líneas en el mapa desde esos puntos que se cortarán en el punto donde el se encuentra. En ciertos casos tales como durante el trazado de una poligonal a lo largo de un río, los puntos en el mapa pueden ubicarse aproximadamente por la topografía y el drenaje, como por ejemplo, observando la posición propia con referencia a las desembocaduras de atributos en ambos lados del río.

También puede convenir situar un rasgo en el terreno, como por ejemplo, una mina, un pozo o un afloramiento de **rocas**, de tal que pueda ser localizado fácilmente por otra **persona**.

Mapas (Dibujo de una vista):

Un mapa es un dibujo que representa una parte de la superficie de la tierra. Dado que generalmente representa una parte relativamente pequeña y que la tercera dimensión (la altura) no se **muestra**, excepto en algunos casos mediante curvas de nivel, se puede considerar a un mapa como un proyección ortogonal de una vista.

El levantamiento topográfico y el dibujo de mapas del terreno constituyen el trabajo preliminar de los proyectos de ingeniería, y es conveniente que todos los ingenieros estén familiarizados con los métodos y símbolos utilizados en esta rama del dibujo. Sin considerar la práctica del levantamiento y de un **transporte** sobre el dibujo ni los diversos métodos empleados por los **cartógrafos** para proyectar la superficie curva de la tierra sobre un plano.

El contenido que figura en los mapas puede clasificarse en general en tres divisiones:

1. La representación de linderos, orientaciones y distancias, tales como divisiones entre superficies o zona sujetas a diferente **autoridad** o de distinto propietario, bien público o privado, o líneas que indican mediciones geométricas sobre la tierra, el mar y en el **aire**. En esta división puede incluirse los planos solares o mapas de predios urbanos o terrenos, levantamiento de predio agrícolas, subdivisiones de ciudades, planos de pertenencias para lotes de concesiones mineras y **cartas** navales y aeronáuticas.
2. La representación de formas u objetos reales o materiales dentro de los límites de una región ilustrando su situación relativa o su tamaño y situación, según el objeto del mapa.

Cuando solo se requiere la situación relativa, la escala puede ser pequeña y se pueden emplear símbolos para representar objetos, como casas, puentes y aun ciudades.

Cuando los tamaños de los objetos son de consideración importante, la escala debe ser grande y entonces el mapa se convierte en una vista superior real del sistema ortográfico.

3. La representación de las elevaciones relativas de la superficie del terreno. Los mapas que llevan esta condición se llaman mapas con relieve o si se utilizan para ellos líneas de nivel con elevaciones o alturas marcadas sobre ellas, mapas de líneas de nivel.

Se requieren varias combinaciones de estas tres divisiones para diferentes fines. Clasificados según objeto los mas pueden ser:

Mapas Topográficos:

En una representación en dos dimensiones de un área que aunque se les dibuje a una escala relativamente pequeña, contienen muchos

detalles. Todas las características naturales entran en el termino "topografía" que implica el levantamiento y la representación de todas las formas, **accidentes** y rasgos de la superficie, los mapas topográficos muestran también ríos, lagos, glaciares, bosques, corrientes de **agua**, campos, minas, etc. , y construcciones importantes permanentes hechas por el **hombre** tales como, edificios, puentes, ferrocarriles, carreteras, líneas de transmisión de energía y casas, pueden ser representadas si fuese necesario para llenar el propósito del mapa.

Los mapas topográficos, preparados en el United States Geological Survey a una escala aproximada a una pulgada igual a una milla (1/6 2500) o 1: 24, 000, no contienen naturalmente muchos detalles.

La forma de la superficie de la tierra se representa por medio de curvas de nivel. Cada curva de nivel pasa por puntos de la misma elevación y se sierra bien dentro del mapa o más allá de sus limites. Las curvas de nivel muy juntas indican una altura o una **depresión**.

Mapas geográficos:

Los mapas geográficos incluyen grandes superficies consecuentemente deben hacerse a escala pequeña. Representar las ciudades y poblaciones importantes, las corrientes y masas de agua, los límites políticos y los relieves. Estos mapas son realmente muy importantes gracias a la gran información que poseen.

Mapas Hidrográficos:

Los mapas hidrográficos tratan de la información sobre masas de agua, como líneas de la costa, profundidades de sondeo, contornos submarinos, ayudas para la navegación y **dominio** del agua.

Los mapas hidrográficos muestran curvas o líneas de profundidad justa por transparencia.

Dibujo de elementos hidrográficos:

El trazado de líneas que representa agua se hace enteramente a pulso con una pluma de rotular ordinaria. La línea de partida (línea de la orilla) debe ser algo mas gruesa, y cada línea sucesiva debe disminuir anchura hasta alcanzar el centro de la masa de agua. La línea próxima a la orilla debe ser trazada paralela a la misma en toda su longitud y el espacio entre ellas debe ser igual al grueso de la línea de la orilla. El espaciado entre las líneas sucesivas deberá aumentar gradualmente hasta el centro, pero el **cambio** debe ser tan ligero que

no se note. Cada línea añadida deberá mostrar menos irregularidades que las líneas de la orilla las ultimas seguirán solo irregularidades más prominentes. Si se tuviesen que indicar varias masas de agua en el mismo mapa, una buena forma de obtener uniformidad en dibujar primero todas las líneas que representan orillas, a continuación las líneas próximas a las anteriores, etc. Trabajando en una y otra masa de agua hasta completar las representaciones. Una ondulación excesiva dará a estas líneas una apariencia poco natural y deberá evitarse.

Mapas cartas náuticas:

Estos mapas se dibujan para ilustrar las indicaciones de ayuda a los navegantes como boyas, balizas, faros, rutas de transitan, profundidades de sondeo, bajos o **bancos** de arena y estaciones de **radio** orientadoras.

Mapas o cartas aeronáuticas:

Estos mapas proporcionan los mejores o marcas importantes del terreno y acentúan el relieve por medio de sombreados por capas y curvas de nivel a cada 500 ó 1.000 pies como ayuda para la navegación.

Mapas Catastrales:

Son planos muy exactos que se hacen para ciudades y poblaciones, trazados a escala grande con todas sus formas dibujadas en proporción.

Se emplean controlar el **desarrollo** de las ciudades y para **operaciones financieras**, principalmente para evaluó sobre cuestiones fiscales.

Los mapas, por regla general deben hacerse en la escala de 1 a 2000, y solamente cuando la propiedad está poco dividida puede adoptarse a la escala de 1 a 4000. cuando una porción de terreno esta fraccionada en pequeñas se hacen anejos especiales en la escala de 1 a 1000 ó de 1 a 500, según convenga.

Estos anejos pueden dibujarse sobre el mismo mapa o en hojas separadas y distinguirse con letras.

Un mapa comprende el levantamiento parcelario del territorio entero de un solo Ayuntamiento o de una sección y se compone de varias hojas 1,00x 0,65m con margen tal que el dibujo esta contenido en un rectángulo de 0,95 x 0,60m. Cada hoja debe

contener parcelas enteras; las extremas no pueden presentarse interrumpidas para no traspasar los límites prescritos. En este caso, se trasladan a la hoja siguiente.

En los mapas en los mapas se encuentran señalados todos los puntos trigonométricos. Las instrucciones catastrales prescriben también que se señalen los puntos poligonómicos, pero por un mal entendido espíritu de **economía** se han omitido estos.

Las parcelas catastrales están circunscritas con líneas continuas iguales, con ángulos vivos, lo mismo que el perímetro de las construcciones, cuya superficie se cubre con una ligera capa de carmín.

El confín del termino municipal se dibuja con todos sus occidentes, carreteras, puentes, ríos, etc, que lo atraviesan o lo recorren.

Los puntos en los cuales ocurren los confines de tres o más términos municipales se ponen de manifiesto señalando un corto trozo de confín entre los términos municipales limítrofes al representado.

Las parcelas catastrales en cada hoja se distinguen con un número de orden progresivo, empezando la numeración por la parte Noroeste, procurando que las parcelas que constituyen una posesión continua lleven números consecutivos. Si la hoja contiene un anejo de edificios, la numeración empieza por este, prosiguiendo hasta la parte superior de la hoja.

Las dependencias de las construcciones como cávales, pozos, esas forman una sola parcela con la construcción misma, a la cual van unidas con un alfiler o gachello.

Las parcelas exentas de **impuestos** se señalan con letras mayúsculas. Finalmente para cada municipio, se forma un mapa de conjunto en la escala 1 a 25.000, donde se representan las diversas secciones en que eventualmente se haya dividido, y los contornos de las hojas que constituyen cada sección, señaladas con números romanos.

