

31



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESPECIFICACIONES EN EL CONTROL DE  
CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
JORGE MARTIN GARCIA JIMENEZ



MEXICO, D. F.

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**ESPECIFICACIONES EN EL CONTROL DE  
CALIDAD EN LA CONSTRUCCION**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-076/90

Señor  
JORGE MARTIN GARCIA JIMENEZ  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. SERGIO ZERECERO GALICIA, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

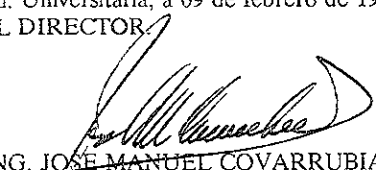
**"ESPECIFICACIONES EN EL CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION"**

- I. INTRODUCCION
- II. MATERIALES DE CONSTRUCCION
- III. QUE ES EL CONTROL DE CALIDAD
- IV. EN QUE CONSISTE EL CONTROL DE CALIDAD
- V. DIVERSOS CONTROLES DE CALIDAD EN LOS MATERIALES
- VI. EVALUACION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS
- VII. CONSECUENCIAS POR EL INCUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES
- VIII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 09 de febrero de 1995.  
EL DIRECTOR

  
ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR\*nl

h.

## *Dedicatorias*

Dedico esta tesis a las personas que siempre me han brindado su apoyo y confianza para la realización de este trabajo.

A mis Padres

A mi Esposa e Hija

A mis hermanos

A toda mi Familia

A mi director de Tesis y profesores

A mis Amigos y Compañeros de trabajo.

Agradezco de manera invaluable la participación  
para la elaboración de esta tesis:

Al Ing. Sergio E. Zerecero Galicia (Director de tesis).

Al Ing. Arnulfo Andrade Delgado

Al Ing. José Antonio Kuri Abdala

Al Ing. Hector Guzmán Olguín

Al Ing. Javier Gutiérrez Reynoso

Al Ing. Mauricio González Sánchez

Por su motivación y alegría cotidiana dedico  
en forma especial esta tesis a mi hija:

**Luz Paola**

ESPECIFICACIONES EN EL CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

INDICE

	Págs.
CAPITULO 1. ....	1
INTRODUCCION. ....	1
CAPITULO 2. ....	3
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION.</b>	
2.1.- Que son los materiales en la construcción. ....	3
2.2.- Grupos de materiales. ....	4
2.3.- Importancia de los materiales en la construcción. ....	19
2.4.- Características de las especificaciones. ....	21
CAPITULO 3. ....	22
<b>QUE ES EL CONTROL DE CALIDAD.</b>	
3.1.- Generalidades. ....	22
3.2.- Conceptos del control de calidad. ....	22
3.3.- Diferentes tipos de control de calidad. ....	23
3.4.- Especificaciones y etapas en el control de calidad. ....	25
3.5.- Diferentes enfoques del control de calidad de la obra. ....	26



<b>CAPITULO 4.</b> .....	<b>29</b>
<b>EN QUE CONSISTE EL CONTROL DE CALIDAD.</b>	
4.1.- Generalidades. ....	29
4.2.- Enfoques del control de calidad. ....	29
4.3.- Apoyos de verificación (Estadística). ....	71
4.4.- Pruebas de laboratorio (Laboratorios). ....	72
<b>CAPITULO 5.</b> .....	<b>75</b>
<b>DIVERSOS CONTROLES DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION</b>	
5.1.- Realización de muestras. ....	75
5.2.- Tipo de pruebas que se realizan y características principales. ....	77
<b>CAPITULO 6.</b> .....	<b>87</b>
<b>EVALUACION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.</b>	
6.1.- Generalidades. ....	87
6.2.- Ejemplos prácticos. ....	87
<b>CAPITULO 7.</b> .....	<b>94</b>
<b>CONSECUENCIAS POR EL INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES.</b>	
7.1.- Consecuencias por el incumplimiento de las especificaciones. ....	94
Conclusiones. ....	99
Bibliografía. ....	102

## **CAPITULO 1**

### 1.1 Introducción

## INTRODUCCION

### 1.1 INTRODUCCION

El control de calidad en la construcción se ha venido aplicando desde tiempo remotos, ahí tenemos las pirámides de nuestro país y del mundo, obras con una variedad sorprendente de materiales, de planeación de espacios y de funcionalidad. No se escatimaba el suministro de insumos ni de mano de obra, y para llegar a concluir estas obras se debió de tener personal con conocimientos empíricos y prácticos en los procesos constructivos, personal que revisará dosificaciones y personal calificado que guiará el proceso de ejecución de los trabajos.

La gran demanda de servicios urbanos ha hecho necesario apoyarse en un control de calidad más amplio, metódico y que se pueda aplicar a cualquier área de producción, ayudándose en métodos analíticos que nos ayuden a tener un criterio y una certeza suficiente para solucionar problemas que se presentan día a día en el ramo de la construcción.

El cumplimiento de las indicaciones de leyes, reglamentos, normas y especificaciones particulares son parámetros que garantizan un buen control de calidad, dando como resultado una obra satisfactoria y funcional hacia su objetivo.

En el organigrama de participación de cada obra, se debe contemplar por necesidad personal capacitado que tenga como función la vigilancia y verificación del cumplimiento de lo que interviene en la ejecución de la obra, llámese materiales, procesos constructivos, procesos administrativos, seguridad, apoyándose en la información que se tiene y que en nuestros tiempos es abundante.

La importancia de todo personal que interviene en la ejecución de la obra es fundamental esto es, desde la categoría más baja hasta la más alta, teniendo cada una de éstas su objetivo, los obreros intervienen al tener la habilidad, el cuidado y la experiencia, el personal técnico apoya con la capacidad de conocimientos, enfocando gran interés en los parámetros consistentes en costo, calidad y tiempo, que son los que dan definición a un proceso de producción.

Los eventos naturales y las experiencias van conformando a través del tiempo solidez a la ejecución de las obras, en base a estudios cada vez más estrictos que han dado como resultado limitantes más confiables, como por ejemplo el caso del concreto estructural que a partir de la reglamentación de los 80's se pretende obtener un concreto de mayor calidad dado por la selección más cuidadosa de sus componentes, asimismo el apoyo y la información en los procesos de control

de calidad es cada vez mas esencial y satisfactoria ya que se cuenta con autores y temas como por ejemplo las teorías de Dr Edwin Dewing de los Estados Unidos de Norteamérica en el control de Calidad Estadístico consistente en planear, hacer, verificar y actuar ( PHVA ), los cuadros de control del Dr. W. A. Shewhart o en el estudio de los Círculos de Calidad del Dr. Kauro Ishikawa, etc.

En esencia el saber como canalizar un buen control de calidad es de suma importancia, ya que se debe conocer el significado de cada palabra, como es ¿Qué es control?, ¿Que es calidad?, ¿Como lo aplico a un problema práctico?, ¿Qué seguimiento es el correcto?, en fin el propósito de esta tesis es dar una explicación práctica y sencilla que sirva como manual de apoyo a las personas que intervienen en la ejecución de obras, que obtengan las bases elementales al momento de enfrentar un problema, que sepan a donde recurrir para obtener información, que se aprenda a valorizar las mejores soluciones, en general que se tenga una guía de apoyo.

Por ser el campo de aplicación del control de calidad demasiado amplio, se enfoca esta tesis al área de edificación básicamente.

## **CAPITULO 2**

### **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

- 2.1 Qué son los materiales en la construcción
- 2.2 Grupos de materiales
- 2.3 Importancia de los materiales en la construcción
- 2.4 Características de las especificaciones

## MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

### 2.1 .- QUÉ SON LOS MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN.

Los materiales en la industria de la construcción se pueden clasificar como un insumo del producto terminado; estos de acuerdo a su función que tienen dentro de la obra y tomando en cuenta su ubicación en la misma se pueden clasificar de la siguiente manera.

Materiales tipo :

- ⇒ Sub - estructura.
- ⇒ Estructura general.
- ⇒ Superestructura.
- ⇒ Instalaciones generales.
- ⇒ Instalaciones especiales.
- ⇒ Acabados.

Cualquiera de los materiales de la clasificación anterior, deben estar sujetos a un control de calidad y sometidos a una normatividad.

Otra forma de clasificación es de acuerdo a su procedencia, uso y razón de un determinado control de calidad, clasificándose de la siguiente manera:

Tipo A

- ⇒ Materiales suministrados a la obra que corresponden al producto de un determinado proceso industrial dentro del cual se debió practicar algún control de calidad que fue cubierto oportunamente. En esta etapa se debe revisar si la calidad de los materiales es satisfactoria con las exigencias del proyecto.

Tipo B

- ⇒ Materiales que son elaborados en la obra, con insumos suministrados sujetos a un proceso de transformación dentro del sitio mismo de la obra, en ocasiones éstos materiales presentan dificultad para su proceso de control de calidad por lo cual se debe tener especial cuidado al momento de su elaboración; como por ejemplo la elaboración de morteros, se debe atender cuidadosamente las proporciones de los materiales que constituyen la mezcla hecha en obra dado de que esto dependerá su resistencia, será necesario muestrear y ensayar especímenes para verificar que este cumpla con la condiciones de proyecto.

## 2.2.- GRUPOS DE MATERIALES.

Los materiales desde el punto de vista insumos pueden clasificarse en forma generalizada en:

- Aglutinantes.
- Agregados.
- Acero estructural.
- Maderas y cimbras.
- Productos cerámicos.
- Materiales eléctricos.
- Materiales hidrosanitarios.
- Materiales preesforzados.
- Materiales impermeabilizantes.
- Materiales lubricantes y combustibles.

A continuación se dará una breve descripción de cada uno de los anteriores grupos de materiales.

- Aglutinantes.

Los insumos que conforman un aglutinante se encuentran en bancos naturales en diferentes partes de nuestro país, estos por medio de procesos de transformación a altas temperaturas conforman sus propiedades, para hacerlos afines a materiales inertes, con la finalidad de formar una masa común sólida al momento de secado ya que si se usa solo el aglutinante presenta resquebrajamiento, los aglutinantes más comunes son el cemento, yeso y cales, cada uno de estos cuenta con subdivisiones de acuerdo a su obtención y usos, ver tabla 2.1.

Cementos	Yesos	Cales
Naturales	Cesto	Hidráulicas
Artificiales	Negro	Hidro - artificial
Portland	Tamizado	Viva
	Alumbrado	

Tabla 2.2.1 Aglutinantes más comunes en la Industria de la construcción.

• Cemento.

En nuestro país se fabrican diferentes tipos de cemento portland como el tipo I de color gris para usos generales, o blanco para fines ornamentales, el tipo II modificado que se utiliza para construcciones de cementos expuestos a acción moderada de los sulfatos o cuando se requiere un calor de hidratación moderada. El tipo III de rápida resistencia alta, el tipo IV de baja temperatura de hidratación se usa en estructuras masivas, tales como presas, donde las temperaturas que se desarrollan durante el fraguado pueden dañarlo, el tipo V de alta resistencia a sulfatos y el tipo C-2 puzolánico especialmente destinado a obras marítimas y construcciones con grandes masas de concreto, como presas de irrigación.

El cemento Portland definido por la Norma mexicana D.G N. 1 - 1995 como " el material que proviene de la pulverización del producto obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizos que contengan óxidos de calcio, silicio, aluminio, y fierro convenientemente calculadas y sin más adición posterior que el yeso sin calcinar y agua, así como otros materiales que no excedan de 1 % en peso del total y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento ".

La composición química del Cemento Portland es muy compleja pero puede definirse esencialmente como un compuesto de cal, alúmina y sílice.

Los componentes fundamentales son : el aluminato tricálcico, el silicato tricálcico, el silicato dicálcico y el ferroaluminio tetracálcico.

• Yeso.

El yeso se obtiene de rocas de sulfato de calcio hidratadas y en proporciones menores de 10 al 12% contiene carbonato de calcio, sílice, arcilla y óxido férrico. Se pueden obtener dos clases de yesos: blanco y duro, según sea el grado de temperatura que se logra con la calcinación del mismo.

Yesos Blandos .- La temperatura de calcinación no debe exceder a 200° C dando un fraguado rápido iniciando este posterior a la adición del agua a los 2 o 3 minutos y terminando de 15 a 20 minutos después (datos tomados del Departamento de Ingeniería Civil de la UNAM) por lo que necesita la acción de retardadores.

Yesos Duros (de suelo o pavimento).- La calcinación es a temperaturas entre 800° y 1000°C, provocando así la deshidratación completa quedando únicamente el sulfato de calcio, fraguan lentamente llegando a tardar varios días (3-5 días) pero adquieren dureza suficiente que permite sustituir al cemento blanco en la elaboración de pisos.

La finura del material después de calcinado y molido, será tal que el contenido del material al pasar a través de un cedazo del No 200 no sea mayor al 22% .

---



La resistencia a la compresión la podemos observar en la tabla 2.1 a.

	Tracción kg/m <sup>2</sup>	Compresión kg/cm <sup>2</sup>	Flexión kg/cm <sup>2</sup>
Pasta pura de yeso	3 a 6 12 a 30	10 a 40 30 a 50	8
Mortero yeso arena	3 a 5	15 a 30	6

Tabla 2.2.2 a Resistencia a la tracción, compresión y flexión del yeso.

Estos aglutinantes deben cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas y las indicaciones del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, así como las especificaciones de la American Concret Institute "ACI".

- Agregados.

La mayoría de los agregados provienen de la roca natural como arena, grava o roca triturada.

La forma y tamaño de los agregados influyen determinadamente sobre la resistencia y calidad con los materiales que se combinan, por ejemplo la arena y la grava en el concreto.

Dependiendo del grado de redondez a los agregados se les puede conocer como angulosos, subangulosos, redondos, redondeados y muy redondeados, es importante considerar que en agregados finos como la arena, rara vez muestran redondez apreciable.

La superficie específica del agregado depende del tamaño de este, observándose que mientras más pequeño es el agregado su superficie es más elevada que cuando se trata de agregados gruesos.

Si se mantiene el valor de superficie del agregado, la cantidad de agua que es necesaria para su docilidad y resistencia determinada permanece constante independiente de la granulometría.

Por su tamaño los agregados se dividen en dos grupos: el retenido en la malla de 4.76 mm o malla No. 4, que es la grava o agregado grueso y la que pasa es la arena o agregado fino.

La grava se divide en dos tamaños para fines comerciales que son: la grava No. 1 que es la retenida en la malla 4 y pasa la malla de 19 mm y la grava No. 2 que es la que se retiene en la malla de 19 mm y pasa la de 38 mm.

Para conocer las propiedades físicas de los agregados se tendrá que muestrear el banco o la fuente de abastecimiento, con el fin de realizar pruebas y conocer su calidad, a continuación se enumeran las pruebas más comunes a los bancos de abastecimiento.

- ⇒ Densidad.
- ⇒ Absorción.
- ⇒ Granulometría.
- ⇒ Peso Volumétrico.
- ⇒ Pérdida por lavado.
- ⇒ Análisis químico.

Para determinar el grado de calidad de los agregados se pueden observar las siguientes características :

- ⇒ No deben tener demasiadas arcillas, limo y materias orgánicas
- ⇒ Si los agregados presentan baja densidad son poco resistentes y porosos.
- ⇒ El grado de humedad de los agregados tiene gran importancia en la combinación con otros materiales.
- ⇒ No deben combinarse agregados con materiales que sean reactivos a las propiedades de otros materiales.

◦ Acero Estructural.

El acero es un producto derivado del hierro relativamente puro, para su obtención es necesario combinar carbono, magnesio en pequeñas cantidades, fósforo y azufre entre los más comunes.

Para explotar los bancos de este material se pueden emplear los sistemas " a cielo abierto o bien a tajo abierto", triturándose el material para obtener tamaños máximos de 4 cm

En los altos hornos el mineral de hierro se mezcla con carbón de coque y piedra caliza, al producto resultante se le designa el nombre de arrabio o fierro de primera fusión, éste contiene impurezas tales como carbono, magnesio, fósforo y azufre que deberán reducirse al máximo ya que estas afectan la fragilidad del acero obtenido.

En los procesos de aceración el hierro líquido se vacía en ollas termo para transportarlo a los hornos de aceración. Para cargar un horno, se requiere de un 75% de arrabio y el 25% restante combinación de chatarra, mineral de hierro y piedra caliza

En los procesos de aceración (como el Siemens-Martín o el Convertidor Bessemer) se eliminan las impurezas dando como resultado un hierro casi puro en elementos llamados lingotes.

Las formas comerciales del acero estructural, se elaboran sometiendo los lingotes a procesos como laminación en caliente y tratamientos en frío, es así como a partir del primer proceso obtenemos placas, perfiles estructurales y las varillas usadas en el concreto reforzado.

Los tratamientos en frío son procesos de estiramiento o torcido, mediante este proceso se obtienen varillas de alta resistencia y el acero para preesfuerzo.

Las principales características de este material metálico se han obtenido en ensayos de laboratorio, mismas que se reflejan en las curvas llamadas de esfuerzo- deformación. Ver figura 2.1.

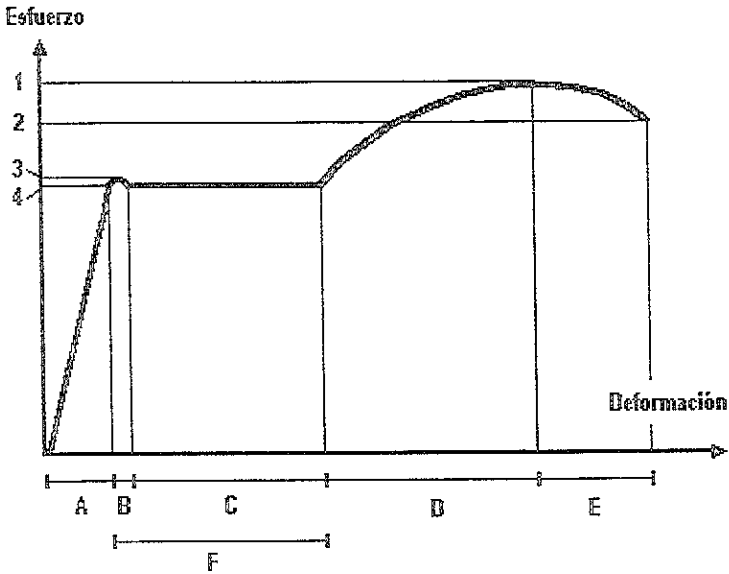


Figura 2.1 Donde se representa las principales características del acero estructural.

Donde : 1.- Esfuerzo máximo 2.- Límite de fluencia superior 3.- Límite de fluencia inferior  
4.- Límite de proporcionalidad.

A.- Rango elástico, B.- Flujo plástico restringido C.- Flujo plástico no restringido D.-  
Endurecimiento por Deformación E.- Estrangulamiento y fractura F.- Rango  
Inelástico.

Dando algunas definiciones breves de los conceptos anteriores tenemos :

Límite de fluencia .- ( Yield Point ) .- Es el primer esfuerzo en un material ( menor al máximo que pueda soportar ) para el cual ocurre un incremento en la deformación, para un valor constante de esfuerzo.

Límite de proporcionalidad .- Es el mayor esfuerzo que puede soportar un material sin apartarse de la ley de Hooke ( proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones ).

Módulo de elasticidad.- Es el cociente entre el esfuerzo y la deformación unitaria correspondiente, dentro de los límites de proporcionalidad.

Adicionando algunas otras características del acero tenemos:

- ⇒ Su resistencia al esfuerzo cortante es el 75% de la resistencia a la tensión
- ⇒ Su módulo de elasticidad  $2 \times 10^6 \text{ kg. / cm}^2$ .
- ⇒ Su módulo de Poisson (relación entre la deformación transversal y la longitudinal) varía de 0.25 a 0.33.
- ⇒ Alta ductibilidad siendo ésta la capacidad de deformación antes de la falla.
- ⇒ Su tenacidad (capacidad de absorber energía) es grande.
- ⇒ Su peso volumétrico es de  $7,800 \text{ kg. / m}^3$ .
- ⇒ Su coeficiente de dilatación térmica es de  $0.0001 \text{ m / }^\circ\text{C}$ .

Las varillas empleadas para reforzar el concreto tienen diámetros de  $\frac{1}{4}$ " a  $1 \frac{1}{2}$ " y su longitud comercial varía entre 10 y 12 mts teniendo varillas laminadas en caliente límites de fluencia comprendidos entre los  $2300 \text{ kg. / cm}^2$  y los  $4200 \text{ kg. / cm}^2$ , las varillas obtenidas de acero trabajado en frío tienen entre  $4,000$  y  $6,000 \text{ kg. / cm}^2$  como límite de fluencia.

En cuanto a estructura metálica se cuenta con información, misma que se puede encontrar en el manual del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C. ( IMCA ), Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, S.A., El Reglamento de Construcciones de la Dirección de Obra Pública del Distrito Federal, El Manual de American Institute of Steel Construction (A.I.S.C.), el Código de American Welding Society (A.E.S.), el American Concrete Institute (A.C.I.) y las Normas Oficiales Mexicanas (N.O.M.), entre otras.

- Maderas y Cimbras

Para dar dimensionamientos a ciertos elementos como son: columnas, losas, trabes, etc. previo al vaciado del concreto se utilizan cimbras siendo las más comunes por su manejabilidad y costo, las de madera, para utilizar cimbra de madera deberá observarse que la madera que se emplea sea de primera calidad, exenta de nudos que comprometan la estabilidad de moldes, así mismo ésta deberá protegerse en su superficie con una mano de lubricante (aceite mineral incoloro, diesel, etc) para darle mayor vida útil y evitar que se adhiera al concreto

Normalmente, la madera que se utiliza para cimbrar cualquier elemento estructural es de pino sin nudos, estufada y entregada labrada de acuerdo a las necesidades, en ocasiones se necesita de un acabado aparente para esto se utiliza madera de primera de pino siendo el más común el triplay de pino de 16 mm.

Algunas clases de las maderas :

De primera. Son aquellas que presentan nudos firmes no mayores de 2.5 cm. Sin torceduras o deformaciones longitudinales y están exentas de rajaduras.

De segunda: Son las que presentan nudos flojos pequeños hasta de 1.5 cm o nudos firmes mayores de 2.5 cm, pero sin exceder de 3/10 el ancho de la pieza, pueden tener rajaduras longitudinales menores del ancho de la sección o grietas que no lleguen a 1/2 "del espesor y con longitudes de 1/6" de la pieza.

De tercera: Son las maderas que rebasan las especificaciones anteriores y solo deben usarse en construcciones provisionales o secundarias.

Para la medición volumétrica de la madera se utiliza al pie-tablón que equivale al volumen de una pieza que mida 1' x 1' x 1" ( 1 pie x 1 pie x 1 pulgada).

$$1 \text{ Pt} = 30.40 \text{ cm} \times 30.40 \text{ cm} \times 2.54 \text{ cm} = 2,359.74 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ Pt} = 2.36 \text{ dm}^3 = 0.00236 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 423 \text{ 73 Pt}$$

También se utiliza la medición de la cimbra de contacto por m<sup>2</sup> , prorrateando todos los elementos que se utilizan para fijación

Para calcular o diseñar una cimbra se debe considerar que el costo es un factor importante así como la misma estructura, debido al número de veces que se pueda utilizar.

Los esfuerzos a los que comúnmente está sujeta una cimbra son los de flexión y compresión.

Para la flexión, las condiciones de apoyo son determinantes y obteniendo un promedio de condiciones (libremente apoyada  $M_{max} = wl^2/8$  y empotrada en sus dos extremos  $M_{max} = wl^2/12$  se recomienda diseñar con  $W_{max} = wl^2/10$  para posteriormente obtener el dimensionamiento del elemento a través de la fórmula de la escuadría.

$$\frac{M}{ft} = \frac{I}{Y}$$

Donde M= momento flexión, ft= fatiga de trabajo ( 60 kg. / cm<sup>2</sup>), I= momento de inercia, Y= distancia del eje neutro a la fibra más alejada de la sección.

Todas las formas ya sean metálicas, de madera o de cualquier otro tipo de material deberán cumplir con los requisitos de diseño.

Las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Madera establece recomendaciones, estas normas consideran varios grados de madera de acuerdo con el número y tipo de sus defectos naturales, la clasificación propuesta se basa en las normas C-18 y de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Algunas recomendaciones Generales para la ejecución de cimbras.

⇒ La cimbra deberá ser impermeable de tal manera que no se tengan fugas

⇒ Los moldes deberán tener el espesor y la rigidez suficiente para conservar su forma y posición.

⇒ El número de usos se determina observando la calidad de cada madera después de cada actividad en que se utilizó.

⇒ Previamente a la colocación de acero de refuerzo se aplicará una capa de aceite mineral diesel.

⇒ Se deberán verificar niveles, dimensiones y formas antes de colocar al concreto.

⇒ Se podrán calafatear las juntas cuyas aberturas no exceden de 3 mm.

⇒ Las tolerancias deberán apegarse a lo indicado en proyecto o en las Normas Oficiales Mexicanas, y/o especificaciones particulares.

- Productos Cerámicos.

