



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPUS A R A G O N"

31
24

"ASPECTOS BASICOS DE
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS"

T E S I S
Que para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL
P r e s e n t a :
GERARDO A. MENESES MENESES

San Juan de Aragón, Edo. de México 1996.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

DEDICATORIA

A mis padres: Alfonso Meneses y Ricarda Meneses que siempre dieron el apoyo moral y económico para lograr este objetivo tan anhelado.

A mi esposa: Maricela que en cada momento esta conmigo motivándome.

A mis hijos: Maricela, Gabriela Guadalupe, Racheel y Eder, por ser el motivo más fuerte para salir adelante y deseo ellos superen todo esto.

A mis hermanos: Marcela, Alfonso, Julio, Lilia, Victor, Isaías, Ricardo y Oscar, que son parte importante de mi realización como persona.

A mis maestros que me transmitieron los conocimientos necesarios para mi formación.

A mi asesor, el Ing. Gilberto García Santamaría, por todo el apoyo que me dio para lograr terminar lo que una vez empece.

A todas las personas que me ayudaron a elaborar mi tesis, entre ellos el Ing. Carlos Pucheta.

Dedicataria	1
Introducción	1
Presentación	2
Tema 1 procedimientos de construcción de estructuras de concreto	3
1.1.1 Manejo y almacenamiento de agregados para concreto	3
1.1.2 Meclado de materiales pétreos	8
1.1.2 Meclado de materiales pétreos	16
1.1.3 El concreto hidráulico comparado con otros materiales de construcción	18
1.1.4 Tipos usos y propiedades de concreto hidráulico	21
1.1.5 Propiedades físicas y químicas del concreto hidráulico	38
1.1.6 Aplicación del tipo de concreto que mejor se adapte a las especificaciones del proyecto estructural	43
1.1.7. Diseño teórico de mezclas de concreto con el método aci y su ajuste en el laboratorio	48
1.1.8. Aditivos mas comunes y efectos que causan en las propiedades del concreto en que se emplean	56
1.1.9 Costos unitarios y rendimiento del equipo de fabricación, transporte y colocación del concreto	62
1.1.10 Selección del método de fabricación con criterio de costo mínimo, transporte , colocación y curado de concreto en obra	71
1.1.11 Pruebas de laboratorio mas importantes del concreto hidráulico, revenimiento resistencia y peso volumetrico	80
1.1.12 Aplicación de las pruebas de control de calidad mas importantes para concretos hidráulicos	89
1.1.13 Procedimientos de construcción para colados bajo el agua	98
1.1.14 Industrialización de la construcción	101
1.1.15 Procedimientos de fabricación de elementos prefabricados de concreto	101
1.1.16 Determinación de las cantidades de materiales considerando planos y especificaciones	110
1.1.17 Importancia de las juntas de colado y dilatación en estructuras	113
1.1.18 Determinación de los procedimientos de construcción de estructuras de concreto	116
1.1.19 Procedimientos especiales de colados de concreto: colados masivos, colados de temperaturas extremas y otros	121
1.2 Acero	130
1.2.1 Longitud, forma, número de piezas y peso del acero de refuerzo empleado en una estructura de concreto	130
1.2.2 Habitación y colocación en obra del acero de refuerzo acero de refuerzo	136
Tema 2 Procedimientos para construcción de estructura de madera	141
2.1 Cimbrado y descimbrado de estructuras de concreto hidráulico	141
2.2 Diseño de cimbras de madera para losas, trabes, muros y columnas de concreto	147
2.3 Procedimientos de construcción de estructuras de madera	155
Tema 3. Procedimientos de construcción, de estructuras de mampostería	165
3.1 Tipos de mampostería, zampeados, morteros andamios	165
3.2 Muros de contención y bóvedas	172
3.3 Cimentaciones y muros	178
Tema 4 procedimientos de construcción de estructuras metálicas	188
4.1 Aplicaciones dentro de la construcción de los perfiles laminados simples, secciones compuestas y perfiles de lamina delgada	188
4.2 Soldaduras	198
4.3 Andamios y cimbras metálicas	202
4.4 Análisis de los diferentes procedimientos para realizar mampobras de erección y mampobras de estructuras	206

Tema 5 procedimientos de construcción de estructuras metálicas	212
Conclusiones.....	214
Bibliografía.....	215

INTRODUCCION

En tiempos modernos y de transformaciones económicas y políticas como ocurre en México, la construcción de estructuras cobra gran importancia para cubrir las necesidades de estos cambios.

La construcción de estructuras dentro de la Ingeniería Civil, tienen una relevancia dentro del progreso que se suscita en México, aún y cuando esa importancia siempre la ha tenido. Ya sea en la construcción de edificios, de presas, casas habitación, así como puentes, carreteras y en la construcción del metro; esenciales para soportar las necesidades elementales de un país.

Es de mucha trascendencia la atención que se le da a la industria de la construcción necesarias para resolver problemas como la vivienda, el transporte, drenaje, alcantarillado, que se han hecho muy evidentes en una ciudad como el D.F.

Por lo mismo es necesario dar solución a todos estos problemas a través de una buena planeación, proyección y diseño de las diferentes estructuras que se lleven a cabo para el desarrollo de nuestro país.

ING. GERARDO MENESES.

PRESENTACION

Dentro de esta tesis que presento, hago una breve referencia a las estructuras que se utilizan en la construcción, así como los elementos de cada una de ellas. Espero haber contribuido en algo al conocimiento de dicha área ya que sólo es una parte de la que las conforma; pues actualmente se están creando nuevos materiales para la construcción de estructuras.

TEMA 1 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

1.1.1 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS PARA CONCRETO.

Desde el momento en que los agregados se clasifican en fracciones, hasta que se les utiliza para elaborar concreto, requieren de un manejo y almacenamiento adecuado, pues pueden ocurrir segregaciones que después se traducen en variaciones importantes en las características y propiedades el concreto de calidad uniforme.

El control de almacenamiento de agregados debe encauzarse a vigilar se sigan procedimientos que eviten la segregación, impedir la rotura de partículas y que las fracciones se contaminen entre sí o con materiales extraños.

A continuación se mencionan algunas medidas útiles para lograr dichos propósitos.

A) Los almacenamientos de agregados deben constituirse con apilamientos de extensión grande y baja altura. A medida que es mayor la altura de almacenamiento, aumenta la posibilidad de segregación.