Mapas de Ingeniería:

Son mapas de trabajos preparados para proyectos de ingeniería. Se pueden dibujar para propósitos que pueden ser de reconocimiento o de construcción. Por lo común se hace una escala grande y muestran con exactitud la localización de todos los límites de las propiedades y características importantes. En los mapas de **naturaleza** topográfica, prácticamente todas las características naturales y las obras

humanas que se encuentran a lo largo de un derecho de vía o en un sitio en particular, deben quedar representadas, en tanto que la forma de la superficie del terreno se indica por medio de curvas de nivel.

Se dibujan para fines específicos de ayuda, en la construcción.

Estos proporcionan datos exactos de comprobación para la posición por horizontales y verticales e indican los objetos existentes en el terreno de emplazamiento o en la servidumbre de paso (derecho de vía).

En **teoría**, las escalas que se usan en la elaboración de mapas topográficos, mapas de ingeniería y planos deben ser de la serie 1,2 y 5, aunque también se usa en cierta medida la escala 2.5. La U. S. G. S. recomienda que las escalas pulgada-pie se empleasen por la serie 1,25 como sigue:

Pulgada-pie S I

1" = 80' 1: 1000

1" = 100' 1: 1000

1" = 200' 1:2000

1" = 400' 1:5000

1" = 500' 1:5000

Los mapas de la U.S.G se preparan a escala de 1:25,000, 15: 50,000 y 1: 100, 000.

Cuando un área de terreno es pequeña, digamos del tamaño de un lote urbano, el área se puede dar en metros cuadrados las áreas grandes se pueden dar en hectáreas o en el caso de áreas muy grandes como los parques estatales o nacionales, en Km².

En subdivisiones residenciales nuevas o fraccionamientos, donde se hallan restringido las longitudes, anchos ni ángulos, los caminos de acceso pueden hacerse de 10m, 12m o bien 15m de ancho. Las avenidas y calles se pueden trazar de un ancho de 20m, 22m ó bien 25m según se requiera para el estacionamiento y el tráfico esperado. Los espacios para **servicios** pueden ser de 2m, 3m ó bien 5m de ancho.

En planos de sitios en el sistema métrico los intervalos de las curvas de nivel pueden estar 0,1m,0,2m a 5m. En mapas topográficos de

terrenos abruptos la U.S.G.S, por lo común usa intervalos de 1m, 1.5m, 2m, 50m o hasta de 100m.

Mapas de Fotogrametría:

Llamados también mosaicos representan las formas de la superficie de la tierra por medio de fotografías terrestres y aéreas. Estas fotografías son perspectivas a partir de las cuales se obtienen vistas ortográficas por medio de instrumentos estereoscopios. Es necesario fijar estaciones terrestres de control o comprobación para ajustar la **fotografía** a una referencia determinada.

Mapas Militares:

Los mapas militares se dibujan para contener información de importancia militar en el área representa representándole.

Estos mapas tienen comúnmente los datos e informaciones de **valor** para los transportes y abastecimiento militar.

Estos lugares se reconocen por el uso de una simbología específica que depende del uso de **colores** y la clase línea respectiva.

Plano de deslinde o levantamiento planimétrico de un terreno:

El plano de deslinde planimétrico debe dar claramente toda la información necesaria para la descripción legal de la parcela o terreno. Debe contener:

- Dirección de longitud de cada recta
- Numero de acres
- Localización y descripción de las mojoneras encontradas y colocadas.
- Localización de las carreteras, corrientes de agua, servidumbre de paso y cualquier otra incidencia necesaria.
- Líneas oficiales de división que están dentro del predeo.
- Nombre de los dueños de las propiedades colindantes.
- Título, escala, ficha.
- Línea norte con centrifugación de su control horizontal.

El plano de levantamiento de un espacio de terreno debe contener una descripción completa del terreno levantado.

Debe indicar las longitudes y orientaciones (o los ángulos incluidos) de las líneas de límites y divisiones, incluir las áreas en hectáreas la ubicación de **movimiento**.

Planos de propiedades industriales:

De las muchas clases de levantamientos de planos usados en el trabajo industrial solamente destacaremos uno aquí, una porción de un plano de carretera ferroviaria. Este podrá representar un plano de evaluaciones que es como lo que se requieren frecuentemente las que llevan tales planos a que varíen según las necesidades de los casos particulares. En adición podría incluir detalles tales como hidrantes o bocas para incendios y descripción de edificios y otros.

Planos de subdivisiones o parcelarios:

El plano de un fraccionamiento debe contener las medidas y ángulos del levantamiento del espacio de terreno completo, los tamaños de los lotes incluidos, los anchos de las calles avenidas y la localización de todos los monumentos. Los planos de las subdivisiones deben ser completos y exactos, puesto que se archivarán en las oficinas municipales de registro de la propiedad.

Se debe dar, suficiente información para que un topógrafo pueda localizar las esquinas de cualquier lote con precisión al hacer un levantamiento en fechas ulteriores.

Planos de deslinde y mapas parciales de la ciudad:

Los planos de deslinde hechos de planos parcelarios subdivididos, o mapas de la ciudad son preparados por los departamentos de ingeniería de las ciudades y servicios públicos. El propósito de estos mapas parciales es el de registrar datos especiales concernientes a cosas tales como proyectos de mejora, localización de líneas de transporte y la localización de las tuberías existentes y en proyecto para el abastecimiento de agua, alcantarillado, etc. No es necesario que dicho mapa contenga toda la información sobre la subdivisión parcelaria dada en el plano general de la cual esta hecho. Lo ordinario no se muestra la localización de los monumentos ni los ángulos.

La anchura de las calles y el tamaño de los lotes pueden estar indicados o no dependiendo de la utilidad de tal información. Se pueden indicar unos cuantos edificios importantes para ayudar al lector a orientarse.

Los registros mantenidos en los mapas de ciudades proporcionan una información valiosa para la asignación de impuestos y constituyen los informes del progreso sobre el crecimiento de la ciudad. Como se hacen por un fin definido, no deba contener

información innecesaria y por tanto, no incluirán todos los detalles respecto al tamaño de los lotes, los cuales se dan en los planos de subdivisiones o parcelarios, pero deben llevar puntos de control o referencias tanto horizontales como verticales para la localización apropiada de los servicios. Se hacen generalmente en un papel montado en un tablero y deben estar dibujados a escala suficientemente grande para ilustrar con claridad los elementos necesarios; 100 y 200 pies a la pulgada son escalas comunes para estos trabajos, y algunas veces se aumenta hasta 50pies a 1 pulgada. Para ciudades pequeñas se comprende toda su superficie con un solo plano; para ciudades grandes es hacen los planos por secciones convenientes de manera que se puedan archivar fácilmente.

El aspecto del dibujo se mejora agregando líneas de sombra en lados inferiores y derecho de cada manzana o cuadra es decir, considerando las calles y sus servicios de agua como depresión. Se representan algunos edificios públicos los más importantes para facilitar la interpretación. Las diversas divisiones, subdivisiones o distritos pueden representarse por letras o números grandes. Las líneas de nivel se dibujan frecuentemente en estos mapas con tinta roja o **café**, ya sea sobre el original o algunas veces, en una copia positiva del mismo.

Planos de Parcelamiento:

El plano de una propiedad parcelada debe mostrar las dimensiones y ángulos de los deslindes de todo el terreno, el tamaño de los lotes incluidos, la anchura de las calles y pasos, y la situación de los monumentos.

Los planos de los parcelamientos deben ser completos y precisos, dado que se archivan en el registro público del lugar. Debe proporcionarse información, localizar las esquinas de cualquier lote con precisión cuando se haya algún deslinde posterior.

Plano del terreno:

Un plano de una parte del terreno debe contener una completa descripción del mismo. Debe mostrar la longitud y orientación (o ángulos incluidos) de los límites y líneas de división, las superficies incluidas, la división, las superficies incluidas, la posición de los monumentos y los nombres de los dueños de propietarios adyacentes.

El título debe ser claro y conciso esta rotulado en el área despejada. Por lo general se requiere por ley un certificado de deslinde. En la mayor parte de los estados un plano de deslinde debe de llevar el sello de agrimensor titulado.

Sombreado de montañas:

La ilustración de un relieve por medio del sombreado de montañas produce un efecto agradable, pero es muy difícil su ejecución; no da las elevaciones exactas y no puede aplicarse a mapas o planos que hayan de ser utilizados para fines de ingeniería. Algunas veces se puede emplear con ventaja para ilustración en mapas de reconocimiento o en los hachos a escala pequeña.