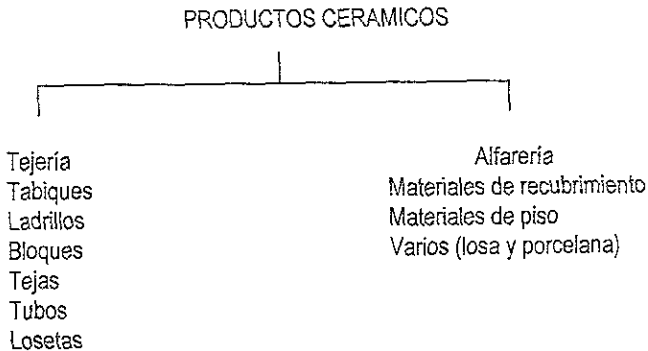
Para la elaboración de los productos cerámicos se requiere de arcilla como materia prima básica aunque es común, la adición de otras materias que proporcionan determinadas características a dichos productos como son:

⇒ Desengrasantes, arena cuarzosa, cuarzita, aluminio entre otras.

⇒ Fundentes como el aserrín, alquitrán, grafito.

⇒ Colorantes.

Los productos cerámicos se pueden dividir en dos grupos o ramas debido a su gran variedad



Para la obtención de cualquier producto cerámico se tienen que realizar los procesos de:

Extracción de arcilla, amasado, moldeo, secado, cocción y para productos especiales, vidriado y esmaltado.

En el proceso de extracción, la explotación de los montos arcillosos se efectúa a cielo abierto y de preferencia es el sitio donde se elabora el producto, el amasado se realiza en el sitio agregando agua, ya sea éste manual, con molinos o cilindros, el moldeo es para darle forma al producto por medio de recipientes, es importante para la etapa de secado retirar el agua que se origina en el amasado para evitar contracciones o deformaciones en las piezas al entrar en contacto con los hornos, en el proceso de cocción los productos cerámicos adquieren sus características pétreas que hacen inalterables su forma.

Dependiendo del producto que se desee obtener, será la temperatura requerida en los hornos: para los productos de alfarería y tejería serán necesarios entre 900 y 1000°C para losas de 1000 a 1300 °C, los productos refractarios y la porcelana necesitan de 1300°C a 1500 °C.

Mediante el vidriado, los productos cerámicos adquieren una superficie vítrea, lo que les permite hacerlos impermeables y fáciles de limpiar. Los esmaltes le proporcionan coloraciones variables.

La aplicación de estos procesos a los productos cerámicos, los hacen altamente competitivos en el mercado, pues su inversión inicial se compensa con la casi nula inversión de mantenimiento.

Dependiendo del tipo de producto se tienen diferentes características.

El adobe tiene una resistencia a la compresión de  $10 \text{ kg/cm}^2$

El tabique tiene su resistencia a la compresión de entre  $20 \text{ kg/cm}^2$  y a  $40 \text{ kg/cm}^2$ .

Todos los productos cerámicos deben cumplir con lo señalado en las Normas Oficiales Mexicanas, así como normas particulares.

- o Materiales Eléctricos.

La instalación eléctrica se caracteriza por su gran variedad de materiales que se emplean, para realizar una actividad afín, llámese conexión, alimentaciones, accesorios, controles, etc. los materiales son tan diversos que no sería posible enumerar todos, pero generalizando tenemos:

#### Tuberías y Canalizaciones.

Se utilizan para introducir, colocar o simplemente apoyar a los conductores eléctricos con la finalidad de protegerlos contra esfuerzos mecánicos y medios desfavorables de ambiente como son: húmedos, corrosivos, oxidantes, explosivos, intemperismo, etc.

Estas tuberías y canalizaciones se fijan con soportería comercial como abrazaderas, taquetes y tornillos ó con soportería especial como son abrazaderas hechas normalmente de varilla roscada ó soleras dando la forma adecuada para su correcta fijación, donde existen cambios bruscos se utilizan cajas de conexión o registros los cuales su sección va en función de las tuberías que llegan y salen de estos, todos estos materiales son elementales para conectar o interconectar una fuente de energía o tomas de energía con los receptores.

Los receptores de la energía eléctrica son lámparas, contactos, aparatos eléctricos, en sí todo aparato o equipo que para su funcionamiento utilice la energía eléctrica

Dentro de las tuberías y canalizaciones las de uso más común son :

- ⇒ Tuberías conduit de acero galvanizado. Pared gruesa y pared delgada.
- ⇒ Tuberías conduit de acero esmaltado: Pared Delgada y Pared gruesa
- ⇒ Tubo conduit flexible de acero.
- ⇒ Tubo conduit flexible de P.V.C.
- ⇒ Tubo conduit de asbesto - cemento:



- ⇒ Ductos cuadrados.
- ⇒ Charolas de soporte.
- ⇒ Tubos de albañal.

Todos y cada uno de estos materiales se maneja de acuerdo al diámetro comercial que se necesite y que se indique en proyecto.

Dentro de las cajas de conexión éstas se pueden agrupar de la siguiente manera:

- ⇒ Cajas de conexión negras o de acero esmaltado.
- ⇒ Cajas de conexión galvanizadas.
- ⇒ Cajas de conexión de P.V.C.
- ⇒ Cajas de conexión o registros de sección especial como son los registros para instalación de teléfonos, seguridad, sistema de alarmas, etc.

Los conductores eléctricos son materiales que por sus propiedades físicas permiten con cierta facilidad el paso de la corriente eléctrica, como es la plata, el cobre, oro, aluminio, para cada una de éstos su utilización se determina de acuerdo al costo y las necesidades del proyecto.

Los conductores tienen normalmente forro de protección y aislamiento siendo los más normales el cloruro de polivinilo (P.V.C): ó T.W. en iniciales en ingles ó aislamiento de goma (plastilac) o THW, forro "vinanel 900" y combinación de vinanel-nylon estos aislamientos en general tienen las características de resistencia a la humedad , calor , a los agentes químicos, bajo coeficiente de fricción , no propaga las llamas , dan a los conductos capacidad de conducción de corriente.

Algunas pruebas recomendables que deben realizarse son las siguientes :

- ⇒ Prueba de rigidez dieléctrica de los cables del aislamiento de los conductores de todos los circuitos.
- ⇒ Es recomendable verificar que esta prueba se realice con el equipo adecuado (MEGGER ) con escalas adecuadas para lograr lecturas confiables desde 5,000 ohms hasta 1.00 ohms entre fase y tierra a continuación se enlistan en la tabla 2 2.2 algunos datos que podrán servir de parámetros para la selección de cables dependiendo de la necesidad del calibre y tipo de forro del conductor .

Calibre del conductor	Resistencia del aislamiento ( Mohm para conductores con aislamiento para 600 volts ).
12 AWG o menores	1.00
10 AWG a 8 AWG	0.25
6 AWG a 2 AWG	0.10
1/0 AWG a 4/0 AWG	0.50

Tabla 2 2 3 Tipos de conductores y su resistencia al aislamiento.

- ⇒ Prueba de continuidad en la instalación eléctrica.
- ⇒ Continuidad a tierra.
- ⇒ Resistencia a tierra.
- ⇒ Verificar tensión entre fases y fase neutro de los alimentadores, tableros, interruptores y salidas de circuito derivado.
- ⇒ Checar secuencia de fases.
- ⇒ Verificación de ampacidad de interruptores generales.
- ⇒ Verificar la puesta a tierra de los gabinetes y reactores de las luminarias.
- ⇒ Balanceo de fases en tableros derivados.

Todos los trabajos de instalación eléctrica , incluyendo suministro de materiales, equipo y mano de obra, deberá apegarse a los planos y especificaciones dadas al proyecto eléctrico a los requisitos mínimos de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica establecida por el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas (ROIE), Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE), Códigos Nacionales Eléctricos (NEC), el Institute of Electronics Engineers (IEEE) y la National Electric Manufacturer's Association (NEMA).

- Materiales Hidrosanitarios.

Los tubos de cualquier clase o tipo serán perfectamente lisos , de sección circular y bien calibrados , con generatrices rectas o con la curvatura que les corresponda como son codos o piezas especiales Se recomienda no admitir los que presenten ondulaciones o desigualdades mayores de 5 mm , ni rugosidades de más de 2 mm de espesor, en diámetros interiores se pueden admitir tolerancias de 1.% en menos y el 3% en más, en el espesor de las paredes la tolerancia recomendada será de un interior de un disco o esfera de diámetro 1.5 mm menos que el señalado para el tubo.

Los diámetros mínimos para las acometidas de agua a los aparatos sanitarios se proponen sean los siguientes:

⇒ Lavabos	13 mm.
⇒ WC y duchas	19 mm.
⇒ Mingitorios	13 mm.
⇒ Fregaderos	19 mm.
⇒ y lavaderos	19 mm.

Existen en el mercado una gran variedad de materiales para las instalaciones hidrosanitarias, uno de los materiales más representativos es el cobre que normalmente se usa en forma de tuberías.

• Tuberías de Cobre.

La tubería de cobre dedicada a los distintos usos en la industria de la construcción, tiene un porcentaje en metal del 99.9% con pequeñísimos trozos de fósforo, por eso se le define como tubería de cobre fosfarado o desoxidado. Se estira en frío y sin costura, es altamente resistente a la corrosión de los agentes naturales así como a los revestimientos usados en los pisos y en las paredes.

A continuación se describen algunos tipos y usos de estas tuberías:

Tuberías de cobre tipo " M " . - Es el más común pues cubre las necesidades normales de una instalación de agua fría o caliente de una construcción, y en donde las condiciones de presión y temperatura sean las usuales. Se fabrica únicamente en temple duro.

Tubería de cobre tipo " L " .- Utilizado ampliamente en servicios domésticos, públicos o industriales para conducción de agua fría, caliente ó vapor; tomas de agua domiciliaria, líneas de gas, calefacción y refrigeración, y en general, usado cuando las condiciones de servicio son más severas en presiones o actividad corrosiva del medio, que impida el empleo del tipo M, se fabrica en temple duro o suave.

Otros tipos de materiales utilizadas en tuberías son el PVC sanitario e hidráulico, tuberías de fierro galvanizado, fierro fundido de asbesto cemento, acero al carbón soldable o bridado, cada una de estas al igual que el cobre tienen una gama amplia para conexiones y fijaciones, siendo los más comunes codos, coples, abrazaderas de línea o hechizos, conectores así como accesorios complementarios como llaves de paso, válvulas, tapones, reducciones, tuercas unión, etc.

Los diámetros comerciales varían desde 1/8" hasta 12".

- Materiales Preesforzados.

Los elementos de concreto preesforzado se componen de acero y concreto de alta resistencia. Los esfuerzos de diseño deben ser debidamente controlados, pero el comportamiento de servicio depende del concreto especificado, siendo colocado correctamente en forma de dimensiones correctas alrededor del acero preesforzante o de los ductos para este, la construcción requiere exactitud y cuidado. El descuido en la mano de obra puede producir una estructura insegura y no debe aceptarse.

La naturaleza y economía de la construcción en concreto preesforzado requiere del uso de materiales de alta resistencia como ya se comentó, pero debe ponerse mucha atención en las propiedades particulares de los materiales usados y sus efectos en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, encogimiento de fraguado, escurrimiento plástico, resistencia a la adherencia y homogeneidad del concreto.

#### Acero Tensores:

Los alambres para el preesfuerzo serán de acuerdo a la ASTM Specification A421. Los alambres para el pretensado estarán sin recubrimiento y serán de un tamaño y tipo tales que aseguren suficiente adherencia de transferencia del preesfuerzo. No se emplearán alambres templados en aceite.

Los cables de siete alambres para el pretensado cumplirán la ASTM specification A-416

Los alambres utilizados para hacer cables para postensado, serán estirados en frío y aliviados de esfuerzo, en el caso de cable sin recubrimiento o galvanizado el postensado será de inmersión caliente.

Las varillas de acero de aleaciones de alta resistencia, para el postensado serán esforzados en pruebas al 90% de la resistencia a la ruptura garantizada. Después del esfuerzo de pruebas, las barras o varillas se conformarán a las siguientes propiedades mínimas.

- ⇒ Resistencia a la ruptura  $f_s = 145,000 \text{ lb/plg}^2$  ( 10,194 kg/cm<sup>2</sup>).
- ⇒ Resistencia a punto cortante (0.2% de la def Permanente).
- ⇒ Alargamiento a la ruptura en 20 diámetros.
- ⇒ Reducción del área en la ruptura.

El acero de preesfuerzo deberá estar limpio y libre de oxidación excesiva, desconchaduras y picaduras, es permisible un óxido ligero. El acero sin adherencia estará protegido permanentemente de la corrosión excepto cuando esté accesible para el mantenimiento.

Las operaciones de soldadura y calentamiento en la vecindad del acero de preesfuerzo se realizarán cuidadosamente de tal manera que el acero de preesfuerzo no esté sujeto a temperaturas excesivos chispas de soldado o corriente de tierra.

- Materiales Impermeabilizantes.

Uno de los principales problemas planteados en la construcción es la humedad; la humedad procedente de las precipitaciones meteorológicas, lluvia, nieve,, que caen directamente sobre la obra, la debida al agua superficial, procedente también de lluvias, nieves que corre y se infiltra por la superficie del terreno, la humedad de condensación o humedad del aire, etc.

En la actualidad, se dispone de una gran variedad de materiales destinados a la protección de las construcciones contra la humedad; es decir a formar una barrera para impedir el paso del agua.

Los materiales impermeabilizantes se clasifican atendiendo a la forma en que se presentan, siendo los más comunes:

- ⇒ Pintura superficial impermeabilizante.
- ⇒ Aditivos para impermeabilizantes.
- ⇒ Productos para tapar escapes de agua.
- ⇒ Pastas y mastiques impermeabilizantes.
- ⇒ Filtros e telas impermeabilizantes.
- ⇒ Varios.

- Materiales Lubricantes y Combustibles.

Los combustibles juegan un gran papel en la industria de la construcción ya que son la materia indispensable para el funcionamiento de maquinaria, son las que dan energía .

Las lubricantes al igual que los combustibles son indispensables pero además el buen uso de éstos hace un funcionamiento eficiente del equipo, teniendo entre los más comunes a la gasolina, diesel, aceite.

Estos materiales se rigen por las Normas de Petróleos Mexicanos.

## 2.3 IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES EN LA CONSTRUCCION.

La función principal de los materiales de construcción consiste en desarrollar, resistencia, rigidez y durabilidad adecuadas al servicio para el cual fueron concebidos.

Estos requerimientos definen en gran parte, las propiedades que los materiales deben poseer, y por lo tanto determinar a grandes rasgos la naturaleza de los ensayos efectuados en esos materiales. La precisión completa del significado de los ensayos de materiales de construcción, requiere por lo general algún acervo de conocimientos, de las propiedades generales, de esos materiales, y sin duda alguna el conocimiento de la mecánica estructural.

La servicialidad es un sentido amplio es el criterio último en la elección de los materiales. Un objeto importante del ensayo de los materiales, es coadyuvar, predecir o garantizar el desempeño deseado de los materiales en condiciones de servicio. No obstante en la elección de materiales para la construcción, los problemas de la calidad del material, del diseño y del uso se interrelacionan.

Debe advertirse que un buen material y el diseño correcto garantizan que una construcción resulte satisfactoria, dentro del rango del uso asignado.

Algunos criterios, para el buen seleccionado de los materiales de construcción :

El conocimiento de antecedentes de desempeño de los materiales en servicio real, los resultados de los ensayos realizados para aportar datos sobre el comportamiento nos otorgan información para preparar una buena especificación.

La importancia de la selección de los materiales a emplear es de gran utilidad, ya que de esto dependerá la calidad de la construcción, por lo tanto los ensayos, se necesitarán para identificar las características del material además se deberá tener en cuenta, las siguientes consideraciones, para la elección de materiales.

- ⇒ Clases de materiales disponibles.
  - ⇒ Propiedades de varios materiales.
  - ⇒ Requerimiento de servicio de materiales.
  - ⇒ Economía relativa de varios materiales y varias formas de un material en particular.
-

- ⇒ Métodos de preparación o fabricación de varios materiales o productos y la influencia de los procesos sobre sus propiedades.
- ⇒ Métodos de especificación y su relación con la uniformidad y la dependabilidad del producto logrado.
- ⇒ Métodos de ensaye e inspección y su significación con respecto a las medidas de las propiedades deseadas.

El conocimiento completo del comportamiento de un material involucra el estudio de sus propiedades, bajo un amplio rango de condiciones más la realización de ensayos exhaustivos necesarios para obtener información completa. El problema consiste en recabar datos acerca de esas propiedades que pueden influir en el valor económico y de la servicialidad de un material o un producto hecho de un material para un propósito. La eficiencia relativa de un material para su uso específico depende del grado al cual las propiedades pertinentes estén presentes. Para algunos usos, una propiedad puede ser muy deseable mientras que para otros usos puede no serlo.

En la tabla 2.3.1 se indican las propiedades que deben tenerse presente de los materiales para la construcción.

Clase	Propiedad
Físicas	Dimensiones, forma, densidad, porosidad, contenido de humedad,
Químicas	Oxido, acidez o alcalinidad, resistencia a la corrosión a la intemperie, etc.
Mecánicas	Resistencia tensión, compresión, cortante y flexión, estática, impacto, tenacidad, rigidez, elasticidad, plasticidad, ductibilidad, fragilidad, dureza, resistencia al desgaste, etc.
Térmicas	Calor específico, expansión, conductividad.
Eléctricos	Conductividad, magnéticas.
Acústicas	Transmisión del sonido, reflexión del sonido.
Ópticas	Calor, transmisión de la luz, reflexión de la luz.

Tabla 2.3.1 Clase y propiedades que deben tenerse en cuenta de los materiales de construcción.

## 2.4 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIFICACIONES.

Una especificación es el intento de parte del proyectista y/o cliente, para decirle al constructor lo que desea, obviamente la habilidad y la exactitud con que algo puede especificarse depende del grado de conocimiento relacionado con ello, y la precisión con sus cualidades para determinarse.

Una especificación, intenta ser una declaración de una norma de calidad. La especificación ideal definirá de manera única las cualidades de un material necesario para servir con la mayor eficiencia para un uso, y es posible acercarse a ella, si pueden realizarse ensayos realmente significativos para determinar la presencia de las cualidades requeridas, una especificación frecuentemente no llega a lo ideal, por un número de razones, algunas de las cuales son las siguientes:

- ⇒ Puede ser vaga y origina problemas de interpretación.
- ⇒ Puede ser demasiado restrictiva y así excluir materiales de buena calidad.
- ⇒ Puede estar basada en criterios inadecuados con respecto al tipo de servicio requerido.

Puede no estipular ninguna provisión o hacerlo con una inadecuada para ser puesto en vigor, los defectos como estos conducen no solamente a la obtención de materiales no satisfactorios, si no frecuentemente a los costos desproporcionados y a las disputas interminables, es también importante advertir que una especificación puede resultar admisible y no correcta. Prácticamente las especificaciones no se elaboran solamente para un material ideal, sino para uno que resulte idóneo, para un costo razonable.

Las especificaciones para materiales de construcción pueden definir los requerimientos para la aceptabilidad del material de una o todas de la siguiente manera :

- ⇒ Especificando el método de fabricación.
- ⇒ Especificando forma, dimensión, y acabado.
- ⇒ Especificando las propiedades químicas, físicas, o mecánicas adecuadas.



## **CAPITULO 3**

### **QUÉ ES EL CONTROL DE CALIDAD**

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Conceptos del Control de Calidad
- 3.3 Diferentes Tipos de Control de Calidad
- 3.4 Especificaciones y Etapas en el Control de Calidad
- 3.5 Diferentes enfoques del Control de Calidad de la Obra

## QUE ES CONTROL DE CALIDAD

### 3.1.- GENERALIDADES

En todos los procesos constructivos es necesario utilizar técnicas que mantengan o incrementen la productividad en el trabajo, dentro de todas ellas el control de calidad juega un papel muy importante ya que además de tomar en cuenta las normas y especificaciones, establece los procedimientos de supervisión y control que se deben de aplicar para garantizar que los trabajos estén bien ejecutados y dentro de un rango tiempo - económico adecuado.

El control de calidad nos informa de cuando, con que frecuencia y cuantas muestras se deben analizar y en que momento una de las muestras presenta defectos así como interpretar este resultado. El control define las causas de los defectos y como corregirlo para que en otro caso tomar medidas preventivas que es uno de los objetivos esenciales del control de calidad, ser preventivo tener certeza de la calidad de los trabajos ejecutados, y cuidar el costo punto de mucha discusión al hablar de un control de calidad en la obra puesto que se creía que era un gasto extraordinario, innecesario al costo de nuestra obra, pero a base de experiencia y de buenos resultados, en las construcciones se ha llegado a concluir que un buen control de calidad, reduce los gastos de nuestra obra.

El control de calidad implica todo un procedimiento para su aplicación, debe de seguir como toda técnica un proceso lógico al igual que una distinción, entre un control de calidad y otro, para estas condiciones, se cuenta con laboratorios, técnicos especializados normas y especificaciones. Ver esquema general de control de calidad figura 3.1.

El control de calidad, debe aplicarse a toda actividad que intervenga en nuestra construcción como es en los materiales, en los productos elaborados en el sitio, en el proceso constructivo, en el proceso administrativo, etc..

### 3.2 CONCEPTOS DEL CONTROL DE CALIDAD

Definición del control de calidad.- En la ingeniería el control de calidad se puede definir, "como un conjunto de conocimientos técnicos para la formación de una política, así como analizar proyecto o planear la calidad de un material y/o producto, a fin de establecer un sistema de calidad que puede dar satisfacción plena al constructor a un costo mínimo".

El control de calidad también se puede definir.- "como una función directa de la producción cuya finalidad consiste en garantizar la consecución de los objetivos de calidad de obra con un sistema continuo".

Podemos definir el control de calidad como el método, o función directa que se propone conseguir para que los resultados de una actividad determinada correspondan lo más exactamente posible a los programas, a los objetivos y a las políticas elegidas, el término control hace referencia

también a una condición. En efecto se dice que un método, un procedimiento, una actividad o una organización están bajo control cuando no existen diferencias sensibles entre programas y resultados efectivos o cuando dichas diferencias quedan integradas dentro de unos límites aceptables. Resulta bastante claro que el concepto moderno del vocablo control encierra un significado mucho más amplio que el tradicional de comprobación inspección y verificación. El control, los efectos, las comprobaciones e inspecciones representan solamente una de las fases del mismo o sea, lo de recopilación de datos en base a los cuales se desarrolla una continuación de un ciclo de actividades más amplio y constructivo. Dicho ciclo se puede plantear del modo siguiente:

- ⇒ Recopilación de datos.
- ⇒ Confrontación de los resultados de los objetivos.
- ⇒ Acción concreta y preventiva.

### 3.3 - DIFERENTES TIPOS DE CONTROL DE CALIDAD

A) Control de verificación. En este control se encuentran los materiales suministrados a la obra, que generalmente deben cumplir con alguna norma oficial mexicana la cual establece un procedimiento de prueba, que en caso de no existir tal norma, se puede buscar apoyo en las normas de aceptación internacional. El constructor al adquirir estos materiales debe realizar una inspección y a su criterio ordenar que se lleven a cabo las pruebas correspondientes en aquellos materiales de una importancia estructural de alto riesgo por ejemplo acero de refuerzo, vigas de carga, concreto premezclado, concretos polímeros, madera, productos asfálticos, suelos y pétreos mezclados de concreto asfáltico etc., con ello se garantiza el control de calidad de verificación preventivo que representa un costo pero se garantiza en cierta medida la inversión efectuada por el cliente al tener la certeza del nivel de calidad alcanzado por los materiales adquiridos que entran en el proceso constructivo de la obra, en resumen se verifica la calidad del insumo.

B) Control de proceso. Se presenta cuando los insumos se combinarán entre si para formar parte de la obra , mismos que deberán cumplir ciertos requisitos de calidad que se marcan en el proyecto o las normas generales. Aquí la práctica de control de calidad consiste en cuidar que todos los factores involucrados en el proceso constructivo cumplan los requisitos de calidad fijado por el proyecto final, los ejemplos más comunes son: concreto elaborado en obra, rellenos compactados, soldaduras, mezclas, asfálticas y pavimentos, concretos aparentes, etc. El control de calidad que se practica es el control de proceso, y su costo asociado esta compensado porque evita medidas correctivas no presupuestadas dentro de los conceptos de obra

Como puede observarse entre estos dos controles existen notables diferencias en cuanto al concepto de calidad, materias primas, procesos, personal, producto determinado y métodos empleados para llevar el control. La practica común es llevar un control de verificación. Pues se desconoce lo relacionado con el control de procesos, o éste se desarrolla intuitivamente. Lo deseable seria que la empresa constructora integre a su sistema administrativo lo relativo al control de calidad de los materiales de construcción y procesos constructivos.

La tendencia más generalizada es llevar a cabo las funciones de control que se derivan del proceso administrativo únicamente (planeación, dirección, organización y control) y en ella no figura un esquema mínimo del control de calidad de los materiales, que a diario están empleándose en las obras, quedando en segundo termino el control de calidad de estos.