B) Debe evitarse el contacto de las bases de dos pilas contiguas de fracciones distintas, con objeto de evitar que se mezclen. Si por razones de espacio no pueden impedirse, es necesario interponer un muro o mampara divisoria con altura adecuada, con elementos de acero de sección H y colocando entre ellos durmientes u otras piezas de madera.

C) Las pilas deben integrarse por capas horizontales de poco espesor, procurando que en el perímetro resulten taludes de poca pendiente, preferiblemente escalonados.

D) Es conveniente extender el material con equipo mecánico provisto con ruedas neumáticas, para evitar la rotura de partículas, siendo indebido el empleo de los provistos con banda tipo oruga.

E) Durante el almacenamiento de arena seca debe evitarse que el viento la segregue, colocando mamparas de protección en el punto de descarga. Si la arena se encuentra sobre saturada debe darse al piso la pendiente necesaria para que escurra el agua.

Antes de emplear una arena que se almacena en esas condiciones, resulta indispensable que se drene en forma natural y se uniforme su grado de humedad, para lo cual normalmente se requiere dejar transmitir un mínimo de 48 horas.

F) Cuando la grava se almacena por descarga de una banda transportadora, debe procurarse la colocación de una escalera de gravas que evite la rotura de partículas mediante el amortiguamiento de los impactos.

G) Antes de iniciar un almacenamiento de agregados debe elegirse un sitio que, de acuerdo con la dirección de los vientos dominantes y otras condiciones particulares, evite la contaminación de los agregados con materiales extraños. Asimismo debe que le ocurra lo mismo con el terreno natural de apoyo, para lo cual es recomendable nivelarlo y construir una plantilla de concreto pobre o de agregados apisonados, a manera de piso. En este último caso durante el empleo de almacenamiento, debe evitarse tomar los agregados de la plantilla que se encuentran contaminados con el material del suelo.

Cuando los agregados son de diámetros diferentes y se tienen en pilas separadas, conviene señalarlos con marcas visibles e indicar con caracteres bien claros el diámetro del agregado para que los choferes de los camiones no cometen el error de descargar un agregado en una pila de diámetro diferente.

Hay que tener cuidado de que el lado proveniente del exterior, por ejemplo de las ruedas de los camiones, no contaminen las pilas del agregado.

Si se utilizan bandas o cubetas transportadoras para mover el agregado, hay que procurar evitar pilas cónicas demasiado elevadas, ya que estas propiciarían la segregación, especialmente cuando se trata de agregados gruesos graduados. Recordar que cualquier cosa que se tire sobre el agregado puede dañarlo, no utilizar las pilas como cenicero: las colillas de cigarro, las hojas de té o el azúcar pueden retardar el fraguado del concreto. Si hay árboles en la obra, no hay que permitir que las hojas se mezclen con el concreto, pues también lo dañan. Asegurar entonces, que las pilas se conservan limpias: si no se va a preparar concreto durante algunos días, conviene cubrirlas con hojas de polietileno.

Durante el tiempo de heladas las pilas de agregado deben cubrirse cuando no se usan, lo cual es particularmente importante durante las noches. Las lonas son útiles para esa función si la temperatura no desciende muy por debajo del punto de congelación, pero mejor usar alguna capa aislante para el manejo de los agregados es preciso mencionar una recomendación que es vital; los agregados gruesos se deben separar en fracciones de 5 a 10, de 10 a 20, 30 a 40 mm etc. dichas fracciones se deben manejar y almacenar por separado y no volverse a mezclar sino hasta que se introduzcan en la mezcladora de concreto en proporciones adecuadas.

Así pues, la segregación puede ocurrir sólo dentro de la gama pequeña de tamaño de cada fracción e incluso esto se puede reducir si se tiene cuidado en los procedimientos de manejo.

Hay que tener cuidado de no dejar partículas de un tamaño mayor a los 40 mm. se deben bajar de la tolva por medio de rampas y no dejarse caer a cierta altura.

En las obras grandes e importantes los resultados de la rotura y segregación en el manejo (o sea el exceso de partículas de tamaño pequeño) se eliminan por el "recibado final" inmediatamente antes de introducir el material en la tolvas que van a dar a la mezcladoras. Así se controlan las proporciones de los diferentes tamaños de una manera más eficaz, aunque el costo y la complejidad de la operación aumentan proporcionalmente. Sin embargo esto se compensa con una colocación más fácil del concreto de trabajabilidad uniforme y con el posible ahorro de cemento gracias a la uniformidad del concreto.

MEZCLADORAS.

Las mezcladoras pueden ser portátiles o fijas, basculantes o no basculantes, de una gran diversidad de tamaños, desde que tienen capacidad de 12 m. La elección entre las basculantes y las no basculantes es exclusivamente cuestión de preferencia personal ya que las dos pueden mezclar el concreto eficiente y perfectamente.

Mezcladora de concreto en planta: Máquina utilizada para combinar cemento portland, agua, agregados y otros ingredientes para producir mezclas de cemento y operadas usualmente en un sitio fijo de la planta mientras se está mezclando el concreto.

Mezcladora basculante: Una mezcladora de tambor giratorio que descarga inclinando el tambor alrededor de un eje horizontal móvil o fijo en un ángulo recto con respecto al eje del tambor. El eje del tambor puede ser horizontal o inclinado, horizontal mientras carga la mezcla.

Mezcladora de eje vertical: Una mezcladora con piso esencialmente nivelado y un compartimiento de mezclado cilíndrico o anular, con uno o más ejes verticales giratorias los cuales están adheridos cuchillos o paletas. El compartimiento de mezclado puede ser fijo o girar alrededor de un eje vertical.

Mezcladora de eje horizontal: Una mezcladora con un compartimiento de mezclado cilíndrico fijo con el eje del cilindro horizontal y uno o más ejes horizontales giratorios los cuales están adheridas placas mezcladoras.

La mezcladora no basculante tiene un tambor cilíndrico y usualmente se carga por medio de un cucharón o una revolvedora colocadas a un extremo del cilindro y descarga del concreto mezclado por un canalón de descarga oscilante que se encuentra al otro extremo.

Las mezcladoras-pavimentadores montadas en orugas son un tipo común de mezcladoras no basculantes. Tiene uno o dos tambores y en realidad esta formada por un cilindro grande dividido en dos compartimientos, separados por medio de una mampara y con un canalón oscilante que la atraviesa. La ventaja que tiene la pavimentadora de varios tambores es su gran productividad durante cualquier período determinando el tiempo, en comparación con una mezcladora de un solo tambor.