Existen varios sistemas de los cuales el achurado topográfico es el más común. Las líneas de nivel se bosquejan ligeramente a lápiz y las del rayado se trazan normalmente a aquellas, partiendo de la cima y proporcionado su grueso al grado de pendiente. Se hace frecuentemente una escala de achurados para ser usada como referencia graduados desde negro para pendiente de 45° hasta blanco para superficies horizontales. Las hiladas de trazo deben tocar las líneas de lápiz para evitar que quede una lista blanca a lo largo de las curvas de nivel. Los otros dos sistemas que están en uso son horizontales, o sistema ingles, que emplea líneas de rayado distribuidos según la pendiente y paralelas a las de nivel, y de iluminación oblicua, o sistema francés, que utilizan líneas de rayado gruesa variables para producir efecto de luz solar así como el grado de la pendiente.

Rayado indicador de área.

En los mapas topográficos hechos para propagandas o reproducción, las masa o corrientes de aguas se representan usualmente por rayaos indicador de agua, es decir, trazando un sistema de líneas paralelas a la de la costa, ya sea en negro o en azul debe recordarse que el azul de un calco no se produce bien ni fotográfico ni heliográficamente.

EL rayado de agua utilizado para indicar superficies de agua, se hace por completo a mano alzada con una pluma ordinaria de letreros.

Un rayado indicador de agua defectuoso estropeará la aparición de un dibujo bien ejecutado en los demás aspectos; por tanto, es mejor omitirlo que hacerlo de prisa o descuidadamente. Primero se dibuja

la línea de la orilla y las curvas indica solo las irregularidades prominentes.

Algunas veces se gradúa el grueso de las líneas a vez que los intervalos, pero esto es una operación muy difícil y no es necesario para dar el efecto.

Si se va a indicar varios puertos de agua en el mismo mapa, una forma correcta de obtener regularidad consiste en dibujar primero todas las líneas de las orillas y así sucesivamente, trabajando de ida y vuelta entre un cuerpo de agua y otro hasta completar la representación. La ondulación excesiva da a estas líneas una apariencia no natural y debe evitarse.

En el rayado indicador de agua de una corriente de ancho variable, no deben acumularse las líneas para hacerlas pasar una región angosta, si no que la correspondiente debe unirse, cerrándose en la mitad de la corriente debe tener cuidado de evitar regiones de súbito aumento o disminución del espaciamiento.

Curvas de nivel:

Una curva de nivel es una línea imaginaria considerado sobre la superficie del terreno en la cual todos sus puntos están a la misma altura o elevación, así, la línea que forma en la costa una masa de agua representa una curva de nivel. Teóricamente, las curvas d nivel sobre un mapa pueden ser consideradas como líneas de intersección de una serie de planos horizontales y la superficie del terreno. En la práctica, los planos imaginarios están igualmente espaciados verticalmente de modo que los intervalos entre las curvas serán iguales y las distancias horizontales entre curvas de nivel sobre un mapa indicaran la inclinación de la elevación o descenso de la superficie. Cuando más juntas estén las curvas de nivel mayor será la pendiente, por el contrario, cuando más separadas, menor será la pendiente. Una **distribución** de curva de nivel que se cierra indica o bien una altura o una depresión. Cualquiera que sea el caso, se puede determinar usualmente leyendo **los valores** de las alturas de las curvas de nivel.

Si **el agua** se llevara un pie, la nueva línea que marcaría sobre la costa sería otra curva de nivel con un intervalo de nivel de un pie.

Las curvas de nivel se dibujan de línea fina y cada cinco líneas se trajo una más, su altura sobre un plano de referencia. Si se utiliza la

cota o **marca** de la U. S. G. S., el plano de referencia es a nivel medio del mar. Las curvas pueden trazarse con un tiralíneas seguidor o giratorio, o con una peinilla fina, tal como la Gillot 170, o la Esterbrocek356. En los dibujos hechos en papel se trazan generalmente en **color** café. Frecuentemente se indican en el mismo dibujo con líneas de distinto tipo, tanto las curvas de nivel existente como las rasantes que quedan al terminar la obra.

La **selección** de intervalos en las curvas de nivel (distancia vertical entre los planos de nivel) para un levantamiento topográfico se determina según la naturaleza de las formaciones del terreno y el propósito para el cual se elabora el mapa. Por ejemplo, si el área esta relativamente nivelada, a un intervalo de 1 o bien 2 probablemente pueda servir, mientras que si el área es abrupta, podrá usarse un intervalo de 50 o aun 100 pies. En dibujo con sistema métrico, si el área esta más o menos nivelada, el intervalo de las curvas de nivel puede ser de 0.1m, 0.2m o bien 0.5m en áreas más abruptas, el instrumento podría ser de 1m, 2m, 50m, o en algunos casos, 100m en territorios montañosos.

Las curvas de nivel se trazan mediante las anotaciones sobre las medidas tomadas en el campo. En el caso de áreas pequeñas, el método usual para situar las curvas de nivel es dividir el área en cuadrados y tomar las lecturas de los niveles en cada intersección y en los puntos intermedios en donde hayan cambios de pendientes pronunciados. Suponiendo que la pendiente del terreno es uniforme entre dos puntos, las curvas de nivel se trazan por interpolación entre lecturas para establecer los puntos en el que las curvas de nivel cortan a las líneas de triangulación. La interpolación se puede hacer por ojo o por calculo.

Con frecuencia las curvas de nivel se determinan mediante nivelaciones tomadas a lo largo de líneas conocidas o por anotaciones del levantamiento con la estadía. Cuando se requiere una exactitud extrema y el terreno es bastante plano o está desnivelado, las curvas de nivel se establecen localizando punto directamente en cada curva.

Símbolos Topográficos:

Los diversos símbolos usados en el dibujo topográfico pueden agruparse en los cuatro encabezados siguientes:

1-**Cultura**, o las obras del hombre.

2-Relieve: elevaciones o depresiones relativas.

3-Masas o corrientes de agua.

4- **Vegetación**.

Cuando se emplean colores, la cultura se dibuja en negro, el relieve en café, las masa y corrientes de agua en azul, y la vegetación en negro o en verde.

Estos símbolos, utilizados para expresar características existentes sobre la superficie de la tierra, se hacen cuando es posible, un tanto semejante a los elementos u objetos representados como se varían ya sea en planta o en elevación. No se intenta dar aquí símbolos para todos los elementos que pudieran expresarse en un mapa; y realmente puede ocurrir que halla que evitar símbolos para algún caso particular.

Cuando la escala empleada es grande, las casas, puentes, carreteras y aún los troncos de los **árboles** pueden transportarse al plano de manera que puedan medirse sobre el dibujo de sus dimensiones principales. El arquitecto paisajista se interesa no solamente en el tamaño del tronco, sino también en la profundidad de sus ramas. Un mapa hecho a escalas pequeñas sólo puede dar, por medio de sus símbolos, las situaciones relativas.

El dibujante debe tener presente el objeto del mapa y en alguna forma indicar la importancia relativa de lo representado, haciendo variar su prominencia por los gruesos de las líneas usadas o, algunas veces, variando la escala del símbolo. Por ejemplo, en un mapa dibujado para maniobras militares, un sembrado de **maíz**, podría ser una peculiaridad importante, o en mapas hechos para indicar la situación de elementos especiales, tales como hidrantes o bocas para incendios, estos objetos deberán quedar indicados muy claramente. En el mapa de un aeropuerto o el de un campo de golf contendrá todos los obstáculos. Este principio exige algo de originalidad para tratar aproximadamente los diversos casos.

Estos símbolos están compuestos de cinco a siete trazos radiales que parten de un centro común y arrancan a lo largo de una línea horizontal, empezando y terminando cada penacho con un punto. Colóquense siempre estas figuras de hierba con la base paralela al margen y distribúyanse uniformemente por todo el espacio pero en

filas. Unas cuantas figuras incompletas o filas de puntos mejora la apariencia. Las figuras representativas de hierbas no deben ser tan gruesas como los símbolos de árboles. Al dibujarse los símbolos para árboles de hoja caduca o caediza se debe seguir la sucesión de trazos indicados.

En muchos países hay mapas oficiales de levantamientos topográficos, geodésicos, geológicos, etc, bien conocidos por los topógrafos que ilustran la aplicación del dibujo topográfico. Las hojas cuadrangulares emitidas por la división de topografía de la **oficina** de Levantamiento Geológico de los **Estados Unidos** son excelentes ejemplos y tan fáciles de conseguir que todo dibujante debe estar familiarizado con ellos. Estas hojas representan 15 min de latitud y 15 min de longitud a la escala 1: 62500, ósea, aproximadamente una pulgada a la milla. Todo el territorio de los Estados Unidos está siendo representado en mapas por este departamento en comparación con los diferentes estados. Este trabajo se facilita ahora muchísimo por la ayuda de la fotografía aérea. Gran parte del territorio del Oeste y del Sur ha sido representado en mapas a escalas de 1/2 pulgada a la milla y anteriormente una parte del Oeste fue representada a 1/4 de pulgada a la milla.