C) El control de nuevo diseño consiste en la definición de los objetivos su funcionamiento su espacio, en general, la buena calidad del proyecto dando origen a la formación de políticas de calidad respaldadas por normas y especificaciones, ya sean locales, nacionales, y/o extranjeras en esta etapa de control de calidad es donde se deben establecer planteamientos de sistema de calidad, para que en el proceso de obra se puedan apoyar las construcciones con los proyectos y/o diseñadores.

Para poder seleccionar el tipo de material y/o producto del proceso constructivo, se debe practicar un análisis previo para establecer que material o proceso, se adaptan a las exigencias del proyecto.

D) Control administrativo. Este control consiste en la organización general, de la obra quedando dentro de este control los siguientes puntos: el tiempo, la calidad, y el costo:

**TIEMPO:** Se controla con la elaboración de programas de obra donde se incluye el suministro de materiales, herramientas, equipos y rendimientos de mano de obra, existen métodos para tratar de prever estos conceptos, como es el método de la ruta crítica, donde se hace una lista de actividades, secuenciales donde se les asigna una mano de obra para obtener el período de ejecución, y en base a esta se forma o se definen las actividades críticas, y las actividades donde se puede contar con holguras en ciertas actividades, el diagrama de GANTT es el resultado de la ruta crítica que generalmente son los programas que se tiene en obra, estos consisten en colocar en forma vertical las actividades siguientes y en los renglones formados asignarles un tiempo de ejecución, de acuerdo a las necesidades de la obra.

**CALIDAD:** Consiste en revisar que cada uno de los conceptos involucrados en la obra cumplan con las especificaciones de proyecto y normas establecidas, para esto se utilizan métodos de acuerdo a la actividad que se trate.

**COSTO:** Tiene como finalidad la revisión constante de los costos y de los volúmenes de obra siendo de suma importancia no exceder los parámetros de mercado existentes en el momento, para esto un buen control es el realizar estimaciones periódicas y evaluar la continuidad de recursos asignados a la obra.

### 3.4.- ESPECIFICACIONES Y ETAPAS EN EL CONTROL DE CALIDAD

Desde el punto de vista del control de calidad, el acto decisivo de esta fase se desarrollo en el diseño del proyecto, siendo en esta etapa donde se plantean las especificaciones y métodos de control de calidad que se deben aplicar en la obra y es recomendable observar lo siguiente:

- ⇒ Las características cualitativas, de un producto o de un insumo.
- ⇒ Los métodos y equipos a utilizar para su producción.
- ⇒ Los métodos a emplear para las inspecciones.
- ⇒ Los criterios de aceptación o rechazo.

La finalidad de las especificaciones es esencialmente explicar del modo más claro posible la idea del proyectista o diseñador (al que tiene que fabricar, adquirir, aprobar y utilizar un producto determinado.) Dichas especificaciones pueden ser según los casos el resultado de un acuerdo, de un pedido o de una costumbre, etc.

Las especificaciones deben ser completas en el sentido de que no deben dejar sin definir ningún aspecto del proyecto o del método a utilizar.

Finalmente las especificaciones deben ser autosuficientes en el sentido que deben dar todas las especificaciones necesarias sin obligar al interesado a consultar continuamente otras fuentes de información.

Etapas o pasos de un programa de control de calidad.

Toda obra debe de llevar cierta secuencia para la ejecución de sus actividades y por consiguiente el control de calidad debe llevar cierta secuencia para lograr su objetivo, siendo conveniente observar los siguientes pasos:

- ⇒ Planteamiento de las especificaciones (calidad de diseño) .
- ⇒ Medición de las características de calidad, consiste en la obtención de datos precisos concretos y adecuados, siendo el objetivo principal realizar las observaciones y mediciones sobre el proceso, de tal manera que se puedan detectar desviaciones del diseño, de los materiales, mano de obra o maquinaria.
- ⇒ Comparación de lo ejecutado con las especificaciones.
- ⇒ Evaluación, análisis y toma de decisiones sobre la comparación.
- ⇒ Planteamiento de alternativas por las posibles fallas de calidad.

### 3.5.- DIFERENTES ENFOQUES DEL CONTROL DE CALIDAD DENTRO DE LA OBRA

De acuerdo con la forma en que se han venido ejecutando las obras en nuestro país el control de calidad se ha ubicado en las tres siguientes formas:

1) En aquellas obras en que el cliente designa un director de obra siendo este el responsable ante el cliente de los acontecimientos de la obra y de igual forma debe observar a la contratista que ejecuten las diferentes actividades conforme a lo proyectado.

2) En las obras en la que el cliente funge como director de la obra, el esquema de organización es muy parecido al anterior haciéndose más estricta la relación de control de calidad con el proyecto debido a que se elimina una entidad. Este patrón de organización es de uso común en obras grandes realizadas por el gobierno; también en iniciativa privada (ejemplo inmobiliarias).

3) En algunos casos se ha considerado que el control de calidad debe ser realizado por el contratista ya que algunos clientes tienen considerados este alcance dentro de los costos unitarios que le han sido aprobados. Este sistema no es muy recomendable, debido a que el contratista no debe ser juez y parte en los trabajos que realiza y por otro lado, al control de calidad no tiene acceso al proyectista y lo más desagradable es que este pierde personalidad, fuerza e imagen en la ejecución de la obra.

El día 3 de julio de 1987, se publicó en el diario oficial de la federación el nuevo reglamento de construcción para el Distrito Federal y en él establece, en el título tercero relacionado con director responsable de obra y corresponsables, la ubicación oficial del control de calidad.

A continuación se enumeran algunos de los alcances del Director Responsable de Obra (D.R.O) :

- 1) De verificar que el proyecto cumpla con lo requerido de acuerdo a las Leyes, Reglamentos y Normas aplicables en la zona.
- 2) Contar con Corresponsables de Obra y verificar que estos cumplan con sus obligaciones.
- 3) Avisar a la dependencia correspondiente si no se está cumpliendo con lo indicado en proyecto y / o el reglamento aplicable a la zona.
- 4) Insistir en que cuente con las medidas de seguridad e higiene de la obra, en las colindancias y vías públicas.
- 5) Verificar que los materiales sean y cumplan con las especificaciones.
- 6) Verificar los procedimientos constructivos y de control de calidad.
- 7) Actualizar y describir los detalles que se presenten durante la ejecución de la obra.

8) Contar con la siguiente información:

- a) Nombre de la contratista ejecutora de los trabajos
- b) Fecha de iniciación de cada etapa de obra.
- c) Bitácora de obra.
- d) Juego de planos completos.
- e) Juego de memorias de calculo

Funciones de los Corresponsables de Obra:

- 1) Apoyar al Director Responsable de Obra ( D.R.O.) en la revisión de proyecto y ejecución de la obra verificando que estos cumplan con las Leyes, Reglamentos y Normas de la zona.
- 2) Apoyar al D.R.O. en las revisiones de procesos constructivos y los resultados de las pruebas de control de calidad de los materiales empleados.
- 3) Realizar dictamen técnico de estabilidad o seguridad de una edificación o instalación, suscribir una constancia de seguridad estructural si es el caso.
- 4) Revisar las memorias de calculo correspondientes a su disciplina ( estructurales, arquitectónicas o de instalaciones ) según corresponda la especialidad del corresponsable de obra.

ESQUEMA GENERAL DEL CONTROL DE CALIDAD

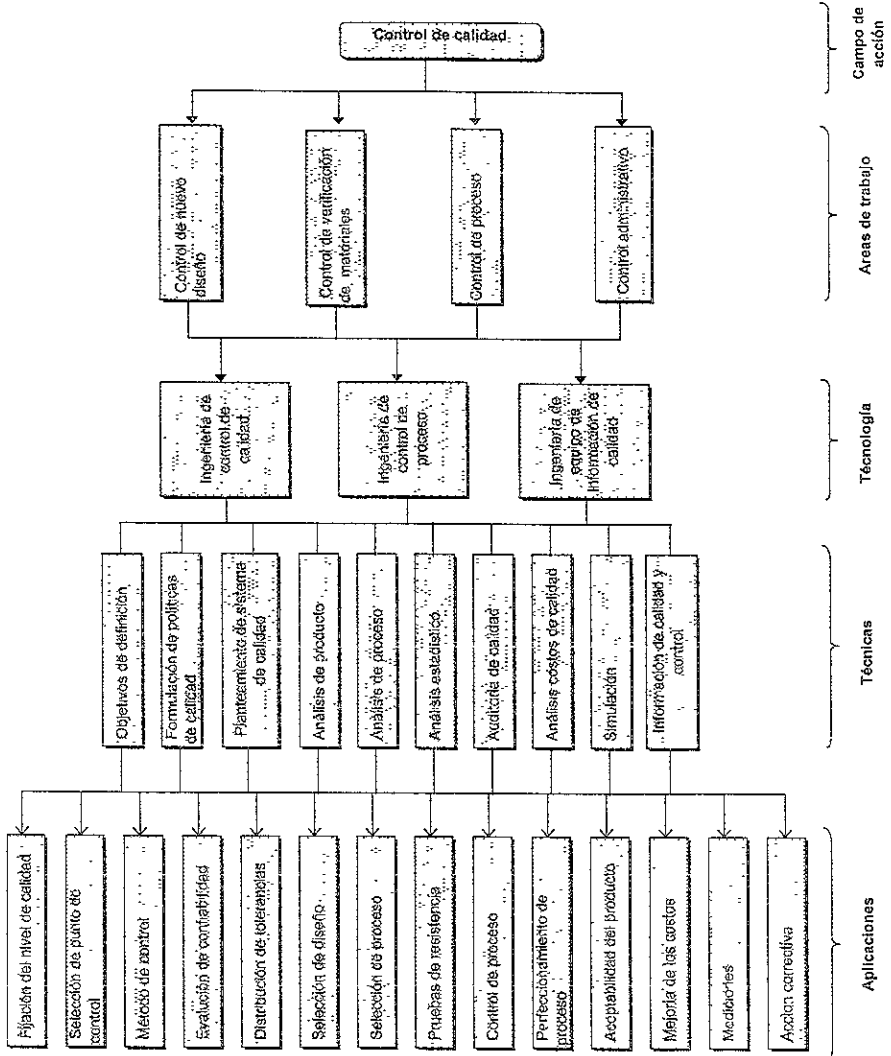


Figura 3.1 Esquema general del Control de Calidad, mostrándose en esta gráfica las diferentes etapas como el campo de aplicación, áreas de trabajo, técnicas y aplicaciones.



## **CAPITULO 4**

### **EN QUE CONSISTE EL CONTROL DE CALIDAD**

- 4.1.- Generalidades
- 4.2.- Enfoques del Control de Calidad
- 4.3.- Apoyos de verificación (Estadística )
- 4.4.- Pruebas de laboratorio (Laboratorios)

## EN QUE CONSISTE EL CONTROL DE CALIDAD

### 4.1 GENERALIDADES.

En todo proceso de transformación dentro del campo de la construcción existen limitantes y tolerancias especificadas por Leyes, Reglamentos , Normas e indicaciones de proyecto las cuales pueden ser generales y/o particulares.

Dentro de la ejecución de un proceso de transformación de materia prima a un producto terminado existe una gran participación de elementos llámese , equipo , herramienta , materiales. mano de obra , etc. teniendo cada uno de ellos una función elemental en el proceso.

La participación de cada elemento debe tener responsabilidad propia para la ejecución de cualquier actividad siendo esta participación individual y colectiva.

En un proceso constructivo la manera de plantear , organizar , programar y ejecutar debe tener una secuencia lógica ya que una actividad dependerá de la realización de una posterior.

El desarrollo de la tecnología dentro de la construcción ha dado armas valiosas para poder efectuar estudios que nos lleven a una certeza con un grado alto de confiabilidad para la ejecución de cualquier tipo de obra dentro de la construcción.

La práctica, experiencia y el profesionalismo son factores fundamentales para obtener un buen juicio y tener una secuencia en los procesos de construcción.

La participación activa de cada elemento que interviene en el proceso de obra es de suma importancia ya que cada uno de estos nos va marcando la pauta para el proceso de verificación a seguir.

Englobando, el proceso constructivo debe tener como finalidad dentro de la obra características tales como poder: programarlo para que cada actividad se ejecute dentro del período estimado, que se tenga la calidad que se exige en proyecto y así mismo que los costos se encuentren dentro del rango de mercado en su momento.

### 4.2 ENFOQUES DEL CONTROL DE CALIDAD.

La gama de las características dentro de un proceso de construcción debe ser controlada para obtener el fin deseado, este control debe ser estricto en cada campo de aplicación, por lo que se tendrá que identificar el proceso de control, para cada actividad participante dentro de la obra ya que el control de cada uno de estos nos llevara a un control de calidad en conjunto

Bien , puntualizando los diferentes Controles de Calidad para un proyecto podemos plantear la siguiente clasificación:

Diferentes Controles de Calidad de acuerdo a las etapas de proyecto, diseño y construcción.

4.2.1. De necesidades, estudios y proyectos ( Planeación ).

4.2.1. De procesos constructivos.

4.2.2. De control de calidad administrativo.

4.2.1. De necesidades, estudios y proyectos ( planeación ).

La planeación se origina desde una idea, una necesidad, de la cual se tiene una generalidad misma que se encamina a desglosar actividad por actividad.

Nos apoyaremos en los siguientes sub-temas para tratar de explicar esta etapa.

A) Análisis del entorno.

B) Generación de alternativas.

C) Selección.

A) Análisis del entorno.

En esta etapa del control de calidad se enfoca a realizar, un estudio general de todos los elementos que intervendrán en nuestro proceso de construcción, teniendo como elementos la afectación al lugar natural, las restricciones particulares y generales.

Se tiene que tener en este proceso la identificación de los componentes y elementos particulares omitiendo o resaltando, según sea el caso aquellas que carezcan de importancia o de mayor relevancia.

El apoyo de esta parte de la planeación es indispensable para interconectar constante y permanente aquellos aspectos que sean relevantes durante la secuencia de fases del proyecto, evitando de este modo truncamientos que pudieran ser costosos.

La investigación tiene como objetivo preciso el poder obtener las características de los usuarios a atender, las características del bien o servicio a construir, las características del proceso constructivo y las necesidades de recursos.

Dentro de los alcances en esta etapa de estudio se tienen los siguientes aspectos:

Información financiera, se contemplan dentro de este apartado los recursos financieros para la investigación ( necesidades totales de capital, capital disponible capacidad de investigación ) análisis y proyecciones financieras, programa de financiamiento, así como las posibles fuentes, de este último.

Canalización de proveedores, es donde se obtienen referencias de ubicación de los mismos, así como costos , calidades y especificaciones de sus productos, condiciones de venta , tiempos de entrega , características de su fluidez de operación.

El estudio de impacto ecológico en el ambiente cercano de transformación que tendrá que hacerse ante la sociedad y medio de vivir en el área.

#### B) Generación de Alternativas.

En esta etapa es donde se requiere el estudio y la experiencia, de las personas que en ellas intervienen.

La capacidad y la experiencia son factores determinados para unir ideas, elementos, conceptos, etc., que no estaban unidos con anterioridad, la visión de las personas que intervengan en este proceso deben tener flexibilidad, originalidad y sensibilidad orientada hacia ideas que permitan a la persona desprenderse de secuencias comunes de pensamiento y producir otras secuencias de pensamiento diferentes y productivas, cuyo resultado ocasiona satisfacción a ella misma y a su vez a otras.

La secuencia que se recomienda para esta etapa dado el sistema productivo, es el diseño de productos a insumos es decir, salida y entradas observando primeramente que es, por que se va a producir y luego como va a producirse.

Siguiendo el proceso lógico de esta etapa se recomienda después de identificado el proceso anterior es analizar como se podrá lograr el estudio de los factores tales como:

- La magnitud del espacio físico.
- Las unidades de transformación.
- La tecnología a utilizar.
- Mano de obra y cantidad en la región.
- Operación y control.
- Los insumos.
- La administración.

#### C) Selección.

La selección consiste en elegir entre los diseños alternativos elaborados de acuerdo con una evaluación anterior, el que más se adecúe a los objetivos que se persiguen, es decir se trata de elegir la mejor opción.

---

La elección involucra elementos básicos, el primero se refiere al conjunto de alternativas por elección que obviamente presentan diferentes magnitudes en sus parámetros evaluados; el siguiente paso se refiere al grupo decisor que bien puede estar conformado por una sola persona o varias gentes con visiones diferentes, el tercero es el objeto que se persigue o los objetos que se persiguen que pueden ser regularmente homogéneos o completamente heterogéneos, y el último que se tenga de la realidad o la actitud que se adopte, ante ella pudiendo ser de certidumbre. incertidumbre o riesgo.

#### **4.2.3. CONTROL DE CALIDAD DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.**

El control de calidad de procesos constructivos tienen como finalidad que todo concepto se realice apegado a las especificaciones de proyecto, Reglamento de Construcciones vigente en la localidad tanto Federal, Estatal o Municipal, a las Normas y Especificaciones generales de la dependencia y/o cliente así como a la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

El proceso constructivo depende básicamente de la experiencia del personal que interviene en la ejecución de la obra. Teniendo participación activa el personal técnico y los obreros.

El proceso constructivo depende del tipo de obra a ejecutar y las revisiones dependerán de los procesos que se estén realizando.

La programación de actividades debe de ir combinada con los programas de obra apoyándose en revisiones constantes.

A manera de ejemplo general nos enfocaremos a un proceso constructivo para obras de edificación.

##### **4.2.2.1 EXCAVACIONES.**

En las excavaciones dependiendo de la profundidad y el tipo de procedimiento (mecánico o manual) se deberán verificarse los siguientes aspectos :

Que las áreas a excavar estén libres de tuberías que puedan ser dañadas por el propio proceso de excavación y si existen se deberán realizar los trabajos necesarios de desvíos y/o protecciones de tal manera que se conserve la estabilidad de las canalizaciones y/o tuberías. Si se tienen construcciones aledañas, se deberá prever apuntalamientos a la subestructura o estructura de tal manera que se garantice la estabilidad de la construcción.

Verificar el comportamiento de las paredes del terreno natural durante el proceso de excavación, si se observan grietas, posibles desgajamientos o derrumbes se deberán realizar obras complementarias de estabilización de paredes tales como:

- a) Repellados sobre los taludes o cortes que se construyen con la finalidad de evitar su intemperización y derrumbes.

- b) Protección con malla anclada a los taludes o cortes que al igual que los repellados sobre taludes se construyen con la finalidad de evitar derrumbes que pongan en peligro la seguridad de la estructura.
- c) Drenes, se construyen con la finalidad de dar salida más rápida al agua de lluvia y evita así su deterioro de las propiedades mecánicas del suelo de desplante de estructuras.

Que el material producto de las excavaciones no se coloque cerca del perímetro de la zona de excavación ni la maquinaria, teniéndose como finalidad no tener peso adicional cercano que pueda provocar derrumbes.

Verificar la profundidad en que se encuentra el nivel freático y procurar no alterarlo, si es necesario se deberán prever carcamos a profundidades mayores a las excavaciones y si colindan con edificaciones deberá preverse troquelamientos.

Si el material producto de las excavaciones no se utilizará por no ser conveniente a la estructura nueva éste deberá retirarse a donde no interfiera con las maniobras de la obra o fuera de la misma.

En las excavaciones deberán ser considerarse sobreeanchos de excavación para facilitar las maniobras de las actividades siguientes, las dimensiones de estos sobreeanchos dependen del elemento a construir por lo general si son elementos no mayores de un metro de profundidad se consideran 20 cm. de sobreeancho, tales casos pueden ser zapatas o contratraves dados de columnas etc. y si son mayores se deberá considerar para el sobreeancho los procesos constructivos mismos que nos darán la pauta, ya que para maniobras de armado y cimbrado se debe considerar que estas actividades se puedan ejecutar con libertad de movimiento.

Cuando se construyan muros de contención de concreto es conveniente analizar el proceso constructivo de cimbrado hacia el lado del terreno natural, ya que en algunas ocasiones se puede aprovechar la pared del terreno natural como cimbra pudiendo lograr esto protegiendo la cara del talud o corte del muro con repellados de mortero cemento-arena, este proceso solo se podrá utilizar si la distancia entre el muro y el elemento a construir no excede de 10 cm.

Es importante delimitar la excavación realizada al terreno natural con el desplante de la nueva estructura, generalmente se construyen plantillas de concreto pobre, esta plantilla tienen finalidades tales como separar el fondo de la excavación con la estructura nueva y transmitir en forma uniforme la carga hacia el terreno, así como realizar el colado con mayor limpieza.

Desde el punto de vista económico y por proceso constructivo las excavaciones pueden realizarse a mano o con maquinaria.

En la tabla 4.1 se observa la clasificación de zonas y tipos de materiales en las excavaciones, misma tabla que nos orienta para los estudios económicos de esta actividad.

Zona A	Zonas donde se puede trabajar libremente a campo abierto o en zonas pobladas sin instalaciones.
Zona B	Zonas urbanas en las que no existen instalaciones que dificulten la ejecución del trabajo.
Zona C	Zonas urbanas con instalaciones que dificulten la ejecución del trabajo.
Material tipo I	Es un material que puede ser atacado con pala y pico.
Material tipo II	Es un material que es necesario aflojar con cuña y marro , con equipo mecánico ó con explosivos en su caso.
Material tipo III	Roca fija

Tabla 4.1 Clasificación de zonas y materiales en las excavaciones (Información obtenida del libro Prisma de precios unitarios)

#### 4.2.2.2. RELLENO.

Antes de proceder a realizar cualquier actividad de rellenos deberá identificarse el tipo de relleno a utilizar, alguna manera de clasificarlos es la siguiente:

Relleno a volteo sin compactar con material producto de excavación.

Este proceso generalmente se utiliza en áreas verdes, nivelación de terrenos o en general cuando no soportan ningún tipo de carga ó el material extraído de la excavación tiene las características adecuadas para utilizarse como relleno.

Relleno a volteo sin compactar con material suministrado de banco.

Al igual que en el caso anterior en material suministrado de bancos, puede ser tierra vegetal que puede ser utilizada para sembrar pasto en áreas verdes.

En este caso podemos considerar el relleno que es utilizado en camas de arena para el tendido de tuberías, mismo relleno que es utilizado también para dar pendientes, así como el acostillamiento de canalizaciones de sistemas que se encuentran bajo esfuerzos considerables como es el caso de tuberías que cruzan por vialidades.

En algunos casos tenemos rellenos de grava mismos que son utilizados como filtros, ya sea carcamos, filtros de absorción.

Rellenos compactados con material producto de excavación ó material de banco

Se utilizan en forma general en los rellenos que van a estar sometidos a cargas como sub-bases de terracerías de carreteras, rellenos de bases de tanques pesados, rellenos de perímetros de cimentaciones etc..para el control de estos rellenos cabe mencionar las siguientes definiciones :

La compactación se podría enunciar como el procedimiento mediante el cual aumenta la densidad de un suelo con el objeto de incrementar la resistencia a la compresión y al cortante y disminuir la compresibilidad y permeabilidad.

El grado de compactación se refiere a la relación entre el peso volumétrico seco del relleno y el óptimo obtenido en la prueba proctor.

Para utilizar el material producto de la excavación y compactarlo es necesario primeramente realizar el estudio de calidad del material.

Normalmente este material es utilizado en capas inferiores a la base y su compactación tiene un rango entre el 90 % y 100 % de las pruebas de compactación.

Para este proceso deberá tenerse en consideración:

- a) Que las capas a compactar no tengan espesores grandes, capas de 20 cm. son adecuadas para lograr una compactación rápida y buena.
- b) Deberá verificarse que todo el material de relleno y el lugar donde se va a colocar este libre de carbón, cenizas, basura, material orgánico, vegetales, rocas y otros materiales ajenos al proceso de relleno.
- c) Así mismo deberá verificarse que el material de relleno se colocará sin causar daño a las superficies impermeabilizadas o en las instalaciones localizadas en el lugar, de igual forma no se deberá permitir el paso de equipo pesado sobre cualquier estructura que se este relleno hasta que se tenga el colchón mínimo.

Los diferentes procedimientos de compactación van en función de la necesidad de cada zona a compactar pudiendo distinguir los siguientes casos:

Compactación con pisón a mano.

Este método es utilizado en capas no mayores de 20 cm. de espesor debiéndose verificar la humedad del material y se compactará hasta que el pisón no deje huella apreciable a simple vista misma que se logrará utilizando un pisón de área base de 20 x 20 cm. Con un peso aproximado de 25 kg. Dejándolo caer sobre la superficie a compactar a caída libre de 30 cm. Aplicando como mínimo 70 golpes por m<sup>2</sup>.

Este método se utiliza normalmente en áreas no mayores a 20 m<sup>2</sup> y donde no se va a tener tránsito de vehículos y cargas considerables.

Compactaciones con maquinaria con control de humedad y grado de compactación especificado.



El relleno deberá formarse en capas sensiblemente horizontales a todo lo ancho de la sección, las capas de material suelto no serán mayores de 20 cm. La maquinaria de compactación puede ser : en rodillos de pata de cabra, rodillos lisos o de llanta neumática, etc.