Las mezcladoras basculantes se encuentran en varias plantas fijas o permanentes. Tienen un tambor cónico o en forma de tazón y puede cargarse ya sea por la parte delantera o por la parte posterior, dependiendo de su fabricación y su instalación. El concreto mezclado se descarga inclinando el extremo delantero hacia abajo.

Otro tipo de mezcladora, descrito previamente como una mezcladora de eje vertical y conocida algunas veces como una mezcladora de turbina, consiste en una olla o tina grande en la cual unas paletas, operando en un eje vertical, realizan el mezclado. Sus ventajas son hacer un mezclado superior en menor tiempo que las mezcladoras de tambor giratorio convencionales y la escasa altura libre que requiere su instalación.

CONCRETO PREMEZCLADO.

El concreto premezclado es un material que se mezcla en una planta central y que se lleva al sitio de la obra en unidades de transporte, ya sean camiones o revolvedoras, o bien, concreto que se dosifica en una mezcladora montada en un camión y se mezcla en tránsito de un camión revolvedor. Estos métodos se conocen respectivamente como mezclado central, mezclado de camión o en tránsito y mezclado iniciado en planta fija y terminado en tránsito.

EQUIPO.

Existen tres tipos de unidades que se utilizan como camiones mezcladores o revolvedores: las de tipo tambor giratorio de eje horizontal; las de tipo tambor giratorio de alta descarga, de eje inclinado; y las de paletas o cuchillas giratorias con la parte superior abierta.

Cada camión mezclador debe tener adherida en lugar visible una placa metálica en la que esté grabada su capacidad en metros cúbicos, garantizada por el fabricante, así como la velocidad recomendada para revolver y para mezclar. La mezcladora debe estar provista de un medidor de la revoltura y de un dispositivo de programación que permita evitar la descarga del concreto antes del número requerido de revoluciones del tambor, o de un contador de revoluciones adecuado para indicar la proporción de mezclado.

1.1.2 MEZCLADO DE MATERIALES PETREOS.

AGREGADOS.

La arena, la grava, la piedra triturada, la escoria, la piedra pómez V algunos productos manufacturados, constituyen los agregados para el concreto. A los agregados frecuentemente se les llama material de relleno, porque ocupan entre un 60% y un 80%, del volumen del concreto ordinario. Considerando que los agregados ocupan tal cantidad del volumen, sus propiedades son muy importantes en relación a sus efectos sobre el concreto.

Normalmente se considera que los agregados son inertes, o sea que, son inactivos. Una vez que se han incorporado en el concreto no entran ya en ninguna reacción física ni química dentro de la masa, hay sin embargo, unos cuantos tipos de rocas y de minerales que no son inertes y que bajo ciertas condiciones, reaccionan en el concreto endurecido y originan ,quietas, reventones y desintegración de otra clase.

Todos los agregados naturales tienen sus inicios en la roca sólida de la corteza terrestre, que consiste en la mezcla de diferentes minerales. Durante un periodo de muchos miles de años, debido a la acción de la congelación y de la descongelación, del calentamiento y del enfriamiento, del humedecimiento y del secado, de los glaciares, de las corrientes de agua y de los ríos, de las raíces vegetales y de las sustancias químicas, la roca sólida se desintegra formando pedazos pequeños. A los pedazos gruesos se les llama grava, y a las partículas finas se les da el nombre de arena, limo y arcilla conforme se reduce su tamaño.

Las grandes masas de roca que comprenden la corteza terrestre consisten en tres clases fundamentales de las cuales, a través del proceso de intemperismo, antes descrito, provienen todas las gravas y suelos. Estas tres clases son:

ROCAS IGNEAS Que alguna vez fueron calentadas intensamente y, en estado líquido, se les dio el nombre de magma. Al enfriarse el magma se solidificó formando cuerpos cristalinos de diversos tamaños y formas. Las rocas ígneas comunes son el granito, la diorita, el ,garbo, el basalto y la roca trapeana, una variedad del basalto.

ROCAS SEDIMENTARIAS Son de origen secundario: el material de que están constituidas es el resultado de la intemperización de alguna roca ya antes existente. Algunas rocas sedimentarias son el resultado de la transportación mecánica de sedimentos por algunas corrientes de agua, mismas que las llevan hasta un cuerpo líquido en donde los sedimentos se depositan en capas. Otras rocas sedimentarias consisten de materiales disueltos por el agua que circula a

través de las rocas llevados hasta los lagos o hasta los mares donde se depositaron mediante un proceso químico.

ROCAS METAMÓRFICAS Son rocas que han sufrido una metamorfosis, ó una alteración, como resultado de una tremenda presión, calor y actividad química. Todas las rocas metamórficas fueron en algún tiempo ya sea ígneas o sedimentarias. Por lo general son rebordeadas o laminadas. Como tipo de rocas metamórficas tenemos al gneiss, al esquisto, la pizarra, la cuarcita y el mármol. Su valor como agregados varia desde malo hasta excelente, dependiendo de su dureza, densidad y de que no se laminen.

Los agregados naturales que se usan en el concreto provienen de dos fuentes: de mantos de roca sólida, ó de depósitos de arena y brava. El que se use uno u otro es cosa que depende de la disponibilidad y de la economía. Generalmente se prefiere usar los depósitos de grava porque estos contienen una cierta cantidad de arena, y la mayor parte de los usuarios prefieren usar grava gruesa que roca triturada.

Uno de los primeros pasos que hay que dar al iniciarse una obra es el de obtener todos los datos posibles con relación a los agregados. El ingeniero debe de hacer que el laboratorio obtenga muestras y haga prueba de ellas tan pronto como el contratista haya encontrado un banco.

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

La calidad de un agregado es una característica que se determina por un examen visual y por varias pruebas físicas y químicas. Las siete propiedades que un agregado requiere son: sanidad, estabilidad, limpieza, dureza y aspereza, graduación, forma, aspereza y que sea inerte. Estas son las propiedades básicas que debe tener cualquier material para estos fines.

LIMPIEZA La presencia de las sustancias contaminantes puede detectarse mediante un examen visual del material, y la cantidad de estas puede determinarse mediante pruebas de laboratorio.

DUREZA Esta propiedad se usa a veces como indice general de la calidad del agregado, y es especialmente importante para un concreto que se utilizara en la construcción de pavimentos y de pisos.