Dibujo topográfico:

Como se dijo previamente, un mapa topográfico es una representación, a la escala, de un área pequeña. En un mapa topográfico completo, las características naturales y artificiales se presentan por **medios** y símbolos convencionales reconocidos y la forma del terreno se indica mediante curvas de nivel. Debe evitarse un detalle excesivo y solo se mostraran las características esenciales de la superficie. Todos los nombres y las notas necesarias deben ser rotuladas en una posición en la que se pueda leer con facilidad; El título completo debe ser rotulado en la esquina inferior derecha. De ordinario, en los mapas topográficos se prefiere el tipo de rotulado de trazo sencillo, cuando estos mapas son preparados únicamente para proyectos de construcción, mientras que se prefiere el tipo romano vertical moderno en mapas acabados en donde la apariencia y efecto agradable son importantes.

La escala a emplear para un mapa topográfico depende de la magnitud del área y de la cantidad de detalles que se deban mostrar.

Las escalas varían desde: 1 pulgada = 100 pie (1 = 1200) hasta 1 pulgada = 4 millas (1 = 250.000 aproximadamente). Los mapas preparados por el United States Geological Survey (USGS) se dibujan usualmente en una escala de: 1: 62.500, que es casi una pulgada = 1 milla.

Uso de los símbolos topográficos estándar (USGS):

Para representar las características naturales y artificiales en un mapa topográfico se emplean **signos** y símbolos reconocidos. Muchos de estos símbolos han sido ideados de manera que tengan cierto parecido gráfico con las características u objetos representados, y por conveniencia, se les puede agregar de la siguiente manera:

1. Características físicas (edificios, carreteras, ferrocarriles, etc)
2. Características hidrográficas (ríos, lagos, arroyos)
3. Formaciones del terreno (elevaciones y depresiones); y
4. Vegetación (pastos, árboles y terrenos de cultivos)

Dibujo de los símbolos:

Los símbolos topográficos se dibujan a pulso o por medios mecánicos, dependiendo de las características representadas. Por ejemplo, los símbolos que representan características naturales se dibujan a pulso, mientras que los que representan obras artificiales se dibujan por medios mecánicos.

Aunque el tamaño de los símbolos puede variar algo con el tamaño del mapa, estos nunca se dibujan a escala, sino que siempre se les exagera. El error usual del principiante es dibujar los símbolos muy juntos, demasiado grande o demasiado pequeños.

Cualquiera de estos defectos produce una apariencia desagradable y tiende a desviar la **atención** del lector de las características más importantes. Los símbolos que representan características prominentes se hacen resaltar de los de menor importancia dibujando ligeramente mayores con líneas más gruesas.

El principiante debe estudiar cuidadosamente los símbolos, a fin de no perder algunos de los puntos esenciales en su construcción. Por ejemplo, el símbolo para un árbol se compone de líneas separadas colocadas en forma irregular y no de una línea cerrada dibujada sin

levantar la pluma. Los símbolos para pastos, maíz y otro tipo de vegetación deben ser colocados con las bases de las matas paralelas a las líneas y borde inferior.

Dibujo estructural:

La expresión "dibujos estructurales" se aplica a los de las obras de acero, de mampostería, de madera, de hormigón, etc., para puentes, edificios y presas. Los dibujos estructurales difieren de otros solamente en ciertos detalles y prácticas que se han desarrollado como peculiares a los materiales con los que se trabaja y a su **procedimiento** de fabricación. Las diferencias están tan bien establecidas que es esencial para cualquier ingeniero conocer algo de los métodos de representación que se encuentra en uso en las obras estructurales.

Una tela de araña es uno de los claros ejemplos naturales de una **estructura**. La tela está hecha de muchas partes conectadas para formar una unidad lo bastante fuerte para soportar a la araña. Las estructuras hechas por el hombre, tienen también muchas partes unidas entre sí para formar una armadura lo bastante fuerte para soportar cargas.

La figura muestra una sencilla estructura para un puente. La parte de la estructura rotulado ABCDE es un armazón. Este armazón tiene siete partes conectadas entre sí en las uniones A, B, C, D y E. Las partes se denominan miembros del armazón se encuentra en el mismo plano vertical. AB es el miembro de la cuerda superior; **CD** y DE son los miembros de la cuerda inferior; AE, AD, BD y BC son los miembros inclinados. El puente se compone de armazón ABCDE, la armazón similar del lado opuesto, los miembros transversales que conectan las dos armazones en las uniones correspondientes a la calzada.

Cada miembro estructural realiza una **función** diferente. Los miembros transversales inferiores tienen cargas de flexión y se conocen como vigas. La carga de la calzada actúa perpendicular o los ejes de estos miembros y tienden a flexionarse. Los miembros denominados armazones tienen cargas axiales, siendo la carga en cada armazón en la dirección del eje de ese miembro. Serán

miembros de tensión o miembros de compresión, dependiendo de que la carga que tengan sean de tracción o de empuje.

En la figura 1.1 (a) se muestra un **diagrama** de carga para el miembro transversal inferior en el centro del puente. La carga de la calzada se conoce como una carga distribuida; esta distribución sobre toda la longitud del miembro. Las fuerzas designadas por R_1 y R_2 se denominan reacciones.

Las reacciones de los miembros de soporte suministradas por los armazones. En la figura 1.1 (b) se muestra un diagrama de cargas para una de las armazones. Las cargas de los armazones designadas como P_1 , P_2 y P_3 se denominan cargas concentradas; se concentran en las uniones inferiores. Nótese que R_1 en (a) sería igual a P_2 en (b); ambas representan la **fuerza** entre el miembro transversal central y la armazón. Las reacciones de la armazón son las fuerzas de soporte proporcionadas por los estribos.

Un edificio de muchos pisos es otro ejemplo de una estructura. Sus miembros son vigas, vigas maestras y columnas. Las vigas maestras son vigas grandes que soportan otras vigas. Las cargas estructurales se transmiten a través de los miembros hasta la cimentación del edificio. El peso de una caja fuerte sobre uno de los pisos superiores se transmitirá desde el piso o las vigas del piso, desde las vigas maestras a las columnas y desde las columnas a la cimentación.

Los dibujos son necesarios en todas las etapas del trabajo de estructuras. Un **juego** completo de dibujos para una estructura grande puede incluir dibujos de proyecto que muestren las dimensiones generales de la estructura y su situación; planos de cimentación mostrando las bases o la posición de los pilotes o clavar; dibujos de **diseño** indicando las cargas diseñadas que muestran la disposición general de la estructura y dan especificaciones de los diferentes miembros; dibujos de detalle que proporcionan información suficiente sobre los miembros para que sean fabricados y **diagramas** de **erección** o armado mostrando las marcas de las piezas e indicando la secuencia a seguir en el montaje final de la estructura.

Un diseñador de estructuras debe conocer la **resistencia** y otras propiedades de los materiales en su estructura y debe conocer también los diferentes tipos de posibles fallas estructurales. Debe considerar el pandeo, alabeo, corte, vibraciones, y varias

combinaciones de cargas, además de la de tensión, compresión y flexión.

Clasificación de los dibujos estructurales:

I. Plano general:

Este incluye un perfil de terreno; el emplazamiento de la estructura; elevaciones de los puentes básicos de la estructura, espacios libres, rasantes y pendientes; sentidos de corriente, aguas arriba y aguas abajo (para un puente), y todos los demás datos necesarios para proyectar las subestructuras y la superestructura.

II. Diagrama de esfuerzo:

Este dará las dimensiones principales de la estructura, las cargas muertas las vías, las debido al viento etc. Actuando independiente, los esfuerzos totales máximos y los mínimos, dimensiones o tamaño de los miembros de la construcción con indicación de la información necesaria para detallar, solo, para las uniones de las diversas partes de la estructura.

III. Dibujos de taller:

Se deben hacer dibujos de detalle de todas las partes de **hierro** y acero. Así como de todas las obras de madera, fábrica y hormigón.