Estos rellenos se usaran en lugares donde se va a transitar con vehículos o soportar cargas pesadas.

En algunos casos se necesita realizar rellenos con enrocamientos.

Estos son utilizados como filtros a la vez, el diámetro del material en greña como se le llama en obra normalmente variará dependiendo del uso que sea necesario, variando este diámetro entre 10 a 20 cm.

En los casos en que se tengan periodos de lluvia y se estén realizando compactaciones de rellenos y no sea posible esperar a que el relleno seque por medio ambiente se podrá deshidratar el material con calhidra apoyándose con el laboratorio de materiales para que proporcione la cantidad de material a combinarse. ( 3 sacos de 25 kg. / m<sup>3</sup>).

El grado de compactación para cada caso en particular varía de acuerdo a lo solicitado por proyecto teniendo un rango generalmente entre 90 % y 100 %.

#### **4.2.2.3. CIMBRA**

Antes de iniciar el vaciado del concreto de deberá verificar :

Que los soportes verticales de la cimbra tengan apoyo firme en el piso y el numero adecuado de los mismos , así como la correcta localización y verticalidad.

Los Contrapunteos diagonales de marcos y puntales, empalmes y traslapes de pies derechos, largo de madrinan y puntales, comprobando la firmeza de los costados mediante yugos, separadores y barrotes.

La coincidencia vertical de los puntales en pisos superiores e inferiores y la limpieza de moldes y verificación de colocación de chaflanes en su caso.

La adecuada estructuración de la obra falsa para resistir presiones laterales del viento o vibración.

Antes del vaciado del concreto se deberá verificar la cimbra para detectar deflexiones importantes, asentamientos, pandeos, desajustes de los moldes u obra falsa.

Se deberá controlar la secuencia del colado así como la rapidez para evitar excentricidades por carga del concreto fresco y equipo utilizado.

La cimbra de madera deberá mantenerse húmeda durante un período mínimo de dos horas antes de iniciarse el colado.

Deberá calafatearse las juntas cuyas aberturas no excedan de 10 mm. El calafateo se podrá realizar con un material que garantice el buen sello y que resista sin deformarse o romperse al contacto con el concreto y que no produzca depresiones, ni salientes que excedan las tolerancias geométricas, de existir aberturas mayores de 10 mm. Deberá corregirse la cimbra.

Se deberá verificar los alineamientos, niveles y dimensiones del espacio confinado dentro de las cimbras, se podrán permitir ciertas variaciones sin exceder lo indicado en la siguiente tabla.

En el caso de utilizar puntales metálicos se deberán descartar los que estén visiblemente dañados o doblados.

Por lo que se refiere al uso de moldes deberá verificarse la integridad de la cimbra, dependiendo el tipo de acabado, por ejemplo :

- a) Común seis usos.
- b) Aparente de dos a tres usos dependiendo de la inspección física que se realice.

Se podrán tomar como datos los siguientes tiempos de descimbrado de acuerdo a la tabla 4.2 mismos que van en función de las condiciones climatológicas, de la estructura, del tipo de cemento utilizado, de los aditivos suministrados al concreto.

Elemento	para concreto normal	Para concreto de resistencia rápida
Fondo de losas y trabes	14 días	7 días
Columnas	2 días	1 día
Costados de trabes y losas	2 días	1 día
Muros y contrafuertes	2 días	1 día
Costados dadas y castillos	2 días	1 día
Bóvedas	14 días	7 días
Voladizos	16 días	8 días

Tabla 4 2 Tiempos de descimbrado para diferentes elementos colados con concreto.

Después de retirada la cimbra deberá verificarse que se dejen puntales en los centros de los principales miembros de la estructura retirándose estos hasta que se autorice por el laboratorio de materiales mismos que determinaran si con la resistencia al noventa por ciento es posible realizar el retiro de los puntales y/o cimbra.

Deberá verificarse que no se realicen colados en elementos verticales ya sea muros o columnas que tengan una altura libre mayores a tres metros y en caso que se tengan que realizar por así contemplarse en el proceso constructivo deberán preverse ventanas de vibrado y colado, para así disminuir la altura de caída del concreto y evitar que el material tenga separación de sus elementos originando con esto posibles oquedades en las partes inferiores de los elementos a colar.

En los casos cuando se tienen colados masivos se deberá verificar el caso en particular y enfocar la atención al comportamiento de la presión del concreto que ejerce sobre las paredes de la cimbra y la temperatura, que puede provocar agrietamientos.

#### 4.2.2.4 ACERO DE REFUERZO.

Para la colocación de acero de refuerzo deberá verificarse que:

El acero de refuerzo se coloque y se mantenga firme durante el proceso de colado de acuerdo a posiciones, forma, longitudes, separaciones y área que marquen los planos estructurales

El acero de refuerzo deberá corresponder a la clase, diámetro y número indicado en los planos estructurales.

Todo el acero deberá estar sujeto con amarres o soldadura para evitar que este pierda su posición original.

Los separadores para recubrimiento al acero deberán ser con dados de concreto y/o silletas de acero, no deberán utilizarse para este objeto gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferentes al acero.

La distancia mínima centro a centro entre dos varillas paralelas debe ser en todo caso, no menor de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado dejándose un espacio apropiado con el objeto de que pueda pasar la grava o el vibrador. Así mismo el Reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-319), señala en el punto 7.6.6.5 "Donde las limitaciones de espaciamiento y recubrimiento mínimo de concreto se basan en el diámetro de las varillas del paquete".

Aunado a esto el manual del IMCYC para habilitar acero de refuerzo para el concreto en el punto 9 de recubrimiento del fuego indica :

" Debe proporcionarse para las varillas el siguiente recubrimiento mínimo de concreto. Para varillas en paquete, el recubrimiento mínimo debe ser igual al diámetro equivalente del paquete, pero no mayor a 2" (5cm.), excepto para concreto que se encuentre permanentemente expuesto a la tierra, cuyo recubrimiento mínimo debe ser de 3" (7.5.cm)."

Ejemplo: Si tenemos un paquete de 4 varillas del no. 6

¿Cuál es la separación mínima libre entre varillas paralelas? Si tenemos un agregado de  $\frac{3}{4}$ "

Datos:

Diámetro = No. 6

No. varillas de paquete = 4

Área por varilla =  $2.84 \text{ cm}^2$

Solución obteniendo el área total del paquete tenemos :

$$A \times 4 = 2.84 \text{ cm}^2 \times 4 = 11.36 \text{ cm}^2$$

$$\text{Si } A = 3.1416 \text{ d}^2 / 4 \text{ entonces } d = \left( \frac{A \times 4}{3.1416} \right)^{1/2}$$

Sustituyendo valores obtenemos

$$d = \sqrt{\frac{11.36 \times 4}{3.1416}} = \sqrt{\frac{45.44}{3.1416}} = \sqrt{14.46} = 3.80 \text{ cm.}$$

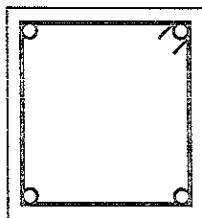
Por lo que la separación mínima libre entre varillas paralelas es de **3.80 cm.**

Si el agregado es de  $\frac{3}{4}$ " = 1.9 cm. si aplicamos la condición de  $1.90 \times 1.5 = 2.85 \text{ cm.}$  de separación es menor que la obtenida en el análisis por paquete por lo tanto es correcta.

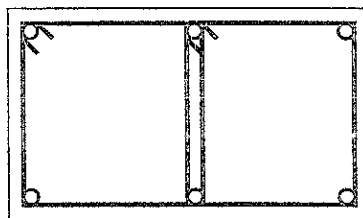
Las varillas paralelas a la superficie exterior de un miembro quedarán protegidas por recubrimiento de concreto, de espesor no menor a su diámetro y en ningún caso será menor de 3 cm.

Los estribos deberán rodear a las varillas longitudinales y quedar firmemente unidos; alguna geometría de los estribos comúnmente usadas son como a continuación se indican; Ver figura 4.1 información obtenida de especificaciones particulares.

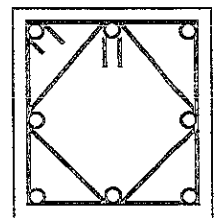
Geometría de los estribos.



1er sistema



2do. sistema



3er. sistema

Figura 4.1 - Diversos sistemas de arreglo de estribos.

En losas con doble capa de refuerzo mantendrán la posición de éste por medio de silletas fabricadas con acero de refuerzo de modo que la separación de las varillas inferiores y superiores sea la indicada en los planos

Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las varillas de las capas superiores deberán colocarse directamente arriba de las capas inferiores con una separación libre entre capas no menor de 25 cm.

En muros y losas excepto las nervadas, la separación del acero principal no será mayor que tres veces el espesor del muro o de la losa, ni mayor de 45 cm

En elementos que estarán a compresión con refuerzo helicoidal y anillos, la distancia libre entre varillas longitudinales no será menor que 1.5 veces el diámetro nominal de la varilla, ni menor de 4 cm.

Todos los huecos en elementos estructurales se reforzarán en su perímetro compensando el área de acero de la sección del hueco. Ver figura 4.2.a.

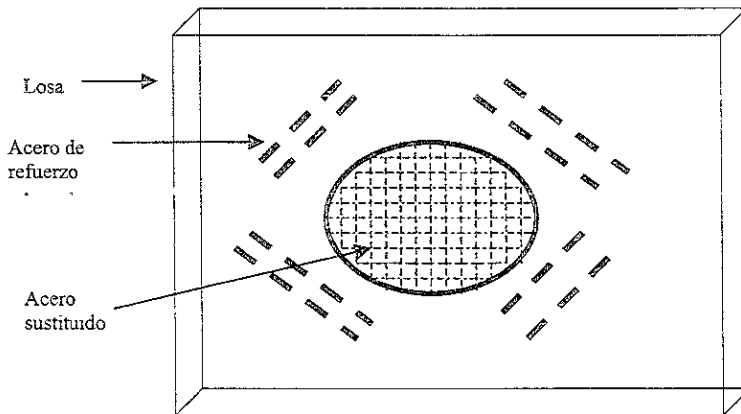


Figura 4.2.a

Deberá verificarse que por ningún motivo será admisible que los huecos en traveses queden en los tercios de losa o traveses que nulifiquen o destruyan la sección a compresión o interrumpan el armado principal de tensión. Estos huecos en traveses si son necesarios deberán tener una ubicación limitada dentro del tercio central del peralte con localización adecuada de acuerdo con la resistencia a esfuerzo cortante de la trabe. Ver figura 4.2.b.

Estos huecos deberán dejarse preparados antes del colado ya que no es permisible que se realicen después de realizado el vaciado del concreto.

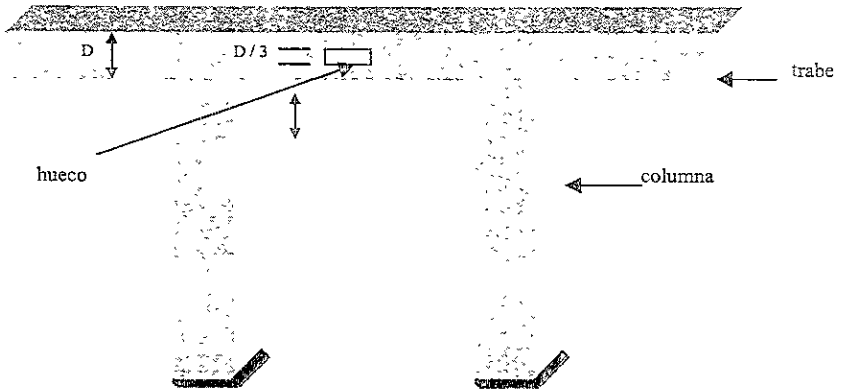


Figura 4 2.b

En cuanto a control de obra deberá verificarse lo siguiente:

1) De cada 10 toneladas o fracción, formas por barras de una misma marca, un mismo diámetro, un mismo grado y correspondiente a una misma remesa, se obtendrán 3 probetas de 100 cm de longitud mismas que deberán ser sometidas a las pruebas del doblado, elasticidad, peso, corrugado, densidad, tensión.

2) Verificar que no se doble el acero de refuerzo parcialmente ahogado en el concreto y cuando sea necesario las varillas podrán doblarse en caliente y en este caso la temperatura no deberá exceder de 200°C la cual se determina por medio de lápices del tipo fusión.

3) Para los dobleces y ganchos estos se doblarán en frío y deberá verificarse que se realicen de acuerdo a lo siguiente:

Un dobléz de 180° más una extensión de por lo menos 12 diámetros en el extremo.

Un dobléz de 90° más una extensión de por lo menos de 20 diámetros en el extremo.

Solamente para ganchos de estribos y anillos en trabes y columnas un dobléz de 135 más una extensión de por lo menos 10 diámetros en el extremo libre de la varilla como se observa en la figura 4.3.

En resumen:

D= 4d para varillas de estribos del n° 3 al n° 5.

D= 6d para varillas de n° 3 al n° 8.

D= 8d para varillas del n° 10 al n° 12.

Ganchos standard

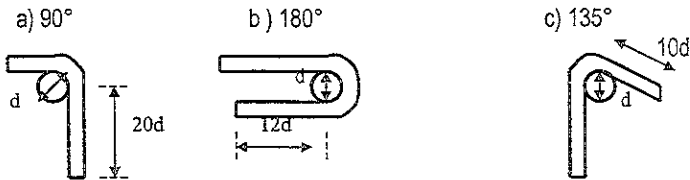


Figura 4.3 Dimensiones de los ganchos standard de acuerdo a su diámetro.

En lo referente a empalmes deberá verificarse que estos se realicen mediante traslapes utilizado para acero de refuerzo de diámetros menores o iguales del número 6, o estableciendo continuidad por medio de soldadura de filete, a tope o de penetración completa utilizada para unir o empalmar acero de refuerzo con diámetro mayores o iguales del número 8.

En caso de tener la necesidad de aplicar soldadura para la unión del acero de refuerzo se deberá verificar el procedimiento de soldadura mismo que generalmente consiste en :

Clasificar el electrodo y metal base.

Tipo y forma de juntas, ya sea de penetración completa, en gargantas "V" o bisel, dobles o simples a tope directo.

Posición de soldar.

Diámetro del electrodo.

Corriente (voltaje o amperaje).

Temperatura de precalentamiento.

y una vez verificado el procedimiento de soldadura de unión del acero de refuerzo, se recomienda hacer pruebas de tensión en la maquina universal , de las muestras del acero de refuerzo que se traslapa de aproximadamente de longitud igual a 16 veces el diámetro.

Todo empalme soldado deberá ser capaz de transferir por lo menos 1 25 de fuerza de fluencia de tensión de las barras. Sin necesidad de exceder la resistencia máxima de estas, no deberán traslaparse varillas mayores del n° 8, los empalmes no deberán hacerse en las secciones de máximo esfuerzo de tensión, dentro de los nudos, en la distancia de 2 veces el peralte de la trabe a partir del paño del nudo.

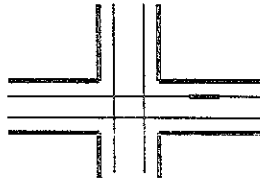
En las columnas los traslapes solo se permiten en el centro de la columna. Las uniones soldadas y/o mecánicas se pueden localizar en cualquier punto, pero no se deberá empalmar más del 33% de barras en una misma sección.

En el caso de las trabes no se permite traslapar el acero de refuerzo en los nudos columnas trabes ni deberán presentarse a una distancia de 2 veces el peralte efectivo de la trabe, ni en articulaciones de la misma como se muestra en la figura 4.4.

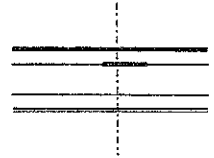
Localización de zonas donde no se permite traslapar.



Dentro de nudos



A una distancia de 2 veces el peralte efectivo



Articulación plástica

Figura 4.4 Localización de zonas donde se permite traslapar en trabes.

Las juntas traslapadas se harán con una longitud igual a 45 diámetros para varillas del n° 6 o menores de 60 diámetros para varillas del n° 8 en adelante, no usar traslapes en varillas de diámetro mayor al n° 8, se pueden utilizar soldaduras de unión y/u otros mecanismos mecánicos.

Las juntas en una misma barra no podrán estar cercanas una de otra en una longitud equivalente a 60 diámetros, midiéndose esta, entre los extremos más próximos de la varillas. Ver figura 4.5.



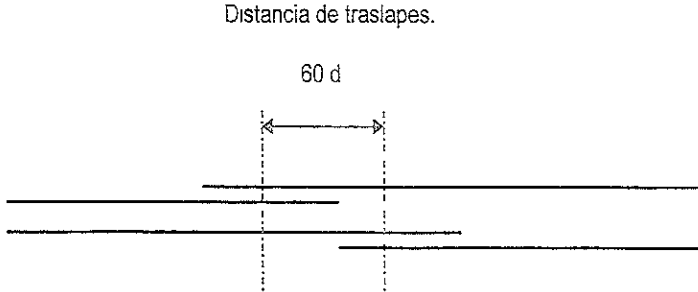


Figura 4.5 Distancia de traslapes.

En función del tipo de elemento y del diámetro del acero de refuerzo se puede determinar el recubrimiento mínimo para cada elemento, la tabla siguiente nos da ciertos parámetros de recubrimientos para los diferentes elementos que nos podrán guiar para tener una idea de rango en que se encuentran estos, no sustituyendo esta tabla lo que nos indica el Reglamento De Construcciones de Concretos Reforzado para la obtención de los recubrimientos.

Nombre	Recubrimiento ( cm.)
Cimentaciones con plantilla y losas corridas en cimentación.	5.00
Elementos colados en contacto con el terreno y agua.	5.00
Muros , trabes y columnas.	3.00
Losas, nervaduras , dalas y castillos.	2.00
Para concretos expuestos a agua de mar.	7.50

Tabla 4.3 Recubrimientos mínimos.

Considerándose para lo anterior la distancia del paño exterior del concreto al paño exterior de la varilla más cercana a la superficie exterior del concreto.

Deberá verificarse si adicionalmente al proyecto estructural se dejarán en columnas, trabes y losas las anclas necesarias para los refuerzos de contravientos y muros, incluyendo varillas que vayan en dalas, cerramientos, castillos y dispositivos que permitan la colocación de ventanas sin dañar posteriormente la estructura.

Para los refuerzos de dalas, cerramientos y elementos semejantes deberán dejarse perforaciones en la cimbra que permita la salida de la varilla.

En cuanto a paquetes de acero de refuerzo las varillas longitudinales se pueden agrupar formando paquetes con un máximo de dos barras cada uno. En trabes o vigas no deben formarse paquetes con barras más gruesas de la n° 8 los paquetes se usaran solo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos.

Para determinar la separación mínima entre paquetes, cada uno se tratará como una barra simple de igual área transversal que la del paquete. El recubrimiento libre no deberá ser menor que 3 cm. Ni que 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa del paquete.

Para calcular la separación del refuerzo transversal rige el diámetro de la barra más delgada del paquete. Los paquetes de las barras deben amarrarse firmemente con alambre a fin de asegurar que permanezcan en posición horizontal o vertical. La longitud del traslape de los paquetes de varillas será correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, incrementadas en 20%. Dentro de un paquete las varillas que lo forman no deben traslaparse entre sí. No se harán traslapes en lugares donde la sección no permita una separación mínima libre de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, entre el empalme y la varilla más próxima.

Los ángulos de los estribos deberán soportar lateralmente las barras de esquina y una de cada dos consecutivas de la perifería. Además, ninguna barra no soportada debe distar más de 15 cm. De una barra soportada lateralmente. Para estas últimas pueden usarse grapas. ( en vez de estribos) con doblez a 180° seguida de un tramo con una longitud de 10 diámetros de las grapas.

### CONCRETO HIDRAULICO.

En la foto 4.1 se observan algunos de los elementos participantes al momento del vaciado del concreto como son: mano de obra, vibradores, reglas niveladoras, cimbra, fronteras etc.

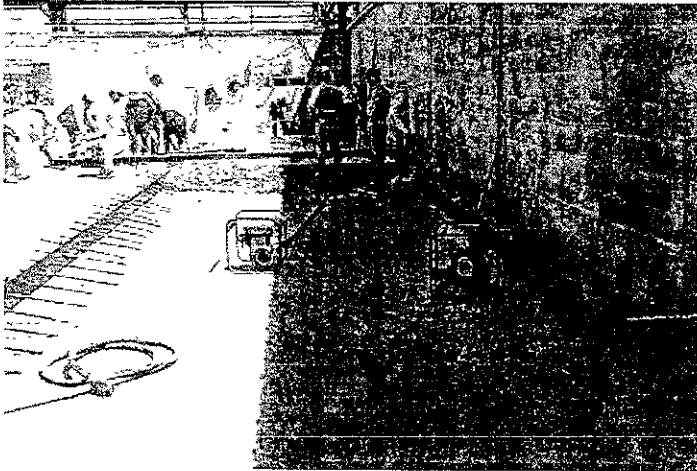


Foto 4.1 Donde se observa el vaciado del concreto en pisos

Para el vaciado del concreto hidráulico se deberá realizar una inspección previa verificando que se cumplan los siguientes puntos:

- 1) Que la cimbra cumpla con lo comentado en los incisos de cimbras indicados en el punto 4.2.2.3.
- 2) En el caso de concreto hecho en obra deberá verificarse que la revoladora se encuentre limpia en el interior y así evitar que el concreto se contamine con algunas partículas extrañas.
- 3) Que el personal asignado al colado sea suficiente y apropiado para realizar las maniobras de vaciado, vibrado e inspección.
- 4) Que las condiciones climatológicas sean favorables, en caso contrario, se deberán tomar las medidas según sea el caso.
- 5) No deberán efectuarse colados cuando la temperatura del medio ambiente sea inferior a 5°C ya que esto puede producir problemas de fraguado y agrietamientos en el concreto. Si tenemos temperaturas altas se deberá prever reducir la temperatura del concreto, ayudándose de un buen método de producción, al manejo, a la colocación, a la protección y al curado, a fin de evitar temperaturas excesivas en el concreto ó evaporación del agua, lo cual podría dañar la resistencia requerida.
- 6) Cuando tengan tuberías y conductos ahogados en el concreto se deberá verificar que las tuberías para instalaciones eléctricas que vayan a quedar ahogadas estén bien sujetas para evitar que se desplacen, incluyendo sus accesorios, que no ocupen estas canalizaciones más del 4% del área de la sección transversal de una columna, debiendo localizarse en el centro de la misma, las camisas, conductos o tuberías que pasen a través de piso, paredes, o vigas se verificará que estos no afecten la resistencia de los elementos en cuestión. Podrá considerarse que tales camisas, conductos o tubos reemplazan estructuralmente al concreto en compresión siempre que no estén expuestos a la oxidación u otras causas de deterioro y que no sean de acero o hierro galvanizado.
- 7) Deberá verificarse que las tuberías o conductos ahogados, exceptuando lo que únicamente pasan a través de los miembros, no serán mayores en diámetro exterior que un tercio de espesor de la losa, muro o viga donde estén ahogados, ni estarán separados a espaciamientos menores que 3 diámetros centro a centro.
- 8) Las tuberías para agua, vapor y gas no se podrán ahogar en concreto ya que estas deben ser visibles de acuerdo al Reglamento de Instalaciones correspondiente.
- 9) Ahora durante el proceso de vaciado deberá verificarse que en cada uno de los frentes o capas del concreto a vaciarse las revolturas sean continuas en su colocación de tal manera que cada uno sea puesta y compactada en su lugar, antes que la inmediata anterior haya iniciado su fraguado.

- 10) Por ningún motivo se dejará caer la revoltura desde más de 3 mts. De altura cuando se trate de colado de columnas. Para los demás elementos estructurales la altura máxima de cada una será de 1.50 mts. con la finalidad de evitar que se tenga separación de los agregados componentes del concreto.
- 11) Verificar que la revoltura se vacie por frentes continuos cubriendo toda la sección del elemento, no es conveniente acumular revoltura en un solo sitio y posteriormente extenderla, ya que esto originaria concentración de peso en un punto y con esto provocar deformación de la cimbra.
- 12) Finalizando el colado, las varillas de amarre deberán cortarse al ras, excepto a aquellas que se destinen a algún uso específico posterior.

## VIBRADO DEL CONCRETO

Para el vibrado del concreto deberá considerarse :

- a) El volumen de la masa de colado por vibrar para seleccionar el tipo de vibrado.
- b) Velocidad de compactación deseada de acuerdo al volumen de concreto.
- c) Peso y tamaño de la maquina para vibrar para su manejo.
- d) Tiempo requerido de vibrado en función del fraguado del concreto.

Los vibradores con cabeza menores de 10 cm. de diámetro, su frecuencia de operación inmersos en el concreto será de 7,000 revoluciones por minuto, como mínimo, en losas delgadas, pisos y banquetas de emplearán reglas vibratorias que normalmente tienen la sección de 20 cm. de ancho con peralte de 15 cm. y el largo va en función del proceso constructivo ( 4 a 6 mts. ) , estas reglas serán de baja frecuencia y alta amplitud, operadas a frecuencia de 3000 a 4500 vibraciones por minuto.