GRANULOMETRIA La propiedad que tiende a cambiar en los agregados constantemente es la granulometría o sea la distribución de las partículas en relación con los diversos tamaños especificados de mallas. La prueba para determinar la granulometría de los agregados se conoce como análisis por tamices, análisis de clasificación de tamaños, análisis mecánico, producción o

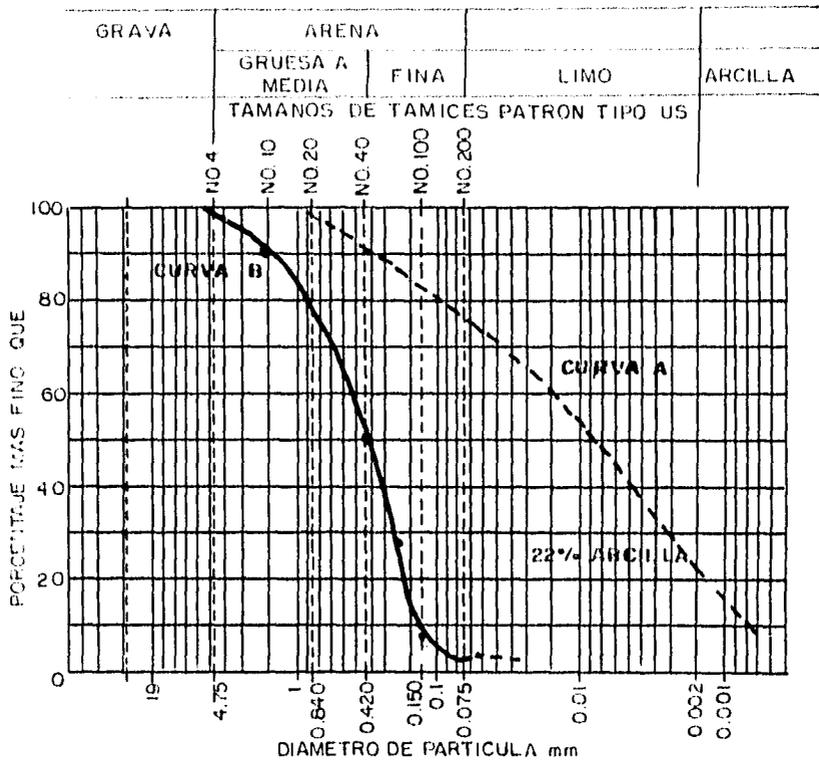
DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

PROYECTO ANALISIS POR TAMIZADO ILUSTRATIVO TRABAJO NO. _____

LOCALIZACION DEL PROYECTO UNIV. DE BRADLEY PERFORACION NO. _____

DESCRIPCION DEL SUELO ARENA Y ARCILLA MUESTRA NO. _____

PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA _____ REALIZADO POR _____ FECHA _____



PARA LA CURVA B

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.53}{0.15} = 3.5$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{0.26^2}{(0.15)(0.53)} = 0.3$$

simplemente granulometría. Los análisis de mallas se basan en los porcentos de material retenidos o que pasan por ellas. El material puede cernirse a través de cada malla en particular, ó mas comúnmente, agrupando las mallas especificadas sobre un agitador mecánico y haciéndolo todo en una sola operación.

FORMA DE LA PARTICULA Los agregados tienen forma redondeada, medio redondeada, subangular o angular, variando desde ,grava de río bien redondeada hasta piedra triturada. A veces se les encuentra con forma delgada y alargada, o plana y viscosa. La influencia principal de la forma de la partícula en el concreto fresco, se manifiesta en su manuableidad.

TEXTURA Algunas partículas de agregados, generalmente fragmentadas de ciertos minerales particulares, tienen superficies plano o vítreas mientras que otras son ásperas y de grano grueso.

REACTIVIDAD Un agregado que sea químicamente inerte no reaccionará con el cemento, y no se verá afectado químicamente por otras influencias dentro del concreto o causadas por este.

PESO ESPECIFICO Se llama peso específico a la relación entre el peso de un material y el peso del agua: El peso específico promedio de la arena y de la ,grava es de 2.65, lo que quiere decir que el material es 2.65 veces mas pesado que el agua. El agua pesa 997.9 Kg/m^3 así, un metro cúbico sólido de piedra tiene que pesar $2.65 \times 997.9 = 2644 \text{ Kg/m}^3$. A esto se le llama densidad del agregado, y es el peso de un metro cúbico sólido del agregado sin que haya ningún vacío entre las partículas del mismo. Mientras más alto sea el peso específico, mas pesado es el concreto.

ABSORCIÓN a la propiedad de las partículas del agregado de absorber agua por sus poros, se les llama absorción. Normalmente la absorción de la arena no debe de exceder de 1.5 por ciento, y la del agregado grueso no debe ser mayor que 1 por ciento. Una absorción elevada indica que el agregado es poroso, de bajo peso específico, y que posiblemente si se usa, produzca un concreto de baja durabilidad con descascaramiento o reventones y tenga un posible índice de contracción elevado.

CONTENIDO DE HUMEDAD Puede existir alguna de las siguientes cuatro condiciones:

1. *Secado al horno*, que no contenga nada de humedad.
2. *Secado al aire*, que contenga menos humedad que la que el agregado sea capaz de absorber.
3. *Saturado*, pero con su superficie seca, que contenga solamente la humedad absorbida, no mas ni menos. Esta condición raramente llega a encontrarse, salvo bajo condiciones de laboratorio.
4. *Húmedo o mojado*, que contenga humedad libre en la superficie además de la absorbida. Para hacer el proporcionamiento de la mezcla, y para control de campo, es absolutamente indispensable hacer la evaluación del contenido de humedad de los agregados. La arena casi siempre se encuentra dentro de la condición 4 en el momento de hacerse la revoltura. El agregado grueso por lo general esta en la condición 2 o 4. Raramente se halla dentro de la 1 (excepto en situaciones raras y temporales), y nunca en la condición 3.