IV. Plano de cimentación o de mampostería:

Este debe contener los dibujos detallados de las partes de la cimentación, los muros, los pilares, etc., que soportaran la estructura. Los pilares deben indicar las cargas que actúa sobre la cimentación, en la profundidad de los cimientos, el espaciamiento de los pilotes cuando se amplíen, las proporciones para el hormigón, la **calidad** de la mampostería y la del mortero, la carga de apoyo admisible sobre el subsuelo, y todos los datos necesarios para situar con exactitud y para construir los cimientos.

V. Esquema de construcción, armado o erección:

El esquema de construcción o erección debe ilustrar la situación relativa de cada parte de la estructura, las marcas de embarque o expedición de los diversos miembros, todas las cotas principales, número de pieza que lleva cada miembro, **empaquete** de los pasadores, agarre y longitud de apriete de éstos y cualquier aspecto o información especial que pueda ayudar al montador o armador en el terreno.

VI. Planos de obras falsas o transitorias:

Para las estructuras ordinarias que no es común la preparación de planos de obras falsas o transitorias en la oficina, dejándose este detalle al armador para que lo resuelva sobre el terreno.

Los planos de las obras falsas son especialmente importantes para arco de hormigón y de obra de fábrica y para otras estructuras de hormigón; lo son también para los encofrados o moldes de todo los muros, pilares, etc. Deben suministrarse también al armador plano de detalles de los andamios móviles, cabrias, etc., que hayan de usarse.

VII. Notas de materiales:

Deben permanecer listas o notas completas de todos los materiales incluyendo las diferentes partes o piezas de la estructura con sus marcas y peso de expedición. Esto es necesario para permitir la comprobación de las expediciones y sus pesos y lo llegado de los materiales.

VIII. Lista de remache:

La lista de remache debe mostrar las dimensiones y números de todos los que hayan de colocarse en la obra, y de todos los pernos, empujes, etc., que deban emplearse en la erección de la estructura.

IX. Lista de dibujo:

Debe hacerse una lista que demuestre el contenido de todos los dibujos que corresponda a la estructura

Construcción de acero:

La elevada resistencia y ductibilidad del acero lo hace ser un material estructural ideal. Tiene igual resistencia tanto en tensión como en compresión y se le puede laminar en formas especialmente diseñadas para miembros estructurales. Su ductabilidad facilita la fabricación y erección y permite que una estructura de acero terminada soporte una sobre carga limitada sin una falla estructural completa.

Los símbolos debajo de cada sección se emplean para especificar formas particulares sobre los dibujos y en **literatura** técnica. Cada forma se designa para alguna función específica. La viga I estándar y la viga de ala ancha se designa para transversal y un peso mínimo del miembro.

Se puede obtener todas las formas en diferentes tamaños y en longitudes apropiadas para los miembros estructurales. La fabricación de estructura de acero es el **proceso** de remachar, soldar o atornillar formas de acero estructural en las estructuras.

Para la designación de los **procesos** perfiles de acero laminado sobre los dibujos se emplean las abreviaturas estándares y el orden de las específicas estándares, que sigue:

- Placas: Pl 18x1/2 x 4' 2 (ancho x grueso x longitud)
- Ángulos de lados iguales: L3 x 3 x 1/4 x 7' -6 (largo de los lados x grueso x longitud).
- Ángulos de los lados desiguales: L6 x 4 x 5/16 x 10'-0 (largo del lado mayor x largo del lado menor x grueso x longitud).
- Canales estándares: 9 13.4 x 12' 4 (altura de la sección x peso en libras por pie x longitud).
- Vigas I estándares: 12 I 31.8 x 14' -6 (altura o peralte de la sección x peso en libras por pie x longitud).
- Perfiles de la ala ancha: 14 WF 48 x 16' -3 (altura nominal de la sección x peso en libras por pie x longitud).
- Tes: T5 x 3 x 1/2 x 8' -0 (ancho de la ala o patín x altura x peso en libras por pie x longitud).
- Tes estructurales: cortadas del perfil de ala ancha: ST 5WF 10.5 x 4' -7 (altura x ancho del ala x peso en libras por pie x longitud).
- Cortadas de la viga I: ST 5I 125 x 5' -4 (altura x peso en libras por pie x longitud).
- Zetas: Z6 x 3 1/2 x 15.7 x 9' -10 (altura x ancho de ala x peso en libras por pie x longitud).

Dibujos de acero estructural:

Los dibujos generales corresponden en muchos aspectos a los dibujos de proyección del ingeniero mecánico e incluyen el plano general, el diagrama de esfuerzo y el esquema de erección (o construcción). En algunos casos el dibujo de proyecto es desarrollado completamente por el ingeniero, el cual da los tamaños y pesos de los miembros y el número y espaciamiento de todos los remaches, pero en la mayoría de los casos se ilustran las dimensiones generales, posiciones y tamaño de los miembros y el número de remache, dejando los detalles para ser determinados en

el taller o para darlos completos en los dibujos de taller separados, estos dibujos de detalle (taller) muestran las diversas partes siguen se las embarca. Las unidades que se embarcan para las grandes estructuras de acero son submontajes de miembros con las partes de unión agregadas. Es económico hacer en el taller tantas conexiones como sea posible debido a las condiciones de trabajo favorables con las que se cuenta. Los dibujos deben especificar las uniones en detalle e indicar los uniones que se deben hacer a escala, sino dibujándolo como si fuera cortada o interrumpida de modo que los espaciamientos de los remaches en los extremos (y en el intermedio) puedan dibujarse a la misma escala que la sección transversal. Las cotas se colocan siempre sobre las líneas de cota y esto no se interrumpe, sino que se dibuja continua.

Los perfiles laminados especifican con notas abreviadas, la especificación se da bien a lo largo de la cota, o bien cerca y paralela al perfil.

Se necesita marcas de erección o construcción para poder identificar los miembros. Estas se indican sobre el dibujo por letras y números en el subtítulo, las mayúsculas, B para vigas, C para columna, T para armadero, etc. El número del miembro específico de un montaje.

Las marcas de montaje se emplean cuando un mismo perfil se utiliza en más de un lugar sobre un miembro.

Los miembros diferentes pueden detallarse juntos sobre el mismo dibujo cuando sólo difieren en la longitud, el espaciamiento de los agujeros o el de los remaches, o bien cuando sean con mismos miembros pero uno de ellos tenga agujeros especiales o una pieza extraña añadida.

Las distancias a las líneas ejes o centrales de otro miembro se dan colocando la distancia, precedido el signo (-), en el extremo de la cota de longitud.

Las inclinaciones de los miembros y las líneas ejes, las de los cortes, etc., inclinada, se indicaran por las tangentes de sus ángulos, donde se ha dibujado un pequeño triángulo rectángulo con su hipotenusa paralelo o la recta cuya inclinación quiere especificarse, o sobre la misma recta.

Los remaches, y los agujeros se acotan en las vistas en que aparezcan representados por círculos. Las cotas que pertenezcan a una fila de

remaches deberán darse en una sola línea. El diámetro o tamaño de los remaches y agujeros se dan en una nota general, las longitudes de los remaches no se dan corrientemente en el dibujo, el obrero tomará un remache de la superficie longitud, para atravesar los miembros y sobresalir lo necesario para que pueda formarse una cabeza.

Estructura de madera:

La madera fue sin duda el primer material utilizado para estructuras y tendrá siempre un lugar en el campo estructural. Se utiliza de ordinario para umbrales, montañas, encofrados y armazones para techos. Se emplea con frecuencia en la construcción de bastidores para ferrocarriles y carreteras. En lugares remotos, la madera puede ser el único material disponible para las estructuras. Las maderas principales utilizadas en la construcción son el pino blanco, el pino amarillo, el abeto, el ciprés y el roble.

La construcción en madera hacer un sustituto satisfactorio para la construcción en acero y concreto reforzado durante la los escoceses para las formas y soporte en la construcción de hormigón armado.

La representación de las estructuras reticulada de madera no comprende nuevos **principios**, pero requiere de atención particular en los detalles o uniones. Los miembros de madera son generalmente de sección rectangular y se especifican en tamaños nominales de pulgadas pares, como 8'' x 12''. Los dibujos generales deben dar las distancias a los ejes o centros y otras importantes. Los dibujos de detalles hechos a gran escala dan por separados la información específica para las piezas o partes. Deben detallarse las particularidades de las juntas (empalmes, ensambles y acopladuras), los métodos de unión, etc.

Pueden usarse algunas veces con ventajas dos escalas en el dibujo general, una parte esencial de tales dibujos son las notas completas, especialmente cuando el acotado de los pequeños detalles pudiera producir confusión.

Las juntas de las estructuras de madera se unen con clavos corrientes o largos y fuertes (spikes), tirafondos, pernos o por medio de conectores modernos de forma de anillo o planos, de **acción** semejante a la de una espiga o una chaveta.