En áreas congestionadas de acero de refuerzo se usaran vibradores adheridos a las cimbras, con frecuencia superior a 8000 vibraciones por minuto.

Los vibradores de inmersión deberán introducirse verticalmente en la masa de concreto en puntos distanciados entre si de 45 a 75 cm. Con movimientos lentos hacia abajo o bien para capas de poco espesor los vibradores se pueden introducir inclinados en periodos de vibración de 5 a 15 segundos.

Independientemente del proceso de vibrado de las masas de colado, deberá obtenerse invariablemente un concreto denso compacto, que representa una textura uniforme y una superficie tensa en su caras visibles. Se evitarán excesos de vibrado para impedir la segregación. En algunos casos y bajo la inspección de alguna persona con experiencia podrá realizar revibraciones

## JUNTAS DEL CONCRETO

Diferentes tipos de juntas que se presentan en el concreto , el A.C.I. clasifica las juntas de la siguiente manera :

Juntas de aislamiento .- Estas permiten movimientos horizontales y verticales entre las caras colindantes de la losa y las partes fijas de una estructura. Ver figura 4.6.

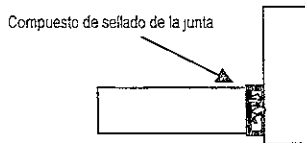


Figura 4.6 Juntas de aislamiento.

Juntas de construcción .- Estas se realizan de acuerdo al proceso constructivo, teniendo como finalidad el conservar la resistencia y la estética. Ver figura 4.7.

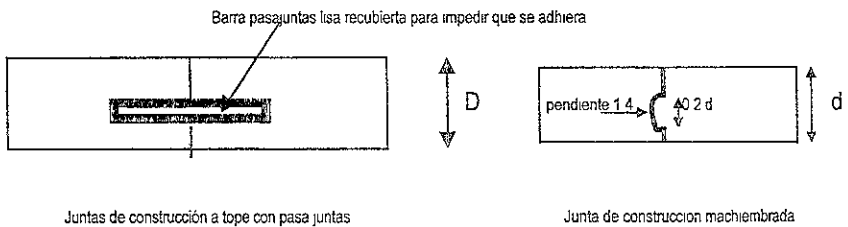


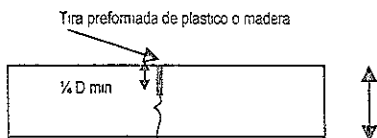
Figura 4.7 Juntas de construcción.

Las juntas de construcción se harán en lugares y forma señalados en el programa de colado respectivo y en el caso de no haber indicación alguna, estos se podrán hacer cerca de la mitad del claro de losas, trabes; a no ser que exista en este punto de intersección de trabes secundarias con la trabe principal.

En concreto aparentes, las juntas de construcción durante el colado serán localizadas conveniente y restringidas a los sitios en que no afecten significativamente la resistencia de la estructura.

Para ligar el concreto fresco con otro ya endurecido por efecto de proceso de fraguado, el corte se tratará en toda su superficie de tal manera que quede exento de materiales sueltos o mal adheridos, así como también de la lechada o mortero superficial, con objeto de lograr una superficie rugosa y sana así mismo deberá permanecer húmeda mínimo 24 hrs antes de la unión de las juntas.

Juntas de Contracción.- Estas aseguran el movimiento horizontal plano de una losa o de un muro e inducen el control de los agrietamientos provocados por la contracción por secado Ver figura 4.8.



Juntas de construcción o junta inducida con insertos premoldeados

Figura 4.8 Juntas de contracción.

Las juntas de contracción abierta se construirán colocando un diafragma provisional, que puede ser una pieza de madera, hoja de metal u otro material adecuado que se quitará después del endurecimiento del concreto. Al remover este diafragma provisional deberá procurarse no maltratar las aristas para posteriormente rellenarlas con el material acordado ( sello MM 80 )

El sello MM-80 es un rellenedor de características plásticas las cuales impiden la penetración del agua en las juntas del concreto y a la vez absorbe la contracción.

## CURADO DEL CONCRETO

Para la protección del colado es recomendable evitar que durante las primeras 10 hrs. de terminado el vaciado este tenga alteraciones provocados por el clima o agentes extraños del mismo, esta protección puede realizarse con plásticos, cartón o delimitar el área con cinta de precaución etc.

Una vez iniciado el fraguado en cualquier superficie ya terminada, colocada con concreto normal se evite se transite sobre ella o se altere de alguna manera su estado de reposo durante un mínimo de 24 horas, para concretos de resistencia rápida deberá de consultarse con el responsable de la obra el tiempo de reposo del concreto que generalmente en estos casos es la mitad de tiempo de un concreto normal.

Para el curado deberá verificarse que el concreto se mantenga a una humedad y temperatura adecuada para que el concreto adquiera su resistencia proyectada, lográndose esto en algunos casos mediante la aplicación de membranas impermeables, cuya calidad, clase y forma de aplicación deben ser acordes al elemento en cuestión.

Para lo tiempos de curado deberá observarse lo siguiente :

- a) Durante siete días cuando se emplee cemento portland de los tipos I, II, IV, V, cemento puzolánico o cemento portland de escoria de altos hornos y durante tres ( 3 ) días cuando se emplee cemento portland tipo III.

- b) Para el curado que se efectuó con vapor saturado a presión atmosférica, se dará un periodo de espera de 1 a 7 hrs, entre la terminación y moideo del concreto y la aplicación del tratamiento a vapor, esto es con la finalidad de dar estabilidad al concreto antes de aplicar el vapor.
- c) Durante el periodo de incremento a la temperatura, esta debe de elevarse a una velocidad controlada hasta alcanzar el máximo deseado. Incrementando de 11°C por hora.
- d) Durante el periodo de temperatura máxima, la resistencia del concreto se incrementará hasta el nivel especificado, temperatura entre 66°C serán ventajosas y deseables cuando el curado se pueda prolongar por mas de 24 hrs.
- e) Terminado el periodo de temperatura máxima, se suspenderá la admisión de vapor. iniciándose el periodo de saturación en el cual el concreto absorbe el calor residual y la humedad del sitio de curado, es mejor que los elementos se enfrien a una velocidad baja especialmente en temperaturas bajas.

**REVENIMIENTO ( Muestreo de concreto fresco en obra ).**

La prueba de revenimiento es una medida de consistencia del concreto. Para determinadas proporciones de cemento y agregados sin aditivos, entre más alto es el revenimiento más agua contiene la mezcla el A.C.I. recomienda los siguientes revenimientos para diversos tipos de construcción. Ver tabla 4.4

El A.C.I. recomienda se observen ciertas tolerancias como se indica en la tabla 4.5

- a) Que las muestras del revenimiento del concreto se obtengan en el transcurso de los primeros quince minutos de la descarga del equipo de mezclado exceptuando el primero y el último cuarto considerando el volumen total en cuestión.
- b) La obtención del dato del revenimiento es la pauta que nos indica si el concreto debe ser aceptado o rechazado al momento de llegar a la obra.

Si existiera duda del primer valor obtenido se hará una segunda prueba que será la definitiva.

Tipo de construcción	Revenimiento máximo ( cm.)
Criterio ACI 211	
Muros y zapatas de cimentación reforzados.	10.0
Zapatas , cajones estancos y muros de sub - estructura sin refuerzo.	7.5
Vigas y muros reforzados.	10.0
Columnas de edificios.	10.0
Losas y pavimentos.	7.5
Criterio U.S. Bureau of Reclamation 8° edición.	

Revestimiento mínimo de canales, con espesor mínimo de 7.5.	7.5
Losas y plantillas de túneles.	5.0
Coronamiento de muros , pilas , parapetos y guarniciones.	5.0
Muros laterales y arco en el revestimiento de túneles.	10.0
Otras estructuras.	7.5

Tabla 4.4 Revenimientos máximos recomendables para el concreto convencional en diferentes tipos de construcciones

Revenimiento ordenado ( cm )	Tolerancias ( cm )
menor de 5	de + 1.5 a - 1.5
de 5 a 10	de + 2.5 a - 2.5
mayor de 10	de + 3.5 a - 3.5

Tabla 4.5 Tolerancia de revinimientos según la norma C 156.

### INSTALACIÓN DE INSERTOS, CONECTORES Y ANCLAS.

Es necesario contemplar antes del vaciado de concreto la instalación de insertos, conectores y anclas.

**Insertos:** Se entiende por inserto, a los elementos metálicos ahogados en el concreto, como pueden ser camisas para pasos de tuberías, placas o perfiles para conectar estructura de acero.

**Conectores de cortante:** Son elementos metálicos soldados a trabes metálicas y ahogados en concreto para tomar efectos de cortante.

**Anclas:** Se refiere a las barras de acero empotradas, ahogadas o soldadas en un extremo que servirán para fijar, vigas, placas base columna, herrería, etc. por medio de tuercas, remaches, soldaduras o algún otro elemento.

Las anclas se colocarán con la ayuda de las plantillas de madera o fierro que garanticen su posición exacta. El soporte y fijado de las anclas se hará verificando la alineación, nivel y verticalidad de las anclas antes de su fijación definitiva. Las roscas de las anclas, serán protegidas convenientemente para asegurar el perfecto acoplamiento de las tuercas, deberá verificarse que la separación entre anclas nos permita realizar las pruebas de torques o de apriete de las tuercas.

Para rellenar el espacio entre las placas y las anclas se deberá utilizar mortero de relleno, el mortero de relleno y este deberá estar conforme a la especificación respectiva además se verificará la buena colocación del grout, para evitar huecos en la base del dado.

Si se tiene la necesidad de empotrar un elemento al concreto endurecido se podrán utilizar barrenancias ver figura 4.9



Existen algunos tipos de barrenancias tales como:

- a) Barrenancia con collar: recomendada para instalaciones de pisos, paredes y techos, anclajes de maquinarias etc.
- b) Barrenancia con ojo: para plafones falsos, formas de yeso, tensores de alambre, fijación de lamparas.
- c) Barrenancias - tornillo: unidad completa con tornillo para fijar pupitres, asientos, colgantes etc.
- d) Barrenancia para fijar varilla roscada: que se utiliza para fijar varilla roscada.
- e) Barrenancia de clavo: para fijar madera a concreto.

Barrenancia tipo.

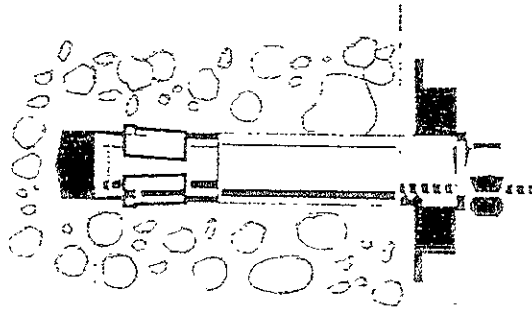


Figura: 4 9 Barrenancia tipo

## CASTILLOS Y DALAS.

Las finalidades principales de los castillos y cadenas son las siguientes:

1. Proporcionar rigidez y/o estabilidad al muro
2. Cuando el proyecto estructural lo indique, proporcionar la liga requerida de los muros a la estructura a efecto de que trabajen ambos mancomunadamente.
3. Ligar muros que se interceptan.
4. Como elementos de distribución de cargas en el desplante del muro.
5. Como refuerzo y protección de muros cabeceros.

6. Como remates horizontales de muros.
7. Como elementos colaboradores en la absorción de esfuerzos horizontales.
8. Puestos en esquinas ayudan para proteger las mismas contra el razonamiento y el desgaste.
9. La localización, espaciamento, sección, armado, fatigas de trabajo y demás características de dalas y castillos deberán verificarse a detalle en proyecto mismo que deberá contemplar la colocación de castillos en muros donde se desempeñe funciones estructurales o cuya altura exceda de 3.00 mts. De altura.
10. El espaciamento máximo entre castillos deberá ser de 20 veces el espesor del muro( $d$ ), dependiendo esto del espesor del muro en cuestión. Ver figura 4.10

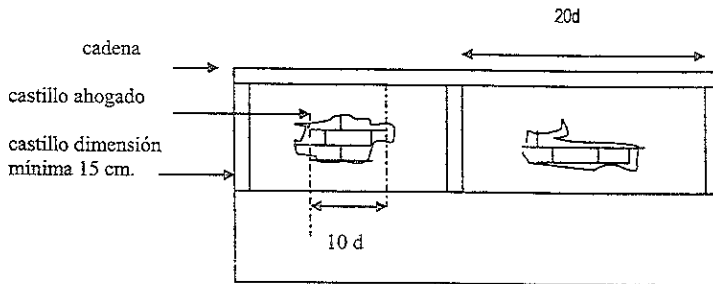


Figura 4.10

11. En el caso de muros construidos con bloque huecos con castillos colados en su interior el espaciamento máximo deberá ser de 10 veces en espesor del muro.
12. El espaciamento máximo entre cadenas será de 15 veces de espesor del muro.
13. En el caso de muros construidos con bloques de concreto, el espaciamento máximo será de 10 veces el muro.
14. La sección mínima de muros y dalas tendrá como valor mínimo 15 cm. por espesor de muro.
15. En concreto que se emplee en la construcción de castillos y dalas tendrá un  $f'c= 200$  ó de 150  $kg./cm^2$ , a menos que se indique lo contrario.
16. Deberá considerarse que el tiempo mínimo para efectuar el decimbrado deberá ser de 24 hrs.

17. En las dalas y castillos se recomienda observar las siguientes tolerancias :
18. Que el alineamiento horizontal con respecto de los muros en el desplante, no deberá diferir del alineamiento en más un centímetro.
19. No deberá tener desplomes ni desviaciones en su alineamiento, mayores de 1/300 de la altura del muro, para alturas mayores a 6.00 mts. Se podrá aceptar un máximo de 2 cm.
20. No se permitirán desplazamientos relativos entre bloques en el paño del muro mayores a 2 mm
21. Antes de colar cualquier castillo macizo, este deberá hacerse cuando el muro de block esté levantado, no se deberá permitir que se cuele primeramente el castillo.

### MUROS DE BLOCK.

Los bloques que se utilicen para la construcción de muros deberán fabricarse con equipo de alta vibración, compactación y el curado deberá hacerse a vapor.

Se tienen los siguientes tipos de bloques sólidos y huecos.

1. Bloques tipo " A " pesado, Se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y de relleno su baja absorción permite el uso de estos bloques en exteriores sin recubrimiento.
2. Bloque tipo " B " intermedio, se usan en muros interiores y exteriores, en muros de carga y de relleno. En muros exteriores deberá protegerse de la intemperie mediante un recubrimiento o sellador impermeable.
3. Bloque tipo " C " ligero, se usa exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

En la tabla 4.6 se indica la resistencia a la compresión de cada uno de los tipos de block de acuerdo a la clasificación mencionada en los párrafos anteriores.

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ( KG / CM <sup>2</sup> )

Designación	Hueco	Sólido
A pesado	60	100
B intermedio	40	70
C ligero	23	40

Tabla 4.6 Clasificación de block hueco y sólido.

Se puede observar que la resistencia a la compresión del block hueco esta aproximadamente un 40 % abajo del block sólido.

Es conveniente verificar que el mortero que se emplee en la colocación de block se proporcione de acuerdo a lo siguiente:

Para bloques intermedios y ligeros, con resistencia a la compresión similares a las mínimas especificaciones para cada uno de ellos , mortero cemento arena 1.6.

Los bloques pesados, con resistencia a la compresión similares a las mínimas especificaciones para cada uno de ellos, mortero cemento arena 1.5.

Con respecto al proceso de colocación deberá observarse lo siguiente:

- a) No deberán humedecer los bloques de cemento durante su colocación, con objeto de disminuir los efectos de contracción y expansión.
- b) Las hiladas deberán ser perfectamente horizontales y las verticales cuatrapeadas y centradas en las piezas de la hilada inferior para lograr la coincidencia de los huecos que permitan el colado de los castillos ahogados.
- c) El espesor de juntas deberá de ser de medio ( 0.5 ) a uno y medio ( 1.5 ) cm. según lo indique el proyecto, las juntas para que sean perfectas, pueden ser hechas en forma de v, redonda o cuadrada.
- d) Deberá preverse un refuerzo metálico horizontal, consistente en dos barras longitudinales de alambre de acero cal. 10 con barras transversales soldadas a cada 30 cm. colocadas dos hiladas de bloques, con el objeto de absorber los esfuerzos provocados por las contracciones y expansiones de los bloques de concreto.

## **ACERO ESTRUCTURAL.**

Durante el proceso de fabricación, habilitado y montaje de las estructuras de acero deberá verificarse :

1. La limpieza de la estructura deberá realizarse de preferencia con arena sílica sopleteada por medio de un compresor de aire.
2. Deberá verificarse la cimentación. dados, anclas y elementos estructurales fabricados se encuentran con la localización, dimensiones y niveles indicados en el proyecto.

3. Deberán realizarse pruebas sobre los materiales de unión ( remaches, tornillos, soldaduras, etc. ) tales como operaciones de corte y maquinado de muestras, tomas radiográficas, pruebas químicas, sustancias y elementos químicos.
4. Todas las piezas al salir del taller deben estar debidamente identificadas de acuerdo a los planos de taller, por ejemplo las columnas podrán identificarse con una letra de golpe " C " y las trabes con una letra " T " ambas seguidas de numeración.
5. Durante el proceso de fabricación deberá observarse que la fabricación de estructuras de acero en el taller tengan dentro de sus alcances simplificar los trabajos de montaje y conexión en el campo, originando esto, que se realicen en taller el mayor número de conexiones y empalmes en los elementos estructurales quedando restringido el tamaño de estos únicamente por las dimensiones máximas de transporte, capacidad de equipo de montaje, dimensiones de tinas de galvanizado, etc.

Para el corte de placas este podrá realizarse con cizalla o soplete debiéndose verificar lo siguiente:

- a) La superficie del corte deberán esmerilarse para evitar rebabas, protuberancias grietas, las grietas en caso de que existiesen no podrán exceder de 5 mm. de profundidad como máximo.
- b) El soplete se usará con una guía mecánica que asegure el corte en línea recta o en su caso, según la curva diseñada.

Los agujeros para tornillos serán de un diámetro igual al del tornillo más 1.6 mm.

Para materiales de grueso igual o menor que el diámetro del agujero, este puede hacerse punzonando o taladrando el diámetro requerido.

Para materiales de grueso mayor que el diámetro del agujero éste puede hacerse punzonando a un diámetro de 1.6 mm. menor que el del agujero y después limando el diámetro requerido.

Deberá verificarse que los agujeros no se realicen con soplete.

No deberán pintarse las estructuras que vayan a cubrirse con concreto, en todos los casos restantes deberá aplicarse pintura anticorrosiva misma que puede aplicarse con brocha, rociado, rodillo, por inmersión, etc.

Las superficies que sean inaccesibles después del armado de las piezas deben recibir la pintura de acabado antes de su colocación.

Todas las superficies que se encuentran a no más de 50 mm. de distancias de las zonas en que se depositen soldaduras de taller o de campo deben estar libres de pintura y de materiales que dificulten la obtención de las soldaduras sanas.

Para las estructuras soldadas esta se realizará mediante soldadura de arco, debiéndose verifica que todos los accesorios para soldar y sopletes de corte estén de acuerdo a las exigencias de proyecto.

Se deberá verificar que los cables estén de acuerdo a la corriente empleada y tengan el forro correcto para evitar sobrecalentamiento y/o una corriente inapropiada en el arco.

Verificarse que las superficies a soldarse estén libres de costras, escoria, óxido, grasas, pintura o cualquier otro material.

Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto; cuando esto no sea posible su separación no deberá exceder de 5 mm. si la separación es de 1.5 mm. o mayor el tamaño de la soldadura de filete se aumentará una cantidad igual a la separación.

Las partes que se vayan a soldar a tope deben alinearse cuidadosamente, corrigiendo defectos en el alineamiento a mayores de 3 mm. siempre que sea posible, las limpiezas de las piezas se colocarán de manera que la soldadura se deposite en forma plana.

Al armar y unir partes de una estructura o de miembros compuestos, se seguirán procedimientos y secuencias en la colocación de las soldaduras que eliminen distorsiones innecesarias y minimicen los esfuerzos de contracción.

Soldaduras de penetración completa, en placas de grueso no mayor de 8 mm. puede lograrse penetración completa depositando soldadura por ambos lados, en posición plana, dejando entre las dos una holgura no menor que la mitad del grueso de la placa más delgada y sin preparar sus bordes.

En la tabla 4.7 se indican algunos datos de las dimensiones mínimas del cordón de soldadura.

Espesor del material de la pieza más gruesa unida en mm y / o pulgadas.	Dimensión mínima de soldadura de filete en mm y pulgadas. soldadura manual o automática ( un electrodo )		Dimensión mínima de soldadura de filete en mm y pulgadas soldadura automática ( dos electrodos ).	
Hasta de 13 mm ( ½" ) inclusive	5.0	3/16	5.0	3/16
De 14 a 19 mm ( 9 /16" a ¾" ) inclusive.	6.0	1/4	5.0	3/16
De 21 a 32 mm ( 13/16" a 11/4" ) inclusive.	8.0	5/16	7.0	9/32
De 33 a 51 mm. ( 15 / 16 " a 2" ) Inclusive	10.0	3/8	8.0	5/16

Tabla 4 7

**Electrodos:**

Deberá verificarse que el electrodo empleado sea de las series E - 6010 para perfiles ligeros doblados en frío y para perfiles tubulares rectangulares y E - 7018 para soldaduras de taller y de campo para acero A - 36, según se requiera, se debe verificar que los electrodos cumplan con la especificación para electrodos recubiertos de acero dulce, para soldaduras de arco según el código de la AWS ( American Welding Society ).

En su caso se puede utilizar electrodo desnudo y fúndente granular para el proceso de arco sumergido los que deberán estar de acuerdo con la clasificación F60 O F70 del código de la AWS, especificación para electrodos desnudos de acero dulce y soldaduras para arco sumergido.

En la tabla 4.8 se observan los rendimientos de distintos diámetros de electrodos.

Diámetro	dimensión " t " de filete	Nº de electrodos por kg .	Peso por electrodo en Kg .	Longitud electrodo pulg.
Pulgadas	mm			
1/16				
5/64				
3/32	3.00	39	25.5	14
1/8	4.00	25	39.5	14
5/32	5.00	18	55.3	14
3/16	6.00	73/4	129	18

Tabla 4.8

**ESTRUCTURAS ATORNILLADAS**

Si las estructuras son atornilladas deberá verificarse que las partes de miembros que se estén remachando deben mantener contacto entre sí, rígidamente por medio de pernos o tornillos. Los agujeros que se tengan que agrandar para poder colocar los remaches o tornillos deberán limarse.

Los remaches deben colocarse por medio de remachadoras de presión u operadas manualmente , neumáticas, hidráulicas o eléctricas. Una vez colocados deben llenar totalmente el agujero, quedar apretados y sus cabezas en contacto completo con la superficie. la cuerda debe sobresalir de la tuerca no menos de 3mm, los remaches y/o tornillos que se encuentran flojos, mal ajustados o defectuosos, deberán ser reemplazados.

En la tabla 4.9 se observan las dimensiones estándar de agujeros de acuerdo al diámetro del tornillo.

Diámetro del tornillo " d "	Estándar ( diámetro )	Sobredimensionado ( diámetro )	Alargado corto ( ancho x largo )	Alargado largo ( ancho x largo )
12.7	14.3	15.9	14.3 X 17.5	14.3 X 31.8
15.9	17.5	20.6	17.5 X 22.2	17.5 X 39.7
19.1	20.6	23.8	20.6 X 25.4	20.6 X 47.6
22.2	23.8	27.0	23.8 X 28.6	23.8 X 55.6
25.4	27.0	31.8	27.0 X 23.3	27.0 X 63.5
28.6	d + 1.6	d + 7.9	( d + 1.3 ) X ( d + 9.5 )	( d + 1.6 ) X ( 2.5 d )

Tabla 4.9

La distancia desde el centro de un agujero sobredimensionado o alargado al borde de una parte conectada, no será menor que la requerida para un agujero estándar de acuerdo a la siguiente tabla.

Distancia mínima al borde en mm. ( desde el centro del agujero estándar al borde de la parte conectada ).

Diámetro nominal del remache del tornillo en mm.	Bordes cizallados en mm.	Bordes laminados en placas, barras o bordes cortados con gas ( b ) en mm.
13	22	19
16	29	22
19	32	25
22	38 ( c )	29
25	44 ( c )	32
29	51	38
32	57	41
Más de 32	1.75 d	1.25 d

Tabla 4 10

Deberá verificarse que la distancia máxima desde el centro de cualquier remache o tornillo al borde más próximo de las partes en contacto deberá ser 12 veces el espesor de la parte conectada en consideración pero sin exceder de 150 mm.

Para la verificación de la prueba de apriete de tornillos realizada en campo nos podremos guiar por lo indicado en la tabla 4.11.

Apriete ( Torque ) en libras - pie, que se requiere en las diferentes calidades del tornillo al emplearse en estructuras de acero.