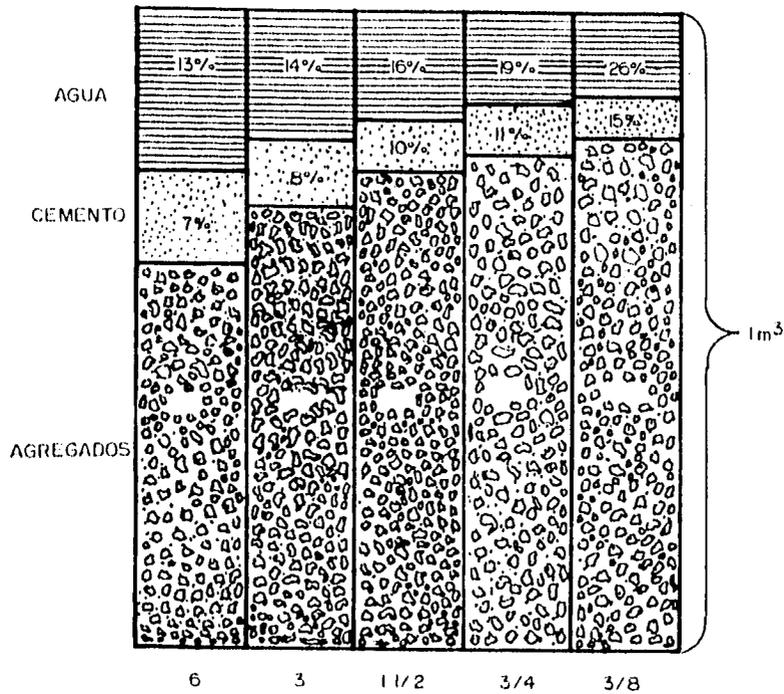
PESO UNITARIO Y VACIOS El peso por metro cúbico es el peso de un metro cúbico de arena ó del agregado grueso, mientras que densidad es el peso de un metro cúbico de roca sólida. Ambas cantidades se usan cuando se hace el proporcionamiento de mezclas.

El contenido de los vacíos es la determinación de los vacíos o espacios que hay entre las partículas de agregado. Un agregado bien graduado, que consista de diversos tamaños de material, tiene un contenido mas bajo de vacíos que otro que consista en un solo tamaño.

PROCESAMIENTOS DE LOS AGREGADOS *

Los agregados, para la mayoría de los trabajadores del ramo de la construcción, son la arena y la piedra que se usan en el concreto. Nosotros raramente los vemos, salvo cuando salen del camión de la revolvedora formando parte del producto ya terminado. En las páginas anteriores de este capítulo se describieron los procesos mediante los cuales la naturaleza prepara los materiales que se usan como agregados, y se explicaron brevemente sus propiedades. Ahora se tratara de relacionarlo con los procesos de por los cuales estos materiales son extraídos de la tierra y convertidos en productos que pueden utilizarse en el proceso de la construcción.

Las mallas pueden ser de abertura cuadrada, cuadrada, rectangular o redonda. La comparación de los tamaños equivalentes de malla, mostrados en la tabla son útiles cuando se comparan los tamaños de los tamices. Todas las pruebas se hacen con en mallas de abertura cuadrada.



LOS AGREGADOS OCUPAN ALREDOR DE TRES CUARTAS PARTES DEL VOLUMEN SOLIDO DEL CONCRETO, EL RESTO ESTA CONSTITUIDO POR CEMENTO, AGUA Y VACIOS DE AIRE.

DEPÓSITOS DE ARENA Y GRAVA.

La arena y la grava naturales son materiales que no pueden extraerse de la tierra y usarse directamente en el concreto. Ciertamente si hay algunos depósitos, por demás raros, que están tan limpios que el material está lo bastante puro como para usarse en directamente en la elaboración del concreto.

Dichos depósitos sin embargo, tienen por lo general una mala relación entre la arena y el agregado grueso, y su granulometría es variable. Así mismo el material no está tan limpio como pudiera creerse en un examen casual. Debido a la falta de uniformidad de los bancos de materiales, a la diferencia entre la graduación del material de un banco y del producto acabado deseado, y a la necesidad de eliminar el material deletereo, es necesario hacer algún trabajo sobre dichos agregados para obtener un producto satisfactorio en todos los aspectos. Una granulometría no satisfactoria puede corregirse mediante trituración, tamizado, clasificación y recombinación; los materiales deletereos se eliminan mediante lavado, restregado o beneficio; la segregación, y la desintegración se controlan mediante un manejo cuidadoso y preventivo de contaminación.

La arena y la grava deben procesarse húmedas, o sea, que debe contarse con tamices sobre los cuales puedan dirigirse chorros de agua a alta velocidad conforme al agregado vaya pasando por las mallas. La acción de separación por vibración y lavado del agregado en el tamiz, junto con la acción de restregado ocasionando por el agua, remueve todo el material de recubrimiento de la grava y la arena, excepto el definitivamente persistente.

Cada metro cúbico de material producido en un día de diez horas de labor, requiere de 4 litros de agua por minuto. Por ejemplo, en una planta que va a producir 76.4 metros cúbicos de agregado en un día de 10 horas hábiles, debe disponer de unos 1514 litros de agua por minuto.

AGREGADO GRUESO. Uno de los mayores pasos que se dan en la mayor parte de las plantas es eliminar o separar la arena, incluyendo los finos recirculados de la trituradoras. La separación puede hacerse inmediatamente o después del triturado primario, después de lo cual el material grueso (5 mm.), pasa a través de diversas etapas de trituración y tamizado.

Se usan grandes trituradoras de quijada giratorias (de cono) para reducir el tamaño inicial de las piedras por ser muy conveniente para los tamaños intermedios, y de rodillos corrugados para la reducción final de. Las mallas por lo general son de tipo vibratorias, ya sea horizontales o inclinadas de plataforma simple o múltiple no obstante, en algunos cuantos casos en que se usan mallas

cilíndricas giratorias, especialmente para separar el material de determinado tamaño excedido que requiere triturarse.

EL RESTREGADO Es una operación necesaria cuando, mediante los procesos de triturado y tamizado usuales no se puede de los agregados la arcilla y el lino persistentemente adheridos .

Un lavador giratorio con aspas elevadoras que voltean el material contra un chorro de agua . Generalmente tienen un tamiz interconstruido para eliminar la arena. A veces se le llama molino de aspas o paletas.

La arena o agregado fino para el concreto, consisten partículas que pasan por la malla No. 4 (5 mm.). Se sabe por esto que la una arena fina requiere generalmente una cantidad ligeramente mayor de cemento que una arena gruesa pasa la mismas relación agua-cemento y revenimiento.

La principal influencia en la graduación de la arena se manifiesta en su manuabilidad y el la calidad del acabado del concreto. Por esta razón debe evitarse el uso de arenas muy finas o muy gruesas.