Estructura de concreto (hormigón armado):

El método de reforzar hormigón con metal tuvo su origen en **Francia** alrededor de 1850; cuando Tambot construyó una embarcación con mortero reforzado. En la actualidad encontramos por todas partes estructuras de hormigón armado.

El diseño de las estructuras de hormigón armado es complicado. El diseñador debe conocer todo el proceso de construcción para poder diseñar una estructura que se pueda construir económicamente. Debe saber como se doblan las barras de refuerzo a su forma, como se las debe unir, como se montarán y soportarán, como se colocan los refuerzos en las formas, como se debe verter el hormigón y como se quita el encofrado. Debe saber también los métodos de verificar curar e inspeccionar.

El hormigón armado es una división de la obra de fábrica que necesita atención en su representación y especificación. Es casi imposible representar concretamente las formas de las varillas de armado o refuerzo que lleva el hormigón o concreto por las vistas ortográficas del sistema diédrico esenciales, sin el **empleo** de un esquema sistemático de símbolos y marcados convencionales. Por medio del plano, los datos tabulados, las notas generales y las especificaciones, el ingeniero especifica por completo el piso de hormigón armado del edificio. La situación de las vigas armadas se dan sobre la planta; Las dimensiones de las vigas y su armado se indican en el **programa** o lista de vigas; y las secciones típicas de las vigas dan la información básica para el doblado de las barras o varillas de armado. Sobre la planta y a base de programa o lista de losa se indica el tipo de estas en la distancia, parte del piso por medio de las letras A, B, etc. La lista de losas en conjunción con la planta típica de losas (abajo a la derecha), indica la dirección y los separamientos del armado.

Las notas generales sobre el dibujo, o en las especificaciones cubrirán elementos tales como, la resistencia máxima del hormigón, la calidad o grado del acero, su recubrimiento mínimo etc.

Para asegurar uniformidad en los dibujos de hormigón armado, el American Concrete Institute, P.O. BOX 4754, publicó el aprobado **Manual** of Estándar Practice for Detailing Reinforced Concrete Structure. Este manual muestra dibujos típicos para edificios, puentes, muelles, muros de retención, canales y arcos de concreto reforzado.

En tales construcciones, la carga del piso la soporta el esqueleto de acero en tanto que el hormigón se utiliza para los pisos y para cubrir los miembros estructurales para lograr protección contra incendios y mejor apariencia.

Los huecos, tanto abiertos como cerrados dan lugar a impulsador descendiente formando el remache a través de las mordazas dentro de un percutor de muelle. El percutor, con un movimiento descendiente continuo, se aloja dentro del cañón del obturador guiando el remache a través del sistema hasta que éste llega al obturador y es agarrado. Al retroceder el impulsador y las mordazas el obturador empuja el remache, actuando sobre la **matriz** o troquel de la misma manera en que el vastazo de depresión actúa en las **operaciones** de traqueado y embutidos.

Las dos consideraciones principales que afectan el diseño de instalaciones con remaches pequeños son:

1. La unión misma, su resistencia, su apariencia, y configuración.
2. La operación final de remachado en cuanto se refiere a capacidades del equipo y secuencia de **producción**.

Como la principal ventaja del remachado la constituye la posibilidad de **alimentación** automática del elemento de fijación lo cual permite llegar a altas tasas de producción y bajos **costos** de instalación el diseño del **producto** deberá estar directamente relacionado con el equipo de remachado y la secuencia de instalación, esto para llegar a resultados óptimos.

Tipos de remaches livianos:

Semitubulares:

Constituyen el tipo más usado. La profundidad del hueco del remache, medida a lo largo de sus paredes no exceden el 112 % del diámetro medio de vástago. El hueco puede ser extraído (recto o con conicidad) o perforado (recto), dependiendo del procedimiento del fabricante y del tamaño del remache. Este remache se ha sido especificado apropiadamente he instalado en un hueco debidamente preparado, se convierte en esencialmente en un miembro sólido ya que el espesor del hueco y su profundidad, son apenas suficientes para el agarre. Utilizando siempre que se requiera una resistencia máxima al esfuerzo constante, su capacidad de carga en compresión y cizallamiento es comparable a la de remache sólido.

Tubulares:

Este tipo de remache tiene un vástago profundo, con una profundidad de hueco superior a 112 % del diámetro medio del cuerpo puede utilizarse para perforar su propio hueco en materiales de revestimiento, algunas láminas plásticas u otros materiales suaves, eliminando así una operación preliminar de perforación. Su resistencia al enzallamiento es menor que la del remache semitubular.

Bifurcado (abierto):

El cuerpo del remache es aserrado o troquelado para obtener un vástago dentado que perfora su propio hueco a través de fibras, madera o **plástico**. Los vástagos troquelados, con pocas excepciones, son más apropiadas que los aserrados para la perforación de materiales no metálicos tales como el **cuero** y los sintéticos. El aserrado o corte no distorsionan la pata tanto como el troquelado sin embargo el troquelado en frío trabaja el material y lo fortalece. Debe tenerse en cuenta que el tamaño del remache puede alterar la regla anterior.

Compresión:

Este remache está constituido por dos elementos, el remache sólido y el miembro tubular de perforación profunda. Estas piezas, al unirse a **presión** constituyen un ajuste de interferencia. Las cabezas de los dos miembros pueden producirse con **tolerancia** bastante ajustadas; por esta razón, este tipo de remache se emplea cuando la apariencia de las dos caras del trabajo deba ser uniforme y las cabezas deban ser emparejadas para prevenir la acumulación de mugre y desperdicios.

Pueden emplearse en madera, plástico frágiles o quebradizos y otros materiales sin peligro de requebrajaderas durante la instalación.

Recomendaciones de diseño:

1. Seleccionar los remaches adecuados. El tubular and Split Rivet Council, a publicado las **normas** para los diferentes tipos de remaches a excepción de los sometidos a compresión. Aún cuando, con frecuencia puede ser tentador especificar diámetros, tolerancias y longitudes ligeramente diferentes por ser bastante económicos la producción de remaches livianos con el empleo de

herramientas las normas mencionadas deben cumplirse hasta donde sea posible.

2. Usar el tipo de agarre más adecuado. Para los remaches tubulares y semitubulares existen dos tipos básicos de agarre: el laminado y el de estrella. El agarre laminado o estirado forma un reborde alrededor del extremo del vástago del remache que se agarra a la pieza. En el agarre de estrella se corta la pared, vástago en su extremo y esta parte toma una forma de estrella para fijar el remache a la pieza. Cuando son de esperar variaciones en el mapa material, así como cuando el material es quebradizo el último procedimiento de instalación es el más recomendable también lo es cuando solo un remache deba resistir momentos de torsión. Sin embargo, el agarre laminado constituye una unión más firme y segura

Remache ciego:

La técnica del remache ciego es empleada para instalar el elemento de fijación cuando no hay acceso al lado posterior de la unión. Sin embargo esta técnica se usa frecuentemente aún cuando los dos lados de la unión sean de fácil acceso. En estos casos el remache ciego se emplea generalmente para facilitar el ensamble para economizar metal, mejorar la apariencia o disminuir los costos de instalación. Al eliminarse la necesidad de operaciones secundarias mediante el uso de remaches ciegos frecuentemente se logran reducciones sustanciales en el **costo** y mejora en la producción.

Estilo de remache ciego:

De acuerdo con sus requisitos de instalación, la mayoría de los fabricante producen varios tipos de remaches ciegos claramente diferentes entre sí. El estilo del cuerpo, la configuración del extremo ciego y el método de instalación.

Datos de diseño para remaches ciegos:

1. Distancia al borde:

Distancia al borde recomendable es de promedio el doble del diámetro. Para estructuras sometidas a cargas livianas, donde el remache desempeña solamente una función de fijación, esta distancia puede reducirse a diámetro y medio; para estructuras sometidas a cargas mayores, esta distancia puede aumentarse hasta

tres diámetros, a fin de desarrollar la resistencia requerida en la unión.

2. Espaciamiento:

La distancia o paso entre remaches, deberá ser igual al triple de su diámetro. Esta distancia deberá aumentarse o disminuirse de acuerdo con la naturaleza de la carga. Sin embargo se considera que una distancia de tres diámetros es suficiente para prevenir las tendencias de falla del material y para concentrar la carga en el remache.

3. Longitud:

La longitud necesaria para ejercer la acción de agarre varía notablemente y depende del material asegurado, de la resistencia necesaria y del método de remachado. La mayoría de los fabricantes de remaches suministran los datos correspondientes a su producto para facilitar al usuario la escogencias del tipo requerido.