Diámetro del tornillo en mm - pulgadas																				
	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2	2	2 3/4	3
	10	11	13	14	16	19	22	25	28	32	35	38	41	44	48	51	57	64	70	76
<b>Tornillos Standard</b>																				
Lb- pie	19	30	45	66	93	150	202	300	474	659	884	1057	1448	1884	2336	2721	3117	4780	7319	9455
Kg- m	2.6	4.1	6.2	9.1	12.9	20.7	27.9	41.5	65.5	91.1	122.2	146.5	200.2	260.5	322.9	276.2	430.9	605.5	101.19	130.73
<b>Tornillo A - 325</b>																				
Lb- pie				100		200	355	525	790	1060	1495	1960	2600	Los valores mostrados son los apropiados para fijar permanentemente una estructura metálica						
Kg- m				13.8		27.6	49.1	72.6	109.2	146.1	206.7	271.0	359.5							
<b>Tornillo A - 490</b>																				
Lb- pie	55	90	138	198	270	444	709	1071	1692	1360	3159	3780	5173	6736	Importante : Aplicar requerimientos que					
Kg- m	7.6	12.4	19.1	27.4	37.3	61.4	98.0	148.1	234.0	326.3	436.7	522.6	715.2	931.3						

Tabla 4.11

En cuanto a los pernos de cortante deberá verificarse que estos cumplan con el código de soldadura estructural, D1, 1 AWS. La certificación del fabricante constituirá suficiente evidencia de que el material cumple con el código. En la tabla 4.12 se reflejan datos de la resistencia permisible de los conectores de cortante a diferentes resistencias de compresión del concreto.

En la tabla 4.12 se reflejan datos de la resistencia permisible de los conectores de cortante a diferentes resistencias de compresión especificada del concreto.

**Resistencia permisible de los conectores a cortante.**

Conector (b)	Resistencia a la compresión especificada del concreto f'c, en Kg / cm²		
	2.10	250	280
Perno de 13mm de diámetro x50mm, con gancho o cabeza	2300	2500	2700
Perno de 16 mm de diámetro x 65 mm, con gancho o cabeza	3600	3900	4200
Perno de 19mm de diámetro x 76 mm con gancho o cabeza	5200	5700	6000
Perno de 22 mm de diámetro x 90 mm, con gancho o cabeza	7100	7600	8300
Perfil CE de 76x 6 10	770 w (c)	840 w (c)	890 w (c)
Perfil CE de 102X 8.04	820 w (c)	890 w (c)	950 w (c)

Conector (b)	Resistencia a la compresión especificada del concreto f'c, en Kg/cm <sup>2</sup>		
	2.10	250	280
Perfil de 127 X 9.97	870 w (c)	950 w (c)	1000 w (c)

Tabla 4 12

Cuando se usan pernos de cortante en vigas con láminas de acero acanaladas ( losacero romsa ), éstos se podrán soldar directamente atravesando la cimbra o a través de agujeros punsonados o hechos en campo. El procedimiento normal de colocar los pernos conectores es soldar directamente atravesando la cimbra; sin embargo cuando el espesor de lámina es mayor de calibre 16 para un solo espesor o calibre 18 para dos espesores de lámina es conveniente seguir las indicaciones del proveedor.

Para el montaje de la estructura metálica deberá verificarse que las conexiones provisionales durante este proceso sean seguras ya sean soldadas, remachadas o atornilladas.

Es conveniente antes de fijar en forma definitiva la soldadura y/o los tornillos verificar la alineación y plomos de la zona que va a quedar rigidizada.

En el proceso de montaje es fundamental realizar un estudio de montaje de piezas para así canalizar el equipo adecuado y aprovechando la experiencia de la ingeniería de detalle de la estructura para que esta indique los puntos de apoyo para las maniobras de elevación y así garantizar la estabilidad de la misma estructura.

Si se debieran realizar correcciones a la soldaduras o metal base defectuoso estos se podrán corregir, reemplazando la soldadura completamente realizando el vaciado total de la soldadura defectuosa, reforzando la zona donde se tiene la soldadura defectuosa etc. estas soluciones deberán realizarse bajo la autorización de Cliente y el Director de obra .

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

### Canalizaciones.

Para la revisión de canalizaciones deberá verificarse que estas cumplan con lo indicado en proyecto y deberá verificarse lo siguiente :

No se deberán tener más de dos codos a 90° en tramos cortos de canalización ya que esto dificulta la actividad de instalación de cables, considerándose que dos bayonetas de 45 ° forman un codo en una trayectoria , cuando por la complejidad de la instalación o la distancia requiera un mayor numero de vueltas en una canalización , deberán instalarse registros de paso mínimo a cada 12 m.

Deberá verificarse que en los lugares sujetos a vibración como transportadores, vibradores , etc . la unión de la parte fija con la parte vibrante se hará por medio de tubería flexible, asimismo en

los lugares donde se tengan altas temperaturas la distancia mínima entre la tubería conduit y la fuente radiante de calor se recomienda sea de 1.00 m.

En áreas húmedas deberá verificarse que todos los soportes sean resistentes a la corrosión o estos deberán ser recubierto con materiales resistentes a la misma.

Verificar que en cada llegada de un tubo conduit a un motor o a otra clase de equipo eléctrico que éste sometido a vibración , deberá forzosamente instalarse un tramo de tubería conduit flexible.

Deberá verificarse que al terminar de instalar la tubería conduit y antes de que se proceda al vaciado de concreto que a cada extremo de la tubería se instalen taponos para evitar que partículas extrañas como concreto , piedras , agua , etc.. se introduzcan dentro de éstos tubos , lo que obstruiría o dañaría el aislamiento de los cables al instalarlos.

Conductores eléctricos.

Para los conductores eléctricos deberá verificarse que el número de cables a instalar en una tubería de determinado diámetro sea acorde al proyecto y estar acorde con las restricciones del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.

Deberá verificarse que al introducir los cables a las canalizaciones estos se arreglen previamente para evitar que se enreden y no deberá permitirse se utilicen aceites o grasas para facilitar el trabajo , si es muy necesario se podrán apoyar vaciando talco , grafito u otra sustancia que no dañe el aislamiento de los conductores.

Antes ó después de alambrear el tubo conduit , se deberán marcar los cables en ambos extremos con número y letras , los cuales deberán conservarse aún después de haber hecho las conexiones de los conductores, con la finalidad de apoyarse con esta señalización para realizar las conexiones entre los cables e identificar los circuitos correspondientes.

Es recomendable que las conexiones hechas entre conductores se realicen en las cajas de conexión y no en el interior de los tubos.

Es recomendable que el aislamiento de los conductores sean de diferentes colores para facilitar su identificación normalmente los colores que se utilizan se muestran en la tabla 4.13.

Fase	Color
Neutro	Blanco
Fase 1	Rojo
Fase 2	Negro
Fase 3	Azul
Tierra física	Verde

Tabla 4.13 Código de colores de aislamientos que normalmente se utilizan de acuerdo al Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas

Sistema de tierras.

Los sistemas de tierras se utilizan en edificios de dos ó mas niveles que contengan equipo eléctrico , instalándose redes en cada nivel y mismas que se interconectan entre sí y con la red principal siendo esta comúnmente subterránea.

Los valores de la resistencia a tierra deberán ser los que marque el proyecto siendo recomendables para subestaciones de 5 ohms y para sistemas regulados utilizados en equipos de computo de 0.5 ohms, para lograr esto deberá prepararse el perímetro donde se enterrará la varilla de cobre , en algunas ocasiones se prepara un cubo de 1m. x 1 m. x 1 m. se llena con carbón mineral , sal , limadura de hierro , posteriormente se entierra la varilla de cobre a una profundidad no menor de 2.40 m. en los casos donde el terreno no es buen conductor se tiene la necesidad de formar redes de tierras llamadas delta para obtener los valores requeridos. En la foto 4.2. se observa el procedimiento de medición con el aparato meggar.



Foto 4.2 Donde se observa la realización de una prueba con megger de resistencia a tierra, para un sistema de corriente regulada

Es recomendable que la conexión del conector de tierra se realice por medio de zapatas , conectores de presión , abrazaderas u otro medio semejante a los conduit , gabinetes o a cualquier equipo que deba conectarse a tierra.

### Sistema de Pararrayos.

Para los sistemas de pararrayos de protección a los edificios contra descargas atmosféricas es recomendable que estos cumplan con lo establecido por la Dirección General de Normas en las Normas Técnicas para instalaciones Eléctricas N°S 5100 , 5101 y 5102 y deberá verificarse que .

Las puntas de protección estén fijadas rígidamente a la estructura , cuando su altura sea mayor de 60 cm. deberá fijarse en su base y soportarse a la mitad de su estructura.

La instalación de puntas deberá hacerse a una distancia del contorno del edificio protegido , no mayor a 60 cm. en dirección vertical

El espaciamiento entre puntas de pararrayos es generalmente como se indica en la tabla 4.14 de acuerdo a los análisis realizado por los proveedores que se rigen con las Normas NFL.

Tamaño de la punta (mts.)	Separación entre puntas ( mts.) (máxima)	Superficie plana que se cubre de azotea ( m <sup>2</sup> )
0.25	6.00	15
0.60 ó mayor	7.5	18

Tabla 4.14 Tamaño de las puntas para un sistema de pararrayos y el área que se cubre.

## INSTALACIONES PARA EDIFICIOS

### Instalaciones de gas.

Se deberá verificar que las tuberías sean de cobre tipo " L " ó de acero al carbón para diferentes presiones, que por ningún motivo queden ocultas las canalizaciones ya que así lo indica la Norma correspondiente, ni sobre plafones y / o empotradas a muros , que se coloquen sus válvulas de paso y reguladores de desfogue hacia el exterior , que las tuberías de gas tengan al menos 20 cm. separadas de las tuberías de instalaciones eléctricas.

Para el caso de instalaciones de gas deberá verificarse que se efectúen las pruebas de hermeticidad considerando lo siguiente:

- a) Del regulador de baja presión hacia los aparatos , se debe tener una presión de 0.5 kg / cm<sup>2</sup> , durante 10 minutos , sin que se baje la presión registrada por un manómetro ( Se utilizará aire o gas L .P.) Se hace una segunda prueba con los aparatos conectados y con gas L .P. durante 10 minutos a una presión de 0.028 kg / cm<sup>2</sup>.
- b) En las tuberías de alta presión regulada se deberá verificar que la prueba se realice a 3 kg / cm<sup>2</sup> , durante 24 horas , sin que baje la presión. ( Se utilizará aire o gas inerte ) .

En general de cada una de las instalaciones deberá verificarse al momento que se realice las pruebas correspondientes que se cumpla con lo especificado en proyecto y / o en las normas

aplicables a cada caso, se anexa tabla 4.15 a manera de ejemplo de algunas especificaciones de instalaciones que podrán servir como apoyo para cada caso específico:

ESPECIFICACIONES DE INSTALACIONES DEL " CENTRO MEDICO DEL D.F. "

Tipo de instalación	tipo de material	Tipo de prueba
Agua fría.	Tubo y conexiones cobre " M "	Con Manómetro a 6 a 8 kg. / cm <sup>2</sup> con agua durante 3 horas.
Agua caliente y retorno.	Tubería de cobre tipo " M " con aislamiento.	Con Manómetro a 8 kg. / cm <sup>2</sup> con agua durante 3 horas.
Aguas negras y ventilaciones.	Tubería de cobre tipo " M " o de P. V. C.	Con 10 mts. de columna de agua. Nivel constante 1 hora mínimo.
Bajadas de aguas pluviales.	Tubería de P. V. C. o fierro fundido.	Con 10 mts. de columna de agua. Nivel constante 1 hora mínimo.
Protección contra incendio.	Tubería de acero al carbón.	Los sistemas completos a 12 kg / cm <sup>2</sup> con un mínimo de 30 minutos.
Gas.	Tubería de cobre tipo " L "	Con agua a presión de 19 kg. / cm <sup>2</sup> ( 24 horas ) en 1° prueba. Una segunda a 10.6 kg. / cm <sup>2</sup> ( 30 minutos ) o solamente prueba de hermeticidad según sea el caso.
Vapor y retorno de condensado.	Tubería de acero al carbón o tubería de cobre tipo " L ".	Pruebas a presión de 12 kg. / cm <sup>2</sup> y sopletear las líneas
Oxígeno.	Tubería de cobre tipo " L "	Pruebas a presión de 12 kg. / cm <sup>2</sup> y sopletear las líneas
Vacío.	Tubería de cobre tipo " L "	Pruebas a presión de 12 kg. / cm <sup>2</sup> y sopletear las líneas con aire comprimido para extraer la humedad.
Aire comprimido.	Tubería de cobre tipo " M "	Pruebas con agua a 12 kg. / cm <sup>2</sup> y sopletear las líneas

Tabla 4.15 Especificaciones de Instalaciones del " Centro Medico del D F .

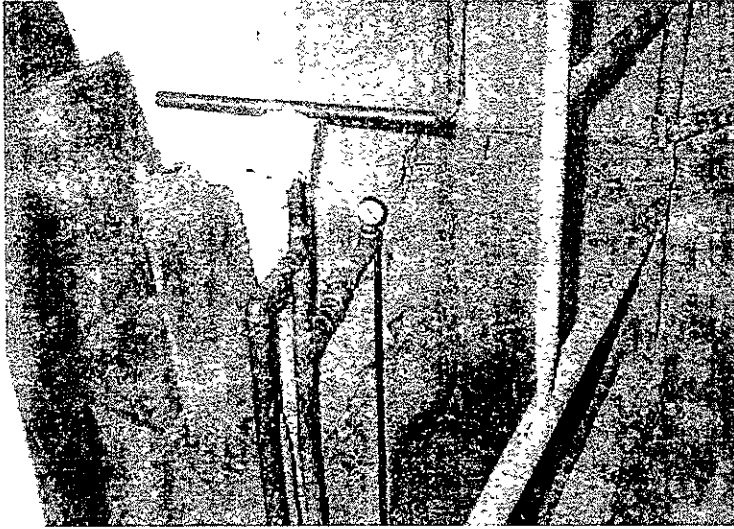


Foto 4.3 Se observa el sistema que normalmente se utiliza en obra para verificar la presión de la tubería

#### 4.2.3. CONTROL DE CALIDAD ADMINISTRATIVO.

Dentro de la ejecución de una construcción existe una serie de parámetros participantes a los cuales se les debe aplicar una secuencia para su buen funcionamiento, dentro de ellos se encuentran la administración de la obra.

La administración consiste en verificar y revisar que todos los elementos participantes tiendan a cumplir con el fin deseado ya que de esta dependen los acontecimientos de la misma.

En esta etapa de administración se considera que se tiene un personal técnico capacitado el cual deberá de controlar :

- Insumos
- Egresos e ingresos
- Documentación general

#### INSUMOS.

Los insumos se controlan en la obra por entradas mismas que se recomiendan se registren en formatos que sean legibles, que contengan la esencia de su función teniendo en cuenta siempre el volumen de estos y poder en el momento dado detectar cualquier, disparidad entre los programado y lo real.

Es determinante el buen control de ingresos a la obra de insumos ya que esto depende que la obra tenga continuidad, estos deben programarse de acuerdo a la importancia y necesidad puesto que en algunas ocasiones existen insumos que tienen tiempo determinado de entrega.

Es conveniente realizar un programa semanal de insumos relacionado con el programa de obra general, revisado con oportunidad por las personas que van a canalizar los suministros para poder detectar cualquier problema que pueda existir.

La relevancia del control de los insumos deben enfocarse a que uno de estos cumplan con la calidad, especificaciones marcadas por el proyecto y especificaciones correspondientes.

Se debe tomar en cuenta que existen insumos que pueden permanecer en la obra sin que esto afecte sus características generales y a la vez existen insumos que no pueden permanecer almacenados porque sufren alteraciones.

Como ejemplo tenemos:

Un tabique permanece por tiempo indefinido en la obra, y un cemento no.

De la misma manera puede enfocar insumos que van sufriendo degradación por lo cual se debe realizar una revisión constante de estos y valorar el momento en que ya no son aptos para su utilización.

Como por ejemplo tenemos:

La cimbra de madera por el constante uso se debe de determinar el momento que ya no se puede utilizar y se deberá sustituir por una adecuada.

Deberá verificarse que cada proveedor tenga siempre las características de sus productos y la aprobación de la dependencia correspondiente esto es para estar con la completa certeza del producto a utilizar.

En términos generales el control de insumos debe estar siempre enfocado a calidad, tiempo y costo.

La calidad de los insumos deben ser revisados al momento que llegan a la obra con el personal técnico como una de sus funciones para que éste dé el visto bueno y proceder recibirlo o rechazarlo.

En general una forma de controlar los insumos es de la siguiente manera:

Con una explosión de insumos de la obra se tiene el parámetro de cotización el cual debe ser revisado por el residente de obra y al momento de hacer su requisición de materiales hacer énfasis, al departamento correspondiente del límite de costo de ese material.



Se ha comentado en términos generales sobre las cotizaciones, estas deben realizarse por personal con experiencia en el ramo y deben de realizarse en varias partes, para tener un promedio de mercadeo que garantice el costo real del producto.

Se tiene que tomar en cuenta la consideración dentro de las cotizaciones el tiempo de entrega de los materiales

## EGRESOS E INGRESOS

La importancia de ¿ cuanto, cuesta un material, la mano de obra, que gastos se tengan que realizar para activar la obra que se tiene que realizar para recuperar la inversión? son preguntas que se tienen que controlar en su momento.

El control de costos inicia desde el momento en que se cotiza un material y mano de obra hasta llegar adquirir éste, siendo lo deseado comprobar el costo del insumo contra el precio previamente cotizado.

En todo análisis debe de considerarse los egresos de todos los impuestos vigentes por las dependencias correspondientes, como son Seguro Social, Hacienda, impuestos locales, etc.

De igual manera se debe de considerar los factores de indirecto, financiamiento y utilidad siendo estos el complemento de los análisis.

Identificado estos parámetros se empieza a analizar cuanto es lo que se va a ir erogando a la obra y a la vez se planea cuanto se debe ir ingresando a la misma.

El ingreso durante el proceso de una obra sea venido sistematizando, siendo comúnmente por medio de estimaciones respaldadas por números generadores y precios unitarios autorizados por el cliente, si se trata de contratos a precio unitario, o si se trata de una obra a precio alzado normalmente se realizan estimaciones en base a porcentajes de la obra que se esta ejecutando, o si se trata de un contrato llave en mano este se estimara en porcentajes de acuerdo al avance de la obra.

El control de costos se puede clasificar, en control de costos de campo y control de costos de gabinete.

El control de costos de campo consiste en verificar que todo egreso no sea mayor que el ingreso por concepto.

El control de costos de mano de obra de igual forma que los insumos tiene su medio de control, la manera más utilizada es apoyándose en los rendimientos establecidos en el presupuesto de obra.

Una forma de controlar el egreso de la mano de obra es por medio de los destajos realizados en formatos particulares a cada empresa, debiendo tener como contenido mínimo:

- La descripción del concepto.
- La unidad de medición.
- El volumen de proyecto.
- El volumen parcial a estimar.
- El volumen acumulado.
- El costo autorizado.
- El costo acumulado.

Debiéndose acompañar este formato con copia del p.u. del presupuesto, croquis de ubicación del concepto a estimar y de una hoja generadora donde se indique claramente el volumen de tal manera que la persona que tenga que realizar la revisión cuente con toda la información para la aprobación de dicho destajo.

Para determinar la forma de los ingresos a la empresa de la obra se deberá considerar la situación del tipo de presupuesto que se planteó con el cliente al momento del contrato, pudiendo ser a:

- Precio alzado o llave en mano.
- Precio unitario
- Por administración

De cualquiera de las cuatro formas anteriores se tendrá que seguir una secuencia para la comprobación del cobro recomendándose los siguientes pasos:

Formulación de números generadores.

Los generadores deben ser en formatos que contengan en esencia como mínimo :

- Clave.
- Concepto.
- Unidad
- Espacio para operaciones.
- Firmas de personal que elaboró, revisó y autorizó.
- Croquis de ubicación.

Realización de estimaciones.

Una vez realizado los números generadores y evaluados por el cliente y / o supervisión se deberá proceder a formular la estimación en formatos de la empresa o formatos proporcionados por el cliente donde deberá aparecer como mínimo:

- Clave del concepto.
- Concepto completo (definir el alcance del mismo).

Unidad.  
Volumen de proyecto.  
Volumen parcial.  
Volumen acumulado.  
P.U. autorizado.  
Importe.  
Importe acumulado.

Anexar a la estimación un estado de cuenta donde se reflejen los importes a la fecha, incluyendo si es el caso un estado de cuenta de amortizaciones.

Estos procesos deben estar regidos por la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, así como por cláusulas de contratos particulares.

El control de costos de gabinete debe tener como finalidad el buen uso del factor de indirectos y el control de la documentación con validez oficial, ante las dependencias correspondientes como por ejemplo :

Al tener que hacer un pago, la empresa deberá de recibir a cambio los soportes necesarios que son los requerimientos fiscales aplicables en su momento.

Documentación general.

La documentación general podrá ser controlada por el cliente y / o la empresa coordinadora según sea el caso . misma que en algunas ocasiones sirve para los requerimientos de auditoría externa o interna , siendo básicamente la siguiente:

Contrato y subcontratos.  
Fianzas.  
Ordenes de modificaciones de obra y / o contrato.  
Notificación de obra ante el IMSS.  
Aviso de inscripción patronal.  
Pagos de IMSS , SAR , INFONAVIT , 2%de nóminas, 2% estatal.  
Alta de Hacienda.  
Inscripción de las empresas en el riesgo de trabajo.  
Acta de finiquito de obra.  
Copia de presupuesto de contrato y de modificaciones con sus respectivos soportes de precios unitarios.  
Estado de cuentas final de la obra.  
Copia de facturas pagadas.  
Expediente de pruebas de control de calidad.

Para este control administrativo de gabinete generalmente se cuenta con el apoyo de profesionistas especializados en este ramo como son Contadores y personal administrativo.

Anexando al control administrativo de gabinete el buen archivo de toda la documentación originada por la obra.

#### 4.3 APOYOS DE VERIFICACION ( Estadística).

La estadística es una herramienta fundamental que nos ayuda a obtener parámetros que nos indican sobre el comportamiento general del fenómeno, las Probabilidades y Estadísticas nos apoyan con métodos algunos elementales y otros más sofisticados.

Dentro de los métodos elementales podemos distinguir los siguientes :

Teniendo dentro de esta categoría las llamadas 7 herramientas que a continuación se enlistan:

Cuadro de pareto, el principio de pocas vitales muchos triviales, este se utiliza cuando se tiene un conjunto de datos donde se seleccionan aproximadamente un 30 % de los datos más representativos por unidad, ya sea volumen o monto del total y estos se toman para realizar la revisión correspondiente arrojando datos muy confiables.

Diagrama de causa y efecto.

Estratificación.

Hojas de verificación.

Histograma.

Diagrama de dispersión.

Análisis de correlación, mediante la determinación de la mediana, en algunos casos la utilización de papel especial de probabilidad binominal.

Gráficas y cuadros de control (cuadros de control del shewhart).

El conocimiento de estas herramientas son básicas para poder entender lo que es el control de calidad y nos marcan la pauta para tener dominio de los métodos más sofisticados.

Algunos problemas comunes relativos a los métodos estadísticos son:

Datos falsos y datos que no concuerdan con los hechos reflejándose cuando los datos se crean artificialmente o se adulteran originando datos erróneos.

Muchas de los acontecimientos que ocurren en la naturaleza lo hacen con una frecuencia tal que al elaborar la gráfica de frecuencias (también llamada histograma de frecuencias), este se asemeja mucho a la curva con forma de campana. La curva en forma de campana llamada también

curva de Gauss o distribución de probabilidad normal, es tal vez la más importante de las distribuciones de probabilidad continua por su gran utilidad práctica.

Para representar las frecuencias, en el histograma la frecuencia se considera constante en todos los puntos, de cada intervalo de clase por lo que se representa como una sucesión de rectángulos, del mismo ancho y cuyas alturas correspondan a las frecuencias de los intervalos correspondientes.

La Correlación Maestral indica la relación que existe entre dos o más variables aleatorias, generalmente se habla de correlación cuando se desea hacer, predicciones de una variable aleatoria dado que otra toma un valor determinado, si las variables aleatorias no son independientes y se pueden predecir con certeza el valor que tomara una de ellas, mediante una función del valor que tomara la otra, se dice que la correlación es perfecta.

### 4.3 PRUEBAS DE LABORATORIO.

Dentro de la construcción se utilizan diversos tipos de materiales los cuales cada uno de ellos debe de cumplir con las especificaciones de proyecto, y/o de las normas indicadas para esto en la actualidad se cuenta con un buen número de empresas dedicadas, a la verificación, de cada uno de estos materiales llamadas laboratorios de materiales para la construcción.

Estos laboratorios se rigen por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas de Materiales ( Sinalap), teniendo estos entre otros los siguientes alcances:

- 1) Realizar visita de obra para identificar accesos y ubicaciones de la misma.
- 2) Realizar los muestreos necesarios dependiendo el material que se trate cumpliendo con las normas indicadas.
- 3) Custodia de los materiales después de efectuar su prueba.
- 4) Realizar las pruebas correspondientes a cada material.
- 5) Hacer entrega de datos obtenidos con los apoyos estadísticos utilizados.
- 6) Comentar sus observaciones al respecto.