La arena tal como se extrae del banco nunca se ajusta a las especificaciones, y por lo tanto se debe someter a algún tipo de procesamiento. Los defectos de su granulometría pueden corregirse, mezclándola con otra arena, triturando una porción del exceso de tamaños grandes, eliminando una parte de los tamaños excesivos, o efectuando una combinación de estos procedimientos . La graduación de la arena puede mejorarse mediante el uso de ciertas máquinas hidráulicas llamadas clasificadoras. Las clasificadoras hidráulicas dependen de hecho de que las partículas mas pequeñas se sedimenten mas lentamente que las grandes cuando están en suspensión en agua. Después de pasar por los clasificadores, las diversas fracciones de la arena se recombinan en las porciones adecuadas para producir la graduación requerida.

En el lavado de la arena debe requerirse que haya uniformidad. La alimentación de los clasificadores debe mantenerse a un ritmo lo mas constante posible.

graduación recomendada de la arena norma No. 26.2 del R.C.V.

PORCENTAJE DE PESO

MALLA	MIN	MAX
10 mm.	95	
No. 4		100
8	80	100
16	50	85
30	25	60
50	10	30
100	2	10

CANTERAS.

Generalmente la cantera de donde se extrae la piedra esta cubierta de una capa de algún otro material que tiene que quitarse antes de hacer los barrenos para dinamitarla. La práctica ~ general consiste en utilizar *«59r equipo mecánico para el despalmado. Pueden usarse palas, dragas, bulldozers, y escrepas, dependiendo de la cantidad de terreno que quiera despalmarse y de la configuración de la superficie.

Hay dos tipos de pedreras; la de banco y de excavación.

La de banco se localiza sobre pendientes o laderas, de tal manera que la base de la misma esta casi a nivel del terreno circundante y la roca se hace caer hasta que este triturada.

La de excavación, como su nombre lo indica, es la que esta debajo del suelo y para extraer la piedra hay que excavar.

APILAMIENTO DE MATERIAL.

Una vez terminado el proceso de obtención de los agregados se hace necesario apilarlos, debido a que nunca es igual la cantidad de cada tamaño con la cantidad que se usa. Se hace necesario hacer estas pilas para almacenar los agregados durante las épocas de poca demanda, o para almacenamiento de los tamaños que eventualmente tienen poco uso.

CLASE ESPECIALES DE AGREGADOS

ESCORIA DE ALTOS HORNOS

Cuando un mineral de hierro se procesa para obtener hierro, siempre queda una buena cantidad de material rocoso. A este material se le llama escoria. Hay diversas variedades de escoria dependiendo del tipo de horno de donde proviene. La que resulta aconsejable para usarse como agregado de concreto es la que se obtiene de los hornos de fundición.

La escoria no se usa fundamentalmente como agregado fino, ya que no resulta económico triturarla hasta tamaños como los de la arena cuando pueda utilizarse esta.

El peso del concreto fabricado con agregado grueso de escoria depende del peso de esta y de las proporciones de la mezcla, y generalmente varían entre 2162 y 2242 kg./m³. La resistencia, la durabilidad y otras propiedades del concreto hecho con escoria son comparables a los de otro fabricado con agregados naturales.

AGREGADOS LIGEROS Y PESADOS

Los agregados para concreto estructural que tengan un peso tan bajo de 1442 kg./m³ pueden ser naturales o artificiales. Algunos concretos aislantes especiales, de bajo peso específico llegan a tener un peso de 240 kg/m³, se fabrican con ciertos minerales expansores y espumas.

1.1.2 MEZCLADO DE MATERIALES PETREOS

DEPARTAMENTO TECNICO

LABORATORIO DE CONCRETO

ANALISIS GRANULOMETRICO DE GRAVA

Muestra No. Observaciones
Procedencia
Fecha de recibido
Peso de la muestra

Malla No.	Abertura en mm.	Peso retenido en Kg.	% Peso retenido individual	% Peso retenido acumulado	% Finos que pasan
3"	76.2	0			
2"	50.2	0	0	0	100.0
1 1/2"	38.1	2.876	14.0	14.0	86.0
1"	25.4	4.734	24.0	38.0	62.0
3/4"	19.1	4.369	22.0	60.0	40.0
1/2"	12.7	3.245	16.0	76.0	24.0
3/8"	9.5	1.653	8.0	84.0	16.0
No. 4	4.76	2.537	13.0	97.0	3.0
CHAROLA		0.586	3.0	100.0	0.0

ANALISIS EFECTUADO CON 20 KG. DE MATERIAL

OBSERVACIONES _____

Fecha: Laboratorista: Aprobó:

DEPARTAMENTO TECNICO
 LABORATORIO DE CONCRETO
 ANALISIS GRANULOMETRICO DE ARENA

Muestra No. Observaciones
 Procedencia
 Fecha de recibido
 Peso de la muestra

Malla No.	Abertura en mm.	Peso retenido en Kg.	% Porcentaje peso retenido individual.	% Peso retenido acumulado	% Finos que pasan.
4	4.76	0	0	0	100.0
8	2.38	56.8	11.0	11.0	89.0
16	1.19	88.3	18.0	29.0	71.0
30	0.595	127.6	26.0	55.0	45.0
50	0.297	85.9	19.0	74.0	26.0
100	.0149	96.1	17.0	91.0	9.0
CHAROLA		45.3	9.0	100.0	0.0

Análisis efectuado con 500.0 g de material

$$\text{Modulo de finura} = \frac{\% \text{ Ret. acumulado}}{100} = \frac{260}{100} = 2.6$$

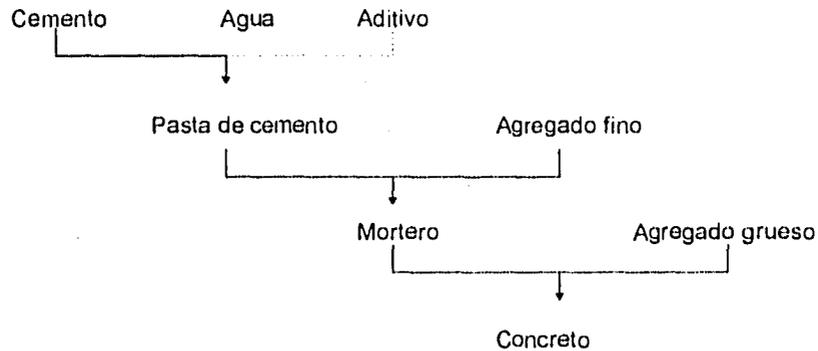
OBSERVACIONES _____

Fecha: Laboratorista: Aprobó:

1.1.3 EL CONCRETO HIDRAULICO COMPARADO CON OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION

INTRODUCCION

El concreto de uso común, o convencional, se tres componentes esenciales, cemento, agua eventualmente rae incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo.



Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como una revoltura de concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

Si la mezcla no contiene un aditivo que lo fomenta, el aire se presenta en forma de burbujas macroscópicas dispersas erráticamente en la masa, que corresponden al aire atrapado cuya proporción no excede normalmente a 2 por ciento del volumen del concreto compactado, y es de ordinario indeseable.

Cuando en el concreto se provoca la formación de aire mediante un aditivo, se dice que contiene aire incluido intencionalmente con el propósito de inducirle determinadas propiedades deseables. A diferencia del anterior, el aire incluido adopta la forma de pequeñas burbujas, casi microscópicas y sensiblemente esféricas, que se distribuyen uniformemente en la masa y representan una proporción que suele fluctuar entre 3 y 8 por ciento del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado.

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.

La representación común del concreto convencional en estado fresco, lo identifica como un conjunto de fragmentos de roca, globalmente definidos como agregados, dispersos en una matriz viscosa constituida por una pasta de cemento de consistencia plástica. Esto significa que en una mezcla así hay muy poco o ningún contacto entre las partículas de los agregados, característica que tiende a permanecer en el concreto ya endurecido.

Consecuentemente con ello, el comportamiento mecánico de este material y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos: 1) las características, composición y propiedades de la pasta de cemento, o matriz cementante, endurecida, 2) la calidad propia de los agregados, en el sentido más amplio, y 3) la afinidad de la matriz cementante con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

En el primer aspecto debe contemplarse la selección de un cementante apropiado, el empleo de una relación agua/cemento conveniente y el uso eventual de un aditivo necesario, con todo lo cual debe resultar potencialmente asegurada la calidad de la matriz cementante.

En cuanto a la calidad de los agregados, es importante adecuarla a las funciones que debe desempeñar la estructura, a fin de que no representen el punto débil en el comportamiento del Concreto y en su capacidad para resistir adecuadamente y por largo tiempo los efectos consecuentes de las condiciones de exposición y servicio a que este sometido.

Finalmente, la compatibilidad y el buen trabajo de conjunto de la matriz cementante con los agregados, depende de diversos factores tales como las características físicas y químicas del cementante, la composición mineralógica y petrográfica de las rocas que Constituyen los agregados, y la forma, tamaño máximo y textura superficial de éstos.

De la esmerada atención a estos tres aspectos básicos, depende substancialmente la capacidad potencial del concreto, como material de construcción, para responder adecuadamente a las acciones resultantes de las condiciones en que debe prestar servicio. Pero esto, que sólo representa la previsión de emplear el material potencialmente adecuado, no basta para obtener estructuras resistentes y durables, pues requiere conjugarse con el cumplimiento

de previsiones igualmente eficaces en cuanto al diseño, especificación, construcción y mantenimiento de las propias estructuras.

1.1.4 TIPOS. USOS Y PROPIEDADES DE CONCRETO HIDRÁULICO

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO.

¿Qué es el concreto?. - Existe una cuestión que debe aclararse: no es lo mismo cemento que concreto. Resulta equivocado hablar de calzadas de cemento, ya que estas no existen. Cuando se hace una mezcla de arena, roca triturada o grava, cemento y agua, y se vacía en un molde, la mezcla al endurecerse se conoce como concreto.

Se conoce como mortero, a la mezcla que contiene únicamente agregado del tamaño de la arena todo con un diámetro menor de 6.4 mm. Lechada es la mezcla de únicamente cemento y agua .

A la porción cemento - agua del concreto se le llama pasta. Lechada de cemento es una mezcla de cemento y agua, con o sin agregado fino, que contiene el agua suficiente para producir una consistencia que al vaciarse no presente segregación de las partes. La lechada de cemento tiene una consistencia más húmeda que el mortero. Todas esas mezclas pueden hacerse con o sin aditivos. Un concreto simple es quebradizo y no resiste los esfuerzos a la tensión o a la tracción. Se usa en estructuras sujetas básicamente a cargas de compresión o presión. El concreto reforzado es un concreto con varillas de acero o alambre ahogados en el momento de colarse, para proporcionarle resistencia a la tensión. El acero y el concreto se complementan entre sí actuando como una sola unidad, y además el concreto protege al acero contra la oxidación y el fuego.

CONCRETO FRESCO Se denomina concreto fresco al producto que se obtiene en el inicio de la mezcla de los materiales constituyentes del concreto. Este concreto es plástico - no tiene una forma fija y cambia de forma fácilmente. Puede manipularse y dársele forma por medio de moldes. La única propiedad o característica del concreto fresco que debe preocupar al encargado de manejarlo en la obra es su "trabajabilidad" . La "trabajabilidad" se define como la facilidad con la que pueda manejarse el concreto, y colarse con una pérdida mínima de homogeneidad.

Como medida de la trabajabilidad de un concreto se utiliza la prueba del revenimiento.

CONCRETO ENDURECIDO Al descimbrarse el concreto después de varias horas o días de colado, este tiene muy poca resistencia. Conserva aún un alto contenido de humedad, y se le define como "concreto semi-endurecido". Puede resultar dañado fácilmente, y debe sostenérsele, ya que no puede soportar ninguna carga, ni aun su propio peso.

El concreto fragua y se endurece después del curado. Es en esta condición que puede soportar alguna carga. El concreto está entonces en condiciones de fraguado y endurecido. Al llegar a esta etapa el concreto ha desarrollado las cualidades requeridas de resistencia, durabilidad, estabilidad e impermeabilidad. Si ha sido elaborado adecuadamente, no presentará grietas ni ningún otro daño, y de acuerdo con los requerimientos del intemperismo, mantendrá una buena apariencia.

CONCRETO OPTIMO Y DURABLE El concreto que se describe como óptimo y durable, o concreto de calidad, es el que se apega a los requerimientos estructurales y estéticos que exige la vida útil de la estructura, dentro de un máximo de economía. Las propiedades que debe tener ese concreto son:

1. TRABAJABILIDAD EN ESTADO FRESCO.
2. RESISTENCIA DE ACUERDO CON EL PROYECTO, EVITANDO UNA MAYOR RESISTENCIA (ANTIECONÓMICA) O UNA MENOR RESISTENCIA (PELIGROSA).
3. ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA O SEA, CONTRACCIÓN MINIMA AL SECARSE Y CAMBIOS VOLUMÉTRICOS ORIGINADOS POR VARIACIONES EN LA HUMEDAD Y TEMPERATURA.
4. LIBRE DE GRIETAS, REDUCIENDO LA TENDENCIA AL A AGRIETAMIENTO (ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA) O INSTALANDO JUNTAS Y DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE LAS GRIETAS.
5. LIBRE DE DEFECTOS TALES COMO HOQUEDADES, DESCASCAMIENTO, REVENTONES, SUAVIDAD SUPERFICIAL Y VACIOS.
6. IMPERMEABILIDAD (SIEMPRE QUE SEA APLICABLE) .
7. ECONOMIA, y
8. BUENA APARIENCIA.