3. Holgura del hueco:

Supóngase una sección angular, remacha al miembro recto, si en ángulo se proyecta por sobre la cabeza del remache, podría, dificultarse la **introducción** de la herramienta para recalcarlo. Este problema puede obviarse halando el remache desde el lado bajo del trabajo. Al remachar el canal "U", a los miembros exteriores, los remaches deberán alimentarse desde los lados exteriores. Para esta unión debe considerarse una holgura suficiente en la parte posterior; esto al fin de evitar interferencias. Una cabeza de diámetro grande podría inferir con la pared.

4. Holgura posterior:

la inserción completa del remache es esencial para lograr uniones firmemente aseguradas. Debe dejarse una holgura posterior suficiente para permitir que la longitud total del remache, antes de asegurarlo pueda acomodarse adecuadamente. En el caso de dos remaches opuestos, el espacio mínimo permisible deberá acomodar un remache asegurado y uno sin asegurar.

5. Huecos ciegos o ranuras:

una de las aplicaciones útiles de remache ciego, es la asignación de miembros a un hueco ciego. La cabeza formada descansa únicamente contra el lado del hueco. Como debiera esperarse, esta unión no es tan fuerte, pero la acción de agarre de la cabeza del

remache da al conjunto una resistencia suficiente para soportar pequeñas cargas de tensión y esfuerzos moderados de cizallamiento.

6. Uniones remachadas:

El traslado simple debe tener suficiente material entre el hueco y el borde de la pieza, como para garantizar una resistencia satisfactoria. Un exceso de material por delante del hueco del remache podría detenerse o enroscarse, vibrar o causar interferencias y **problemas** dependiendo esto del método de instalación. La mejor solución sería cepillar el bastidor a fin de dejar un borde aproximadamente igual al doble del diámetro del hueco. Como solución alterna, podría instalarse el remache a media distancia entre los bordes de los bastidores superior e inferior.

7. Uniones machihembradas:

Las uniones machihembradas se ejecutan avellanando una de la secciones y utilizando un remache de cabeza avellanada. El remache se clasifica, en cuanto a su tope, como coronado.

Otro método popularizado para el machihembrado, con ganancias adicionales de resistencia al esfuerzo de aplastamiento, consiste en la ahorración de la lámina formando una proyección cónica sobre la parte posterior de la misma; mediante el uso de un dado. En la parte frontal de la lámina, se dejó un exceso avellanado, que permite el montaje con el emparejamiento de la cabeza del remache. Las proyecciones en las dos láminas, se anidan juntas para aumentar la resistencia del aplastamiento.

8. Uniones estancos:

Un remache de núcleo vacío puede sellarse por coronamiento, o también empleando simultáneamente una corona y un tapón. Para lograr un verdadero sello, sin embargo, se requiere utilizar una empacadura o un sellante bituminoso aplicado entre las uniones y posiblemente bajo la cabeza del remache. La solución ideal es usar un remache de extremo serrado cuando el sello deba ser a prueba de agua. Pero no a prueba de humedad o presión, las secciones pueden simplemente pintarse.

9. uniones de cauchos, **plásticos** o materiales sintéticos:

Algunos plásticos como los reforzados, la fibra de **vidrio** moldeada y el poliestrino, por ser razonablemente rígidos no representa problemas para el uso de la mayoría de los remaches de tipo

pequeño. Sin embargo cuando se trata de materiales muy flexibles o sintéticos, el remache debe colocarse de tal manera que la cabeza recalada quede contra el miembro sólido. De no ser posible esta practica, es recomendable usar una tira al respaldo.

10. Uniones articuladas:

los métodos aceptables de crear uniones articuladas, incluyeron el uso de tiras de respaldo, piezas especiales en la herramienta de remachado, y selección de remaches elaborados con **aleaciones** más suaves.

11. Fijación de una barra sólida:

Al fijar una barra a otros miembros, la practica usual consiste en atravesar completamente con el remache. De no ser esto practico, la fijación puede efectuarse sobre una ranura frisada o un hueco perforado.

12. Fijación de tubos:

El remache ciego es ideal para la fijación de tubos. Para eso es necesario un remache bastante largo, el uso de remaches más cortos implica una ventaja muy pequeña sobre el diseño.

13. Uniones de tuberías:

En la unión de tuberías se presentan una forma bastante común de remachado ciego, la misma que se emplea para **conjuntos** estructurales y también para acoples de transmisión de **potencia** de bajo costo.

14. Lámina metálica:

Algunos remaches ciegos se adaptan para el ensamblaje de láminas metálicas. Aquellos cuya acción de soporte se ejerce mediante la deformación del vástago no son aplicables a tal uso.

Cuando sea necesario hacer una escogencia, siempre es deseable colocar el remache contra el miembro más grueso. Para uniones que ofrecen acceso por los dos lados, es recomendable pero no absolutamente necesario, el uso de arandelas o tiras de respaldo.

15. Uso de fuerzas de halado:

La colocación inteligente de los remaches de las piezas que se van a remachar, permite que la fuerza de aplicación del remache sirva en algunos casos, para unir piezas muy diferentes.

16. Secciones en panal:

Las inserciones debieran aprovecharse para fortalecer la sección y proveer una unión fuerte. De otra manera, la instalación del remache puede deformar la sección y causar un debilitamiento estructural que más adelante podría ocasionar su fractura.

Soldadura:

Por ser de utilidad los diferentes procesos de soldaduras que se usan en la producción comercial, se puede clasificar en tres tipos: procesos a presión, sin presión, de colado.

El objeto fundamental de las soldaduras es unión varias piezas de metal en tal forma que esta operen como un estructura compacta capaz de soportar las cargas a las cuales estará sometida.

Procesos de soldaduras:

Soldadura de arco:

Para las soldaduras de arco se emplea un arco eléctrico en la producción de **calor**. El calor del arco eléctrico se concentra en los bordes de las dos piezas metálicas que se van a unir y mientras los bordes de los **metales** de tales piezas están fundidos.

Agrega metal adicional que habrá de constituir un electrodo.

Soldadura de faja:

El metal se calienta externamente en un hornillo y las partes metálicas se unen mediante presión bien sea por rodillo o impacto.

Soldadura de gas:

El metal se calienta con una llama producida por **combustión** de gas, la mezcla más usada esta constituida por acetileno y **oxígeno**. Como metal de relleno puede usarse barras de soldaduras adicional este proceso se emplea con gran frecuencia en labores de **mantenimiento** y separación.

Soldadura de inducción:

Las partes que se van a soldar se colocan sobre o muy cerca de una bobina de inducción. En las partes se induce una **corriente eléctrica** elevando la **temperatura** hasta el punto tan que se fusione.

Soldaduras de resistencia:

Se hace pasar una corriente eléctrica de alta intensidad a través de los metales y en el punto de **soldadura**. La resistencia de los metales a las corrientes es suficientes para fundir el metal en el punto de unión, produciéndose así las soldaduras de las partes.

Las soldaduras de puntos, de costura y de proyección se forma o versiones de la soldadura de resistencia.

Soldadura aluminotérmica:

El calor necesario se obtiene de la reacción **química** que sucede entre el **aluminio** pulverizado y un óxido metálico pulverizado que generalmente es óxido de hierro.

Símbolos de soldadura:

Introducción de símbolos de soldaduras, capacita al proyectista para indicar claramente el tipo y el tamaño de las soldaduras requeridas de acuerdo con sus especificaciones de diseño; cada vez es más importante para el proyectista indicar correctamente el tipo de soldadura.

Los símbolos para el dibujo de soldadura constituyen un lenguaje abreviado. Su uso implica economías en **tiempo** y **dinero** y sirve para asegurar claridad y conexión. Es deseable que los símbolos usados pertenezcan a un lenguaje universal. Por esta razón se ha utilizado los símbolos de la American Welding Society. El uso de esta simbología es obligatorio de acuerdo con los requisitos para soldadura de la edificación W47 de la CSA, esto para fabricantes o contratistas certificados por el comité canadiense de soldadura (Canadian Welding Bureau) de acuerdo con el requerimiento de la norma antes mencionada.

El uso de las frase "lado cercano" y "lado lejano" carecen entonces de significado.

Soldadura de pie de agujero:

1. Las muecas o ranuras del miembro del lado de la flecha para una junta de soldadura de pie de agujero de ranura se indican colocando el símbolo de soldadura sobre el lado de la línea de referencia que queda hacia el lector.
2. Las muecas o ranuras del miembro del otro lado de una junta para soldadura de este se indican colocando el símbolo de soldadura sobre el lado de la línea de referencia que queda opuesto al lector.
3. La profundidad del relleno de las muecas es total, salvo indicación contraria para el cual se indicará la profundidad del relleno en pulgadas dentro del símbolo de soldadura.