Los servicios que proporcionan los laboratorios en forma general para verificación y control de calidad son:

Concretos.  
 Morteros.  
 Agregados.  
 Cementos.  
 Corazones de concreto.

Aditivos.  
Compactaciones.  
terracerías.  
Pavimentos.  
Asfalto.  
Mezcla asfáltica.  
Varillas y malla de refuerzo.  
Acero estructural.  
Soldadura.  
Radiografías de soldadura.  
Bloques de tabique y adoquín.  
Tubos de concreto.  
Proporcionamientos.  
Esclerómetros.  
Pruebas de carga.  
Pruebas de ultrasonido.  
Extracción de anclas.  
Análisis de agua.  
Calificación de soldador.  
Consultorías.

Los equipos con que cuentan estos laboratorios en forma general suelen ser:

Maquina universal para pruebas de compresión y tensión.  
Maquina eléctrica para pruebas a compresión.  
Maquina manual para pruebas de compresión.  
Prensa proter.  
Prensa marshal.  
Maquina de corazones.  
Marco de prueba.  
Aparato de ultrasonido.  
Etc.

Se debe de considerar o verificar que los ensayes se realicen apegados a las normas más usuales como son: las de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Normas NOM) y las de la American Society for testing materiales (Normas ASTM).

Aun cuando las especificaciones se sigan cuidadosamente y el proceso se realice con los operadores experimentados los resultados que se obtengan no serán uniformes, siempre existirá dispersión de datos como es en todo proceso de medición.

Las dispersiones de datos pueden ser inherentes al tipo de ensaye por errores accidentales o porque no hubo uniformidad en el material ensayado.

Un ejemplo es la condición de curado del concreto, influye en forma importante en la resistencia a la compresión del concreto. Aunque el proceso de curado este establecido por sus propias normas, sin embargo según sea el propósito del índice de resistencia se puede aplicar condiciones distintas de curado. En general son validos los anteriores.

Todos los datos que se obtienen de ensayos están sujetos a variaciones, para gran número de datos, existen ciertas medidas que indican la uniformidad del producto, que se esta ensayando y el cuidado con que se han hecho los ensayos.

La medida más común de la tendencia de control de un conjunto de datos es el promedio y las más comunes del grado de uniformidad son la desviación standard y el coeficiente de variación.

## **CAPITULO 5**

### **DIVERSOS CONTROLES DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN**

- 5.1 Realización de muestras.
- 5.2 Tipos de pruebas que se realizan y característica principales.



## DIVERSOS CONTROLES DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

### 5.1 REALIZACIÓN DE MUESTRAS.

La preparación de las muestras obtenidas y la descripción de las pruebas de laboratorio que se realizan a los materiales son esenciales para conocer la calidad, prever su probable comportamiento en la obra y controlar sus características durante la construcción.

El muestreo consiste en la obtención de una porción del material con el que se pretende construir una estructura o bien del material que ya forma parte de la misma, de tal manera que las características de la porción obtenidas sean representativas del conjunto.

En la operación de muestreo generalmente se identifican las etapas de:

- A. Obtención
- B. Envasado
- C. Identificación
- D. Transporte
- E. Preparación

El número de muestras se fijará en función del tipo de estudio que se este efectuando y en todos los casos se llevará un registro de las muestras obtenidas.

#### **A) Obtención.**

En el proceso de obtención de la muestra. Consiste en identificar el material a muestrear de un determinado lote. Para esto debemos de contar con la herramienta y equipo necesario debiéndose realizar un listado de estos que apoyen a obtener una muestra de buena calidad, como ejemplos tenemos:

#### Muestreo de Varillas Corrugadas

Lista de herramienta y equipo.

Arco con segueta.

Cinta metálica.

Se deben tomar los datos del acero a muestrear como es el esfuerzo máximo, su diámetro y sus características de proyecto, se deben cortar tramos de 1.80 mts. Para que estén sean las que se analicen en laboratorio.

Otro ejemplo es:

Para el muestreo de un Suelo en terreno natural se debe considerar lo siguiente:

- Lista de herramienta y equipo
- Picos
- Palas
- Barretas
- Cuchillas
- Espátula
- Cuchara de Albañil
- Arcos
- Estufa
- Brocha
- Cinta métrica
- Recipiente
- Manta de cielo
- Brea, Parafina y Cajones de madera

Se debe identificar el tipo de muestras que se van a realizar de acuerdo al tipo de material, en este caso tenemos dos tipos de muestreos por ser suelos:

**Muestras inalteradas:** son aquellas en que el material conserva sus características iniciales, tales como estructura y humedad del suelo.

**Muestras alteradas:** son las que sufren disgregamiento o fragmentación al momento de obtener el muestreo.

### **B) Envasado.**

El envasado consiste en proteger la muestra, para que no tenga alteraciones éste envasado depende básicamente del material que se está analizando.

### **C) Identificación.**

La identificación consiste en enumerar y señalar cada una de las muestras, siendo conveniente realizar tarjetas que contengan los siguientes datos:

- Obra y localización
- Número de muestreos
- Ubicación de la muestra
- Lote de la muestra
- Uso del material
- Nombre del operador

## Observaciones y fecha

### D) Transporte.

El transporte de las muestras se realizará en forma cuidadosa sin exponerlas a sufrir alteraciones, el tipo de protección de la muestra depende del material que se está transportando por ejemplo:

a) Si es un muestreo de acero se puede transportar sencillamente sin preocupación, dado que el material es acero y resiste golpes ligeros sin afectar su estructura.

b) Pero si se está transportando algún líquido en envase de vidrio, estos se tendrán que empacar correctamente y proteger sus envoltentes con materiales secundarios como cajas de madera, aserrín, hule espuma, etc....

### E) Preparación.

La preparación de la muestra es en esencia darle las dimensiones, y características necesarias para poder efectuar los ensayos estándar, por ejemplo:

El acero, en la obtención de la muestra se cortan tramos de 1.80 m de longitud en el sitio donde se encuentra el lote de acero a utilizar y la preparación en el laboratorio consiste en cortar estos tramos a tamaños manejables (20-25 cm) para realizar sus pruebas, estos tamaños dependen de el diámetro y el equipo a utilizar

## 5.2. TIPOS DE PRUEBAS QUE SE REALIZAN Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.

El objeto de las pruebas, es conocer las características de los materiales y elementos estructurales que se emplean en la construcción, para verificar que cumplan con las normas y decidir si se aceptan, rechazan o cual es su uso más conveniente de acuerdo con el proyecto, cabe mencionar que algunas pruebas se emplean también para fines de diseño.

Para que los resultados de las pruebas sean aplicados al control de calidad de materiales, elementos estructurales o diseño de obras, estas deberán realizarse utilizando los métodos de muestreo y prueba, que se indican en las normas correspondientes y especificaciones de proyecto.

Algunos materiales tales como el acero de refuerzo, el cemento y diversos accesorios los entrega el fabricante con una garantía que permite asegurar que ya se cuenta con un buen antecedente de calidad, el acero por ejemplo debe reunir determinadas características antes de salir de la planta de producción, el concreto premezclado antes de salir de la planta de dosificación ya debió haber cumplido con ciertas condiciones en lo que se refiere a consistencia.

No obstante, se deben tomar las medidas preventivas necesarias de control en la recepción de los insumos.

La existencia del control de calidad en las diferentes obras siempre implica una cierta presión sobre los proveedores que resulta beneficiosa a la obra.

A continuación enlistaremos algunos materiales y se dará una descripción breve de los muestreos y ensayos a los que son sometidos normalmente, tanto en obra como en el laboratorio. En este caso nos enfocaremos a algunos casos que se presentan con cierta frecuencia en los procesos de edificación.

### 5.2.1. PRUEBAS QUE SE REALIZAN EN TERRACERIAS. ( EN CAMPO )

#### A) Ensaye Proctor:

Esta prueba se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen , así como la resistencia a la penetración de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido con distintos porcentajes de humedad. El objetivo de esta prueba es determinar el peso volúmetrico seco máximo, que puede alcanzar el material analizado y la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación del mismo; así como para determinar el grado de compactación que presenta el material relacionando el peso volúmetrico del lugar , con el peso volúmetrico máximo proctor.

Esta prueba se limita a los materiales que pasan totalmente por la malla 3/8" y tengan un 10 % máximo de retenido en la malla n° 4 no debe efectuarse en materiales que carezcan de cementación ( arena , tezontles , tepetate arenoso, etc. ) .

#### B) Ensaye Porter Estándar.

Esta prueba se efectúa a materiales arenosos o que carezcan de cementación y que presenten tamaños hasta de 1" a diferencia del ensaye proctor a este se le aplica una carga estática aproximadamente de 140 kg./cm<sup>2</sup> durante el proceso de ensaye.

#### C) Grado de Compactaciones.

Como primer paso se debe verificar que se obtenga el peso volumétrico húmedo, mismo que lo podemos lograr por dos procedimientos diferentes :

##### a) Método de probeta.

##### b) Procedimiento por Peso.

Para este procedimiento se deberá verificar que se tenga un peso de arena sílica de 3500 gr. en una bolsa para cada cala que se vaya a tomar, al igual que en proceso anterior se debe seleccionar que el lugar de la cala este limpio y lo más parejo posible, juntar el material extraído y se pesa, una vez realizada la cala este se llena con arena sílica y se deberá tomar el peso del material sobrante en la bolsa así el peso de la arena depositada será la diferencia de pesos. Ver foto 5.1.

D) Determinación de la humedad.

Para este proceso deberá verificarse que la muestra tenga un peso de aproximadamente 300 gr. que el material excavado se coloque en un recipiente de aluminio tomando el peso del recipiente más el suelo húmedo, mismos que se deberán meter al horno o secarse en una parrilla obtener un peso seco, la diferencia de los pesos anteriores es el peso del agua. Se pesa el recipiente y se le resta al peso del recipiente más suelo seco. El % de humedad se obtiene dividiendo el peso del agua entre el peso de los sólidos ( tierra seca ).

Ahora como resultados finales para obtener el peso volumétrico seco se divide el peso volumétrico húmedo entre  $1 + \% \text{ humedad}$ .

El peso volumétrico máximo se obtiene de la prueba Próctor o Porter que se determina por aparte

El grado de compactación que está dado en porcentaje que es el resultado final, se obtiene dividiendo el peso volumétrico seco entre el peso volumétrico máximo.



Foto 5.1 Proceso de obtención de muestras para terracerías.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### 5.2.2.PRUEBAS QUE SE REALIZAN A CONCRETOS EN ESTADO FRESCO ( EN CAMPO ).

#### A) Revenimiento.

El revenimiento es una medida de la consistencia del concreto fresco , para determinarlo se debe observar el siguiente procedimiento :

a) Se debe verificar que se cuente con un molde rígido y de forma cónica de 20 cm. de diámetro en la parte inferior y 10 cm de diámetro en la parte superior y de 30 cm. de altura, de dos estribos para apoyar los pies y de dos asas para levantarlo, una placa metálica , plana , rígida y de sección de 60 x 60 cm., una varilla de sección circular , recta , lisa de 16 mm. de diámetro y de 60 cm de longitud, un cucharón metálico con capacidad de 1.5 lts. guantes de hule y cinta métrica.

b) Ya obtenida la muestra , se debe verificar que se realice el remezclado del concreto con una pala o cucharón para uniformizar la muestra , se humedezcan los accesorios y se tenga una base plana como apoyo.

c) Posteriormente se debe verificar que se llene el cono en capas de 10 cm Aproximadamente, compactando cada una con la varilla en razón de 25 penetraciones por capa y en la última capa verificar que se enrase .

d) El siguiente paso consiste en levantar el cono en dirección vertical en un tiempo entre 5  $\pm$  2 segundos sin ocasionar movimientos laterales o de giro , se debe verificar que la operación completa desde que se inicia el llenado hasta levantar el cono , se debe realizar sin interrupción y en menos de 2.5 minutos.

Por último se debe verificar que se tome la medida correctamente esto es , se debe invertir el cono a un lado del espécimen desmoldado y coloca la varilla en posición horizontal sobre el borde superior.

El revenimiento es la diferencia en centímetros entre el nivel del centro superior del concreto asentado y la parte inferior de la varilla colocada horizontalmente sobre el molde. Ver foto 5.2

Si el revenimiento obtenido es mayor a los límites indicados en la tabla 4.5 del capítulo anterior, deberá repetirse la prueba de revenimiento según lo indica la norma C-156 y en caso de persistir el revenimiento fuera de la tolerancia, éste deberá rechazarse.

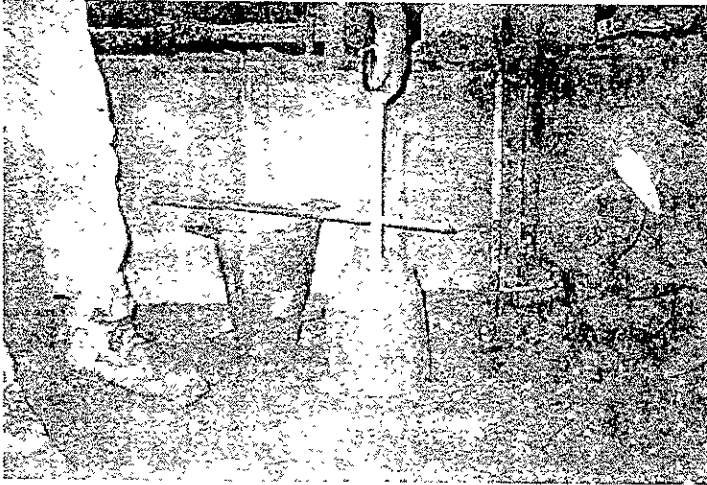


Foto 5.2 Prueba en obra de revenimiento para concreto fresco

## B) Peso volumétrico

El peso volumétrico en el concreto fresco nos indica con buena certeza la correcta dosificación de mezclado así como el peso del concreto para determinada resistencia , para esto es necesario verificar que se cuente con el siguiente equipo :

- a) Molde de 40 × 40 × 40 cm. aproximadamente , báscula y cucharón (con mango). Y verificar que se realice el procedimiento correcto que consiste en términos generales en :
  - b) Se toma el dato del peso del molde
  - c) Se toma una muestra del concreto y se vacía al recipiente o molde
  - d) Se procede a pesar el molde con el material que lo contiene
  - e) Se toman los datos de volumen, peso del molde, peso con materiales y se obtiene por operaciones algebraicas el peso volumétrico del concreto.
- f) El proceso a detalle de obtención del peso volumétrico se puede consultar en la NOM C-152 de las Normas Oficiales Mexicanas.

### 5.2.3. MUESTREO DE CILINDROS PARA OBTENER LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

El muestreo de cilindros es para obtener la resistencia a la compresión a las diferentes edades del concreto y verificar su evolución y comportamiento que más se aproxima a la estructura , para esto es necesario verificar que se cuente con lo siguiente :

- a) Herramienta y Equipo: Cilindros metálicos o de material no absorbente de agua de sección de 15cm. de diámetro y 30cm. de altura , cucharón (que cuente con mango), varilla para compactación y regla metálica para enrasar.
- b) Se debe verificar que se realice el llenado del molde mediante compactación por varillado, así como que éste se llene en 3 capas de 1\3 de espesor aproximadamente cada una.
- c) Que la compactación se realice en toda la superficie del cilindro con aproximadamente 25 golpes en forma de espiral hacia el centro.
- d) Que en el enrasado se retire el excedente de concreto con la regla metálica en movimiento de va y ven sobre el borde superior siendo estos el menor número de veces posible para evitar que el agua que forma parte del concreto suba a la superficie y no perjudicar así la dosificación de agua en la parte inferior del cilindro.
- e) La identificación se realiza en el borde superior con un instrumento ligero y no apoyándose fuerte, la marca dependerá de la persona que lleve la secuencia.
- f) La protección de los cilindros después de identificarlos se deberá de ser con algún plástico o material no absorbente ni reactivo con el fin de evitar la evaporación del agua.
- g) Se llevan a laboratorio para proceder a realizar la prueba de compresión a los 7, 14 y 28 días si es concreto normal.
- h) Para efectuar la prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de cilindros moldeados y corazones de concreto se debe verificar lo siguiente : ( en campo o en laboratorio)
- i) Que la maquina de ensaye de cilindros funcione a una velocidad de aplicación de carga especificada de 84 a 210 kgf/cm<sup>2</sup>/min. ( 15 y 37 ton/min. )
- j) Que se determine el diámetro del espécimen de prueba con una aproximación de 1.0 mm. promediando la medida de dos diámetros perpendiculares entre sí a una altura media del espécimen. Para la altura se debe obtener un promedio de las mismas con aproximación a 1.0mm y y si el promedio de las alturas es menor de 1.8 veces el diámetro el resultado de la resistencia deberá corregirse por esbeltez.

Enseguida verificar que se determine el peso de los especímenes y con el volumen ya calculado , verificar que se obtenga el peso volumétrico.

---



Después se debe verificar que se aplique la carga de acuerdo a lo especificado en párrafos anteriores hasta alcanzar la máxima y que se registre.

Ya con los datos de volumen, pesos y carga se obtiene la resistencia a la compresión. Para el proceso de obtención de la resistencia a flexión en vigas de concreto se debe realizar un procedimiento similar al de los cilindros de concreto que se ensayan a compresión, a manera de esquematizar el momento de aplicar la carga a muestras de vigas de concreto para obtener la resistencia a la flexión se muestra la foto 5.3

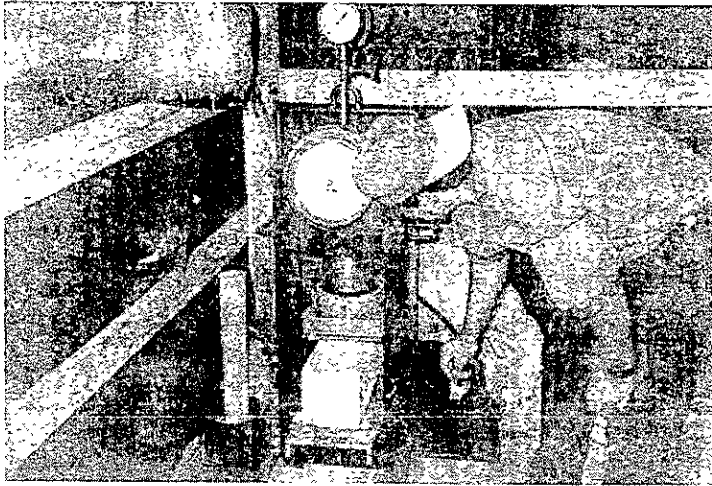


Foto 5.3 Ensayo en obra de una viga para determinar la resistencia a la flexión

#### 5.2.4. PRUEBAS QUE SE REALIZAN AL ACERO DE REFUERZO .

A el acero de refuerzo se le somete normalmente a pruebas de tensión a temperaturas ambiente para determinar sus características tales como:

- A. Limite de fluencia
- B. Resistencia a la tensión
- C. Alargamiento
- D. Reducción del área

A.) Limite de fluencia.

De la muestra obtenida de obra aproximadamente de 1 mt. de longitud de cada diámetro se obtienen las probetas de ensayo en el laboratorio.

El método de prueba consiste en colocar la probeta del espécimen de acero de refuerzo que será sometido a un ensaye de tensión en la maquina universal una vez colocado el espécimen y fijado a la maquina universal se aplica una carga creciente por medio de mecanismos hidráulicos o mecánicos procurando que esta carga se aplique a una velocidad uniforme hasta que se ocasiona la falla del espécimen y posteriormente se lee en el manómetro la carga al momento de la falla del espécimen.

B) Resistencia a la tensión.

La resistencia a la tensión se determina dividiendo la carga de soporte, la probeta entre el área original de la sección transversal de la misma probeta.

C) Alargamiento.

El alargamiento se determina midiendo la longitud de la probeta sometida a una carga y comparándola con la medición de la probeta antes de ensayarla y se expresa en porcentaje.

D) Reducción del área.

El proceso para determinar la reducción del área es similar a la de alargamiento, la diferencia estriba en que se toman ahora los datos de las áreas transversales de la probeta ensayada con una carga y la probeta original e igualmente se expresa el resultado en porcentaje.

Para determinar con más detalle el proceso de pruebas de tensión a que se somete el acero consultar la NOM-B-310-1981.

### 5.2.5. PRUEBAS QUE SE REALIZAN A LAS SOLDADURAS.

Las soldaduras que se efectúan a una estructura deben cumplir con lo señalado por la Sociedad Americana de Soldaduras (AWS).

Un aspecto relevante es el desarrollo que se debe seguir para los procesos de calificación, tanto por los procesos como para la mano de obra.

Para la calificación de la mano de obra de la soldadura en estructuras metálicas este proceso consiste en obtener las propiedades de metal base a unir con el metal de aportación que es la soldadura para esto influyen factores tales como el tamaño del electrodo, del tipo de corriente, de la preparación de la superficie y la posición de soldar, etc.

Describiremos brevemente algunos métodos disponibles para la inspección de las soldaduras siendo estos :

A) Método Visual.

Es el método más simple y requiere una persona competente que observe al soldador en operación mientras lleva a cabo su trabajo.

B) Método de las Partículas Magnéticas.

En este método se colocan limaduras de hierro sobre la soldadura y se les aplica corriente eléctrica, las configuraciones adaptadas por las limaduras indican la presencia de grietas, se requiere experiencia del personal que revisará las soldaduras para éste método.

C) Método de la Tinta Penetrante.

Se aplica una tintura a la superficie de la soldadura, la que penetra en las grietas que pueden existir, se elimina el sobrante y se coloca un material absorbente sobre las soldaduras, la cantidad de tintura que brote fuera de las grietas indicará su profundidad, para esto se utilizan normalmente una tinta para limpieza de la superficie, otra tinta para impregnar la zona que se pretende muestrear y por último una tinta develadora tratando de esquematizar lo anterior se muestra la foto No.5.4.

D) Método Ultrasónico.

En este método se envían ondas de sonido a través del material, y los defectos afectan el intervalo de tiempo de la transmisión del sonido, el cual identificará los defectos.

E) Método Radiográfico.

Este método puede emplear rayos X y rayos gamma para reproducir la figura de la soldadura sobre una película, este método es recomendable para la técnica de soldaduras a tope, en donde la radiografía mostrará únicamente el material de aportación.



Foto 5.4 Materiales utilizados para realizar pruebas de líquidos penetrantes a soldaduras.

## **CAPITULO 6**

### **EVALUACION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

6.1 .- GENERALIDADES

6.2 .- EJEMPLOS PRÁCTICOS

## EVALUACION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

### 6.1 GENERALIDADES.

Las principales características de una buena especificación son: claridad, brevedad y coherencia, las principales cualidades que debe poseer un autor de especificaciones son : la habilidad de hablar y escribir bien el idioma en el que se van a redactar , el conocimiento de las leyes contractuales, la familiaridad de las propiedades de los materiales, la habilidad de poder leer e interpretar los planos rápidamente y con precisión , tener experiencia en la obra de campo, reflejándose la madurez del autor de especificaciones al emitir un juicio, debe ser preciso en los aspectos referentes a las propiedades requeridas de los materiales y a la destreza de la mano de obra, y tolerante en la prescripción de los requisitos mínimos de estas.

Es de interés conocer que las especificaciones que rigen a las obras, las cuales se apoyan básicamente en los procedimientos de muestreo de las Normas Oficiales Mexicanas las de la S.C.T., Normas Generales de Construcción del G.D.F y las particulares de la obra y en algunas ocasiones con Normas Extranjeras (A.S.T.M.)

En toda obra ya sea pública o privada normalmente se tienen contratadas a empresas supervisoras cuya función en términos generales es la verificación de la calidad de las obras de construcción y de los materiales empleados en la misma que con apoyos de laboratorios acreditados por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios para Materiales ( SINALAP ) ratifican la veracidad de las características de los materiales .

Estos laboratorios obtienen las muestras y ensayos de materiales de acuerdo a la intensidad o frecuencia de muestreo que se indique en las especificaciones de proyecto, o normas generales de la dependencia, y/o especificaciones generales.

### 6.2 EJEMPLOS PRÁCTICOS.

#### 1) Prueba para determinar el grado de compactación.

Para esta prueba se deberá utilizar el equipo para obtener muestras en campo y contar con la herramienta necesaria como son: barreta, balanza, cedazos, bolsas de plásticos, estufa, gas, etc. En la foto 6.1. se pretende mostrar en forma general el equipo para realizar muestreos de campo.

Para esto necesitamos determinar primeramente el peso volumétrico húmedo.

Obtenemos los datos de :

1. Numero de cala.	1.00	
2. Peso de material excavado ( kg.)	6300.00	
3. Peso inicial de la arena ( kg.)	6280.00	( Dato P V de la arena es 500 kg/ m <sup>3</sup> )
4. Peso final de la arena ( kg.)	1370.00	
5. Peso arena depositada kg ( 3-4)	4910.00	
6. Volumen arena ( lts)	3273 00	
7. Peso volumétrico húmedo kg. / cm <sup>3</sup> ( 2 / 6 )	1924.00	

Ahora se procede a obtener la humedad del lugar.