4. La longitud, la anchura, el espaciamiento incluido avellanado la orientación y la localización de la soldadura de pie de agujero deberán indicarse en el dibujo o mediante detalles referenciados en el símbolo de soldadura observando el significado corriente de la localización con relación al símbolo.
5. Las soldaduras que deben elaborarse buscando un acabado más o menos parejo sin emplear medios mecánicos para tal acabado, se indican agregando el símbolo de contorno parejo al símbolo de soldadura.
6. Las soldaduras que deben emparejarse usando medios mecánicos se indican agregando al símbolo de soldadura, el símbolo de contorno parejo y el símbolo corriente de acabado al usuario.

Soldadura de arco de puntos:

1. Las dimensiones de los puntos de soldadura del arco se muestran del mismo lado de la línea de referencia que muestra el símbolo de la soldadura. Se dimensiona de acuerdo con su tamaño o con su resistencia. El tamaño se identifica de acuerdo con el diámetro de la soldadura expresado en fracciones o en centésimas o pulgadas, se muestra a la derecha del símbolo de soldadura. No es necesario expresar el símbolo de pulgada.
2. La resistencia de los puntos de soldadura de arco se define como la resistencia mínima aceptable al cizallamiento en libras por puntos de soldadura y se muestra a la izquierda del símbolo. El paso (espaciamiento de centro a centro se muestra a la derecha del símbolo).
3. La extensión de la soldadura debe dimensionarse cuando es inferior a la distancia comprendida entre cambios abruptos de dirección de la soldadura o cuando es menor que la longitud total de la junta.
4. Cuando para una junta se desea un número definido de puntos de soldadura de arco se indicará entre paréntesis en la parte superior o en la inferior del símbolo de soldadura.
5. Cuando la superficie a la vista de uno de los miembros de un junta deba ser emparejada se indicará tal superficie agregando el símbolo de contorno emparejado al símbolo de soldadura.

Esto se hará observando el significado corriente de la localización con relación al símbolo.

Soldadura de arco en costura:

1. Las dimensiones de este tipo de soldadura se muestran del mismo lado de la línea de referencia que muestra el símbolo de soldadura. Se dimensionan bien sea por su tamaño o por su resistencia. El tamaño de la soldadura se identifica como la anchura de la costura, expresado en fracciones o decimalmente en centésimas de pulgadas. Se muestran a la izquierda del símbolo de soldadura sin que sean indispensable utilizar el símbolo de pulgadas.
2. La resistencia se especifica como el cizallamiento mínimo aceptable en libras por pulgadas lineal de soldadura y se muestra a la izquierda del símbolo de soldadura.
3. La longitud de las costuras cuando se muestra en el símbolo de soldadura se indica a su derecha. Cuando se extiende a todo lo largo de la distancia entre cambios abruptos en la dirección de la soldadura no es necesario indicar su dimensión.
4. El espaciamiento, la extensión y la localización y la orientación de las costuras no se muestran en el símbolo de soldadura. Estos datos se indican en el dibujo.
5. cuando la superficie a la vista de uno de los miembros de una junta soldada con costura de arco deba ser emparejada tal superficie se indica agregando el símbolo de soldadura. Esto, observando el significado corriente de la localización con respecto al símbolo.

Soldadura espaldar:

El símbolo de soldadura espaldar se usa para indicar espaldares acordonados de soldaduras en ranuras simples.

1. Estas soldaduras espaldar sobre el lado de la línea de referencia opuesto al símbolo de soldadura de ranura. No se muestran las dimensiones de este tipo de soldaduras en el símbolo. En caso de que sea necesario mostrar las dimensiones esto se hará en el dibujo.
2. Las soldaduras de espaldar que deban quedar más o menos parejos sin necesidad de emplear medios mecánicos de acabado

se indicaran agregando el símbolo de contorno parejo al símbolo de soldadura de espaldar.

3. Cuando la soldadura se empareja empleando medios mecánicos se agregarán al símbolo de soldadura de espaldar el símbolo de contorno emparejado y el símbolo corriente del usuario para el acabado.

Soldadura por fusión completa:

1. Los símbolos de fusión completa se emplean cuando se requiere el 100% de penetración de la soldadura a través del material para soldaduras ejecutadas por un solo lado del miembro que se va a unir. Se indican colocando el símbolo de soldadura por fusión completa sobre el lado de la línea de referencia opuesto al símbolo de soldadura en ranura.
2. Las soldaduras que deben quedar más o menos parejas sin necesidad de emplear medios mecánicos de acabado se indicarán agregando al símbolo de soldadura el símbolo de contorno parejo.
3. Las soldaduras que deben emparejarse usando medios mecánicos de acabado se indicarán agregando el símbolo de soldadura el símbolo de contorno parejo y el símbolo acostumbrado del usuario para el tipo de acabado empleado.

CONCLUSIÓN

Además de la importancia del tema estudiado anteriormente se puede sintetizar que el dibujo estructural se puede diferenciar de otros tipos de dibujos debido al procedimiento de fabricación.

En el dibujo estructural podemos encontrar las estructuras de acero que se arman con perfiles laminados unidos con remaches, tornillos o bien soldados. La función primordial del dibujo de estructura de acero es la de indicar como han de ser trabajados dichos perfiles en el taller.

A diferencia de elementos tales como tuercas y tornillos, considerados elementos de fijación removible, los remaches se clasifican como elementos permanentes de fijación de tales estructuras.

Existen diferentes tipos de remaches de acuerdo al material con el cual son elaborados que son pesados y livianos. Al igual que los

remaches las soldaduras se clasifican en varios tipos de acuerdo a la unión que se requiera.

En cuanto las estructuras de concreto que normalmente conocemos como hormigón este tiene un tipo específico de representación el cual muchas veces es muy difícil.

Las estructuras de madera para este tipo de representación hay que tener mayor atención en las uniones ya que estos se realizan con clavos corrientes o largos, pernos, conectores, etc.

En el trabajo geológico a pesar de realizar representaciones más o menos exactas de las estructuras en cortes del suelo también se realizan representaciones de mapas de superficie, curva de nivel subsuelo de espesores, petrofísicos, etc que ofrecen una información concreta de las condiciones del suelo en determinadas áreas y son muy utilizadas en el estudio del mismo.

El dibujo topográfico como ya sabemos estudia el relieve de las diferentes regiones, al igual que en el dibujo geológico existen distintos mapas topográficos como son hidrográficos, de ciudades, planos de deslinde, mapas de ingeniería, mapas militares de cartas náuticas, etc.

Los mapas topográficos no son más que una representación en dos dimensiones de un área generalmente pequeña de la superficie terrestre.

En la parte topográfica también se estudia la forma de representación de algunos símbolos utilizados en el dibujo como: sombreado de montaña, rayado que indica la presencia de agua, etc.

Así mismo conocer que el dibujo topográfico juega un papel importante en la elaboración del dibujo geológico y de allí nace la gran relación del uno hacia el otro.

BIBLIOGRAFÍA

Dibujo y Diseño de Ingeniería

Autor C.H. Jensen

Editorial Mc Graw Hill **México**.

Tratado de topografía

Autor Praymond E. Davis.

Francis S. Foote y Joe W. Kelly

Editorial Mc Graw Hill
Tratado de topografía GG
Autor C Pasini
Editorial Gustavo Gili, S.A
Patología y Terapéutica del hormigón armado.
Autor M. Fernández Canovas
Editorial Dossat S.A
Tecnología de la construcción
Autor G. Baud
Editorial Beume
Dibujo técnico básico
Henry Cecil Spencer y Jhon Thomas Dygdon
CECSA
Décima edición 1981
Fundamentos de dibujo en ingeniería
Warrenj Luzadder
CECSA
Sexta edición 1977
Topografía elemental
Raymond E Davis y Joe W Kelly
CECSA
Dibujo de ingeniería
Thomas E French y Charles J Vierck
Duodécima edición, Mc Graw Hill
Geológica y ciencias afines
Robert L Hellery y Oswaldo De sola
Primera edición
U Teha. Unión topográfica
Editorial hispanoamericana
Mapas geológicos
J A Martínez Alvarez Paraniro.

INGENIERO QUIMICO

CESAR FLORES

[cesarflores91\[arroba\]hotmail.com](mailto:cesarflores91[arroba]hotmail.com)

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

BARCELONA, JULIO DE 2001