8. Recipiente número.	1.00
9. Peso húmedo + tara gr.	200.00
10. Peso seco + tara gr.	163.20
11. Diferencia ( agua , gr. ( 9-10 ).	36.80
12. Peso tara gr.	-----
13. Peso seco gr. ( 10 - 13 ).	-----
14. Humedad en decimal ( 11 - 10 )	22.5

Resultados finales.

15. Cala numero.	1.00	
16. Localización.	Entre eje f-6	
17. Profundidad.	40.00	
18. Peso vol. seco max. Kg /m <sup>3</sup>	1715.00	( dato obtenido del estudio de material )
19. Peso vol. seco del lugar Kg. / m <sup>3</sup> ( 7/14)	1570.00	( 1924 / 1+22.5 )
20. Humedad óptima %	20.10	( dato obtenido del estudio de material )
21. Humedad del lugar % ( 14 x 100 )	22.50	
22. % de compactación ( 19 x 100 )	91.60	

En esta prueba debe de identificarse claramente cuales son los datos con los que se debe de contar previos a realizar las pruebas en campo , en este caso se debe de solicitar con anticipación al laboratorio de materiales determine el peso volumétrico seco máximo , la humedad óptima entre otros.

De los resultados anteriores interpretamos de acuerdo a lo solicitado por especificación ( 90 % de la prueba proctor standard ) y por tratarse de una capa de relleno que no es base o sub-base el resultado se puede interpretar como aceptable.

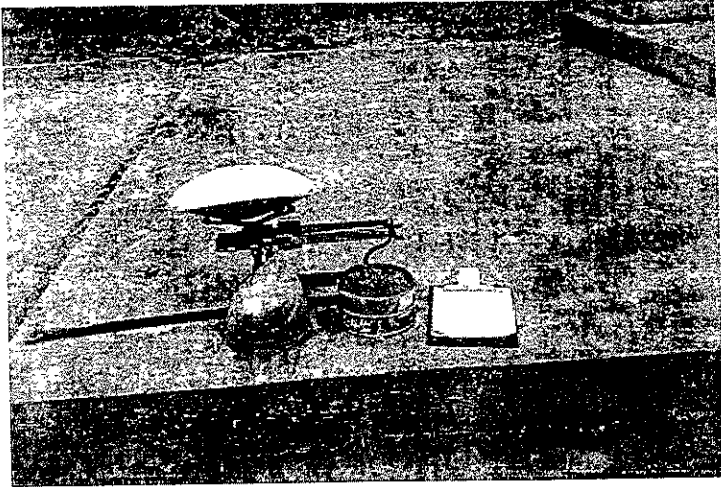


Foto 6.1 Equipo utilizado por el laboratorio de materiales para obtener muestras y ensayos de pruebas de compactaciones.

2) Prueba en obra para determinar el revenimiento de un concreto clase 1 (estructural) de  $f'c = 250$  kg. /  $cm^2$ .

La finalidad de esta prueba es verificar la consistencia y manejabilidad del concreto al momento de llegar a la obra.

A manera de ejemplo, debemos contar con los siguientes datos:

Tipo de concreto: concreto clase 1 con un  $f'c=250$  kg/ $cm^2$

Aditivos: No

Bombeable: Si.

Revenimiento solicitado de proyecto: 12 cm.



Procedimiento.

Se obtiene la lectura de acuerdo al proceso indicado en el capítulo 5 inciso 5.2.2 de pruebas que se realizan al concreto fresco en campo.

Lectura obtenida: 14 cm.

Apoyándonos en la tabla 4.5. del capítulo 4 verificamos las tolerancias, estas nos indican que para un revenimiento solicitado mayor al de 10 cm. se tienen de + 3.5 a - 3.5 cm. de tolerancia

Resultado:

Revenimiento solicitado: 12 cm.

Revenimiento obtenido en campo: 14 cm.

Conclusión el concreto tiene un revenimiento aceptable.

3) Prueba en obra para determinar el peso volumétrico del concreto.

La finalidad de esta prueba es para obtener un parámetro de la consistencia del concreto en cuanto a la dosificación de sus elementos.

Como ejemplo, si tenemos un concreto clase 1 de  $f'c=250 \text{ kg/ cm}^2$ . del cual queremos verificar el peso volumétrico se deberán determinar previamente los datos del peso y volumen del recipiente en este caso tenemos:

Volumen del recipiente =  $0.009326 \text{ m}^3$

Peso del recipiente = 3.80 kg.

El dato del peso del concreto obtenido directamente de la báscula fue de 26 kg.

por lo tanto el peso volumétrico se calcula como sigue:

El peso del concreto es la diferencia entre el peso del concreto obtenido menos peso del recipiente vacío .

$26.00 \text{ kg.} - 3.80 \text{ kg.} = 22.2 \text{ kg.}$

Ahora el peso del concreto entre el volumen del concreto en el recipiente nos proporciona el peso volumétrico del concreto.

$22.2 \text{ kg.} / .009326 \text{ m}^3 = 2,380 \text{ Kg.} / \text{ m}^3$

Como se trata de un concreto clase 1 ( concreto estructural ) de  $250 \text{ kg.} / \text{ cm}^2$ . que debe tener como mínimo un peso volumétrico de  $2,200 \text{ kg.} / \text{ m}^3$ , se debe de interpretar que esta prueba cumple

---

Por otro lado, si el peso del concreto con el recipiente hubiese sido de 23 kg. y realizando el proceso analítico anterior, se calcula que el peso volumétrico es de 2,165.98 kg/m<sup>3</sup> que es inferior al mínimo para un concreto clase 1, por lo tanto, se debe de interpretar que esta prueba no cumple por lo que se deberán tomarse las medidas de seguridad necesarias.

4)

PRUEBA DE ENSAYE A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO									
Clave	N° de la muestra	Edad de cilindro	Altura (m)	Peso (kg.)	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga (ton)	Resistencia en kg/cm	Porcentaje con respecto a proyecto
Lan0 01	1	a 7 días	30.30	13.00	15.10	179.00	34.00	189.94	75.98%
Lan0 02	4	a 28 días	29.90	11.50	14.90	174.40	44.40	254.59	101.83%

En este ensaye podemos observar que la evolución de los cilindros a 7 días es buena y el resultado a 28 días cumple con la resistencia solicitada en proyecto ( 250 kg / cm<sup>2</sup> ), además podemos observar en la columna de pesos que el cilindro a 7 días tuvo mejor peso que el cilindro a 28 días lo cual garantiza que el resultado a 28 días no va a tener problema de resistencia ya que su peso volumétrico es mayor

5) Prueba en Varillas corrugadas de acero de refuerzo.

La tabla 6.2 es un ejemplo de algunos resultados que se obtuvieron de pruebas de tensión a acero de refuerzos de diversos diámetros.

Ensayo n°	diámetro nominal	Peso efectivo en kg/m.	Area efectiva cm <sup>2</sup>	PRUEBA DE TENSIÓN					observaciones			
				Carga en el L.E. kg.	Carga máxima en kg.	Esfuerzo en el L.E. kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo máximo en kg/cm <sup>2</sup>	alargamiento %	A	B	C	D
1536	1 1/2"	9.710	12.370	52,500.0	83,500.0	4,244.1	6,750.2	20.5	✓	✓	✓	✓
1537	1 1/2"	9.686	12.340	53,000.0	83,000.0	4,295.0	6,726.1	20.0	✓	✓	✓	✓
1538	1 1/4"	6.217	7.920	35,500.0	59,500.0	4,482.3	7,512.6	17.5	✓	✓	✓	✓
1539	1 1/4"	6.240	7.950	35,500.0	59,500.0	4,465.4	7,484.3	19.0	✓	✓	✓	✓
1540	5/8"	1.491	1.900	8,400.0	14,200.0	4,421.1	7,473.7	12.5	✓	✓	✓	✓
1541	5/8"	1.491	1.900	8,400.0	14,000.0	4,421.1	7,368.4	14.5	✓	✓	✓	✓

Tabla 6.2.

Pasa especificación  
No pasa especificación

✓  
X

A.- Requisitos de esfuerzo a tensión para varillas de refuerzo límite de fluencia mínimo  $4,200 \text{ kg/cm}^2$  y resistencia mínima a la tensión  $6300 \text{ kg/cm}^2$

B - Alargamiento mínimo =  $1 \frac{1}{2} \%$  y  $1 \frac{1}{4} \%$  = 7% mínimo ,  $5/8 \%$  = 9% mínimo de acuerdo a NOM B6 1983

C.- Variación permisible respecto al peso teórico

D.- Requisitos de doblado.

Conclusión: Especímenes si cumplen.

Comentarios.- Se puede observar de acuerdo a los datos obtenidos el acero de refuerzo cumple con las especificaciones de proyecto y Normas . por lo que se podrá utilizar para el fin proyectado.

La finalidad de interpretar los resultados en forma correcta es dar siempre la mejor solución contemplando los parámetros de costo , tiempo y calidad.

Una mala decisión o interpretación de los resultados puede crear problemas serios tanto de índice económico como de prestigio de la empresa ejecutora de los trabajos y seguridad de la estructura.

En ningún momento se debe de tomar una decisión de esta índole sin consultarlo con las personas adecuadas y de experiencia en el ramo.

## **CAPITULO 7**

### **CONSECUENCIAS POR EL INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES**

7 1 .- Consecuencias por el incumplimiento de las especificaciones.

## CONSECUENCIAS POR EL INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES

7.1.- Se enumeraran algunas consecuencias que se podrían presentar en los casos en que no se cumplan las especificaciones señaladas en el proyecto:

### Para el concreto:

En el caso de los ensayos a compresión de los cilindros de concreto y de acuerdo al procedimiento indicado en el capítulo 4, si se observa que:

A la edad de 7 días el porcentaje de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto éste es inferior al esperado ( 65 % al 70 % de la resistencia de proyecto). se deberá de repetir el ensaye con otro cilindro del mismo lote o esperar a los 14 y a los 28 días para verificar si ya se tuvo recuperación de resistencia a la compresión.

Si al obtener los resultados de resistencia a la compresión de los ensayos de los cilindros de concreto a 14 y 28 días estos continúan siendo menores de lo que marca lo especificado en proyecto, se deberá consultar las tolerancias que indica la NOM. - C - 156 referidas en el capítulo 4.

Si al verificar la NOM - C - 156 los resultados obtenidos de los ensayos de los cilindros estos aún son inferiores a lo especificado en proyecto, se deberá proceder a realizar pruebas para concreto endurecido ya sea destructivas o no destructivas y dependiendo del tipo de prueba que se seleccione ( extracción de corazones de concreto, prueba de esclerómetro, etc. ) se deberá consultar el procedimiento de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana Correspondiente. ( Obtención y pruebas de corazones y vigas extraídos del concreto endurecido NMX - C - 169 ).

Si al realizar las pruebas de concreto endurecido aún se obtienen resultados inferiores a lo especificado en proyecto, se deberá procederse a revisar el análisis estructural con los datos obtenidos en las pruebas mencionadas en los párrafos anteriores y realizar una revisión de los resultados del nuevo análisis por instancias autorizadas por el cliente ( Director y / o Corresponsal de obra) se deberá de determinar si la estructura es segura.

Si aún después de realizadas las pruebas a correspondientes a concreto endurecido sigue en duda la seguridad de la estructura, queda el recurso de la prueba de carga . Estas pruebas se emplean básicamente para elementos sujetos a flexión, como en el caso de vigas y losas , pero también son aplicables a otros tipos de elementos.

En aquellos casos aislados donde el elemento estructural falla la prueba de carga, se deberán tomar medidas correctivas individuales siendo comúnmente las que se han aplicado a diferentes casos :

- a) Reducir la capacidad de carga de la estructura a un nivel acorde con la resistencia obtenida del concreto.

- b) Reforzar los elementos cuya resistencia quedó por debajo de la requerida, a fin de incrementar su capacidad de carga hasta el nivel apropiado.
- c) Reemplazo de los elementos inaceptables ( demolición ).

Asimismo para elementos colados con concreto con resistencia rápida se deberá aplicar el criterio mencionado en los párrafos anteriores.

#### **Para el acero de refuerzo.**

Una vez obtenido el reporte de la prueba de laboratorio de acuerdo a lo indicado en el capítulo 5 y si los resultados no cumplen con lo que se requiere de proyecto se deberá proceder a :

Consultar la NOM B6 1983 y verificar que efectivamente el reporte este basado en los criterios que nos indica esta Norma o la que corresponda según sea el caso .

Localizar el lote de donde se obtuvo la muestra de acuerdo al diámetro seleccionado para proceder a retirarlo de la obra , ya que por ningún motivo se deberá permitir la utilización de este.

Verificar que no se haya realizado habilitado y armado utilizando acero de refuerzo de el lote en cuestión y si por alguna razón ya se llevo a cabo algún trabajo con este acero de refuerzo se deberá proceder a desarmar y retirar y si por alguna razón ya se efectuó el colado de concreto se deberá realizar una revisión estructural misma que apoyará a tomar una decisión.

#### **Para Soldaduras de uniones de acero estructural A - 36.**

Si al obtener el reporte de las pruebas realizadas a las soldaduras emitidas por el laboratorio correspondiente estas resultan defectuosas se deberá proceder a :

Localizar el sitio exacto de las soldaduras aplicadas y reportadas por el laboratorio que no cumplieron con las especificaciones de proyecto con la finalidad de verificar el tipo de conexión que se realizó y analizar el tipo de defecto de la soldadura, que normalmente es ocasionada por el uso de una técnica inadecuada, dando origen esto a defectos como la socavación, la falta de fusión y penetración , la inclusión de aire y la porosidad.

- **Socavación** .- La tendencia a la socavación depende en mayor o menor grado de las características del electrodo y de la posición al soldar , frecuentemente es causada por corrientes y longitudes de arco excesivas. La socavación es fácilmente detectable por inspección visual, este defecto puede corregirse depositando metal de aportación adicional después que la superficie se ha limpiado adecuadamente ver foto 7.1

- **La falta de fusión** .- Este defecto se presenta cuando el metal base y el metal de aportación no se funden en algún punto de la junta que no sea la raíz ( punto de unión de los elementos a soldar ), ver foto 7.1 originado por materiales extraños, si se presenta este caso se tendrá que vaciar la soldadura por completo y volver a soldar, es de importancia que esta actividad de vaciado se realice entes de continuar con la actividad siguiente.

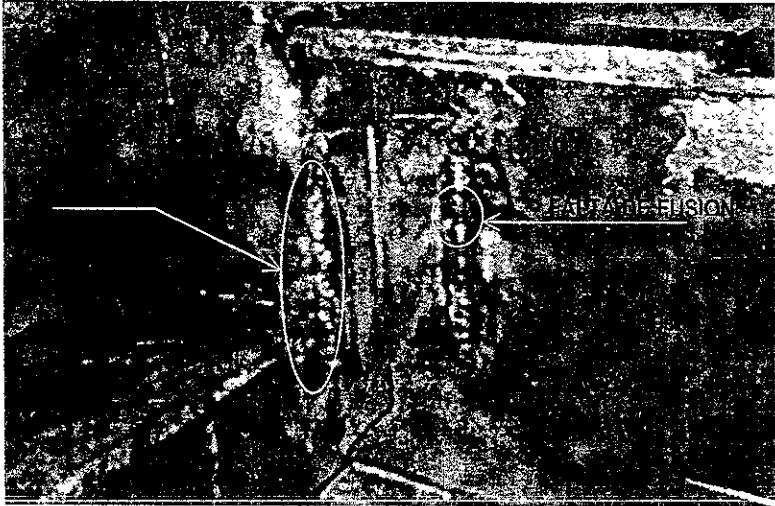


Foto 7 1 En ésta foto se observan los defectos de soldadura de socavación y falta de fusión

- **Penetración Incompleta** - Se presenta cuando no se funden el metal base y el metal de aportación en la \*raíz, como se muestra en las foto 7.2 debido a una corriente insuficiente, un electrodo de diámetro excesivamente grande, velocidad excesiva al soldar, al igual que la falta de fusión, de presentarse este defecto en la soldaduras se deberá proceder a vaciar el material de aportación y volver a repetir el procedimiento de soldadura.
- **La inclusión de escoria** .- En este defecto se aprecian inclusiones alargadas o globulares originadas por reacciones químicas entre el metal, el aire y el recubrimiento del electrodo durante el deposito y la solidificación del metal de aportación ver foto 7.2, Si se presenta este defecto se deberá proceder a vaciar la soldadura.



Foto 7.2 Defectos de penetración incompleta e inclusión de escoria en la soldadura.

- **La porosidad** .- Se presenta con la presencia de vacíos globulares o de bolsas de gas en el metal de la soldadura como se observa en la foto 7.3, este defecto se presenta cuando se tienen corrientes y longitudes excesivas y en caso de presentarse este defecto se debe de proceder al vaciado de la soldadura.

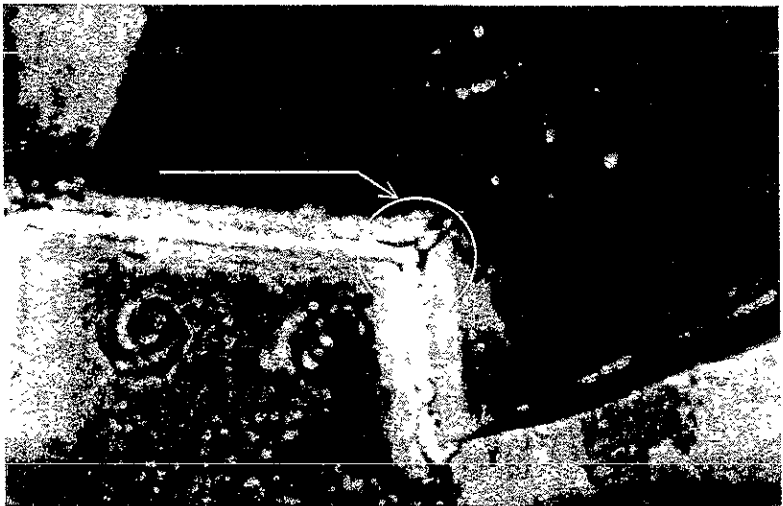


Foto 7.3 Defectos de porosidad de la soldadura.

Si por alguna razón de tiempo o de costo ya no es posible realizar el vaciado del material de aportación, se deberá consultar con el proyectista de diseño estructural la posibilidad de reforzar la zona de unión con metal base.



La porosidad, falta de fusión, penetración incompleta o la inclusión de escoria no pueden ser detectados por la observación visual de la soldadura , pero pueden detectarse por medio de radiografías, aplicación de líquidos penetrantes, por ultrasonido ( ver pruebas que se realizan a la soldadura, capítulo 5, paginas 79 y 80 ).

#### **Para bloques o tabiques.**

Bloques de block .- Si el laboratorio asignado a realizar las pruebas físicas de los bloques o tabiques reporta que los materiales en cuestión no cumplen con lo indicado de acuerdo a la especificaciones de proyecto y la especificación en la NMX - C - 1986, se debe considerar :

- a) El tipo de uso asignado a la obra de acuerdo a lo comentado en el capítulo 4 pagina 48 y en función de este parámetro se podrá determinar si estos se podrán utilizar en otras actividades.
- b) Se podrá ver la posibilidad si se puede reforzar el área cuya resistencia quedo por abajo de la requerida, a fin de cumplir con lo requerido en proyecto.
- c) Reemplazo de los elementos inaceptables ( demolición ).

Con frecuencia, el incumplimiento de las especificaciones no es de tal naturaleza que sea imprescindible la reparación o reposición; sin embargo, los estudios o demoras en la construcción se traducen en un costo considerable. La asignación de la responsabilidad de este costo puede ser complicada, debido a que se funden o traslapan las responsabilidades entre los participantes de una obra.

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

El conocer el comportamiento, las características, el uso, la clasificación de los materiales que se utilizan en la construcción es determinante para poder llevar a cabo una verificación preventiva, ya que cada material tiene cualidades distintas que se utilizan para el fin deseado de un proyecto, en el capítulo 2 se ha pretendido dar una visión de algunos materiales que se utilizan en la construcción con la finalidad de saber encausar el estudio de cada uno de ellos según sea la necesidad que se presente.

La dimensión, forma y uso de los materiales se debe describir en forma clara, breve, consistente de tal manera que se convenza al cliente y/o diseñador para su utilización, el realizar una descripción lo más exacta posible de lo que se desea solicitar origina una buena especificación, al no realizarse una especificación de esta forma se pueden tener riesgos tales como seleccionar materiales de calidad inferior a las necesidades de un proyecto, mismos que no proporcionarían la efectividad requerida o tener un servicio del material no satisfactorio.

Una calidad inferior puede originar costos y atrasos en la ejecución de un proyecto por esto la importancia de tener una definición clara de lo que significa el control de calidad.

Al control de calidad me permito referirlo como el conjunto de actividades relacionadas entre si llámese planeación, procesos y administración que se presentan durante la ejecución de un proyecto encaminadas a obtener un costo, tiempo y calidad que prevalezca en el mercado.

Los procesos de control de un proyecto dentro de las etapas de planeación, de procesos constructivos y de administración nos orientan y apoya a saber hacia donde queremos llegar, con quien nos podemos correlacionar, que tenemos que revisar, cuales son las alternativas que se nos presentan para resolver un problema o tomar una decisión.

Los laboratorios dedicados al muestreo y ensaye de materiales acreditados por el Sinaiap nos apoyan a obtener la certeza de los materiales o combinación de los mismos que se están utilizando durante la ejecución de un proyecto dando estos las observaciones y recomendaciones particulares en caso.

El personal que tenga como encomienda la interpretación de los resultados observados por el laboratorio de materiales debe tener la capacidad y experiencia necesaria para dar una opinión al respecto, siendo óptimo que este personal cuente con los conocimientos básicos de las herramientas estadísticas.

El estar actualizados, manejar los conceptos de control de calidad, la necesidad de permanecer en el mercado siendo competitivos en calidad, costo y tiempo es esencial, ya que sea sugerido en nuestro país la Certificación de las empresas ante la Organización Internacional para la

Normalización ( ISO ) que tiene como finalidad estandarizar los criterios de calidad y servicio internacionalmente.

El propósito de anexar en el capítulo 6 algunos ejemplos de evaluación e interpretación de resultados otorgados por el laboratorio de materiales de muestreos y ensayos realizados a diferentes materiales es proporcionar una idea general del criterio que se puede utilizar al manifestarse algún problema o al tomar una decisión.

Es fundamenta el control de calidad en cada una de las etapas del proyecto, ya que de no contemplarse podría originarse problemas que impactarían principalmente al costo del proyecto y a sus tiempos de ejecución.

La Ley de Adquisiciones y Obra Pública, señala que los materiales deben de cumplir con las especificaciones y cuando se trata de un material que cuya venta en el mercado sea a través de un solo proveedor se tendrá que verificar la patente; por otro lado si se trata de proyectos de obra privada la responsabilidad de la selección de los materiales es del cliente.

Por último el no cumplir con una especificación, origina problemas a la ejecución de un proyecto, aunque estos incumplimientos tengan solución, se ocasiona un desgaste en alguna de las etapas del proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

**BIBLIOGRAFIA :**

De las Normas Oficiales Mexicanas :

NOM - C - 160 Elaboración y curado de especímenes de concreto.

NOM - C - 190 Cabeceo de especímenes de cilindros de concreto.

NOM - C - 83 Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

NOM - C - 161 Muestreo de concreto fresco.

NOM - B - 310 - Acero de Refuerzo.

Aspectos Fundamentales de Concreto del concreto reforzado.

Segunda edición.

Autor : Oscar González Cuevas.y Francisco Robles.

Principales Materiales Fabricados y su empleo en la Construcción.

Apuntes para el curso de construcción 1.

Facultad de Ingeniería.

UNAM.

¿ Que es el control de calidad ?

Autor : Kaoru Ishikawa.

Editorial : Grupo editorial Norma

Círculos de Calidad.

Autor : Philip C. Thompson.

Editorial : Grupo Editorial Norma.

Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales

Equipos y Proyectos.

Materiales para terracerías.

De la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Manual de Instalaciones Hidráulicas.

Autor : Sergio Zepeda C.

Editorial :Noriega Limusa.

Del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C. :

Compactación del Concreto.

Cimbras.

Construcción de losas y pisos de concreto.

Diseño y control de mezclas de concreto.

Reglamento de las Construcciones del Concreto Reforzado.

Proporcionamiento de Mezclas.

Supervisión y Dirección de obras ( Control de calidad ).

Autor : Ing. Pedro Adaya Tufiño.

Publicación : centro de Actualización profesional.

Control de Calidad ( Producción )

Autor : Deusto

Materiales de Construcción.

Autor : Orus

Supervisión y Control de Obras.

Autor : Centro de Actualización Profesional.

Colegio de Ingenieros Civiles de México.

Concreto Diseño Plástico Teoría Elástica.

Autor : Ing. Marco Aurelio Torres Herrera.

Edición : Segunda.

Editorial : Patria.