Para obtener este concreto de calidad se debe empezar por tener buenos materiales, un proporcionamiento correcto, una mezcla adecuada v un buen colado. además de una cuidadosa inspección v Pruebas para verificar dicha realidad. Para tener esta clase de concreto se requiere una dirección responsable desde el momento en que se inicia el proyecto, hasta la terminación del mismo.

Esta responsabilidad se ve complementada por los cinco puntos fundamentales de la construcción con concreto, que son: Investigación del lugar, proyecto de la estructura, selección de los materiales y del concreto, y conservación de la estructura durante su vida útil.

INVESTIGACIÓN DEL LUGAR Para cualquier estructura, no importando cuán pequeña pueda ser, debe investigarse el lugar en que va a erigirse. Esta investigación es importante para que dicha estructura tenga un proyecto adecuado, y ejerce una significativa influencia sobre la selección de los materiales y su mezclado.

Realizar una evaluación apropiada del lugar significa llevar a cabo un estudio que implique un examen de la conveniencia del sitio por cuanto a cumplimiento con los requisitos de la estructura un análisis de la capacidad de carga del terreno de cimentación que permita tener la seguridad de que éste soporte, con amplio margen, las cargas supuestas, y además, una evaluación de la existencia de fuerzas o substancias que puedan atacar al concreto.

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA Este es el segundo punto fundamental. Es obvio que una estructura debe proyectarse adecuadamente, por ingenieros competentes y de acuerdo a las normas aceptadas de seguridad. No es posible proyectar una estructura mediante un procedimiento que solo requiera de la aplicación de tablas y monogramas.

Para proyectar adecuadamente una estructura, y para saber que se ha cumplido con la economía y con la seguridad del proyecto con base en los resultados de una investigación, se necesita tener tantos conocimientos como experiencia

SELECCIÓN DE LOS MATERIALES Y DEL MEZCLADO Este es el punto numero tres.

infinidad de problemas se han atribuido a materiales defectuosos o a proporciones inadecuadas en las mezclas. En la mayor parte de los casos, los materiales de que se dispone han sido los mismos que se han utilizado para elaborar concreto durante muchos años. Si este es el caso, deben examinarse los comportamientos de los materiales y las estructuras construidas con ellos.

MANO DE OBRA EN EL MANEJO DE LOS MATERIALES Y DEL CONCRETO Este es el cuarto punto fundamental. Es probable que los mayores problemas en el concreto se originen por los métodos inadecuados utilizados en el manejo de los componentes y del concreto mismo, una vez que dichos componentes se han mezclado en la revolvedora. Esta mano de obra incluye la preparación de los agregados, el proporcionamiento de los mismos, su mezclado, su transportación y su colado y curado.

CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DURANTE SU VIDA ÚTIL Este es el quinto y último de los puntos fundamentales. Como se indica debe realizar una inspección de la estructura a intervalos razonable durante su vida útil, para determinar si muestra un deterioro extraordinario, y si es así proporcionarle la

protección adecuada o efectuar la reparación necesaria para reducir al mínimo dicho deterioro.

TRABAJABILIDAD

Se dice que el concreto es trabajable cuando puede moldearse con un mínimo de esfuerzo y pérdida de homogeneidad y uniformidad.

Probablemente la trabajabilidad sea la propiedad más importante de un concreto fresco. Es un término relativo, ya que cualquier concreto puede considerarse trabajable bajo ciertas condiciones de utilización y no trabajable bajo otras. Por ejemplo, un concreto para el pavimento grueso de una aeropista no sería conveniente para una viga delgada precolada con mucho acero de refuerzo.

La trabajabilidad del concreto depende de las propiedades y de las cantidades relativas de los materiales que lo integran; o sea, de las cantidades y características del agregado fino, del agregado grueso, del cemento, del agua y del aditivo. Por otra parte, el tipo del elemento estructural en el cual se varía el concreto determina el grado de trabajabilidad requerido.

La trabajabilidad de que se disponga dependerá de los materiales con que se cuente y de la forma como se combinen, mientras que la trabajabilidad requerida dependerá del tipo de estructura y de las condiciones del colado.

El costo del colado del concreto se verá afectado por la trabajabilidad de este, ya que un concreto no trabajable, además de requerir de mayor mano de obra y esfuerzo para vaciarlo, puede tener más hoquedades y veteados de arena, especialmente cuando el colado se efectúa en formas pequeñas y congestionadas.

Un concepto óptimo trabajable requiere de cierto esfuerzo y trabajo al momento de su colocación.

La condición óptima para un uso estructural normal es un revenimiento medio y una buena compactación por medio de vibradores. Un buen concreto que esté muy seco (o sea, que tenga un revenimiento bajo al tenderse puede resultar dañado por el uso de procedimientos de vibrado inadecuados. Hasta un concreto bueno y trabajable, es posible que no satisfaga las necesidades de la estructura, si no se le compacta adecuadamente, de preferencia vibrándolo.

ELEMENTOS DE LA TRABAJABILIDAD Consistencia, cohesividad y plasticidad son algunos de los términos que se utilizan para describir la apariencia o el comportamiento de un concreto fresco. La consistencia es una medida de fluidez o humedad del concreto, y se mide mediante la prueba de revenimiento en la cual

el concreto se coloca en un cono de lámina metálica, al reventar el cono el concreto se asienta, o se reviene.

El abatimiento medido en pulgadas o en centímetros, es el revenimiento del concreto; una mezcla húmeda o suave se reviene más que una seca o densa. Un concreto; de "gran revenimiento" es un concreto fluido, o húmedo. En la tabla siguiente se indican los revenimientos que generalmente se recomiendan para diferentes condiciones de vaciado.

REVENIMIENTO RECOMENDADO DEL CONCRETO

Revenimiento en cm.	Descripción	Utilizado en
0 a 5	Muy bajo	Unidades precoladas en planta bajo vibración pesada. Pavimentos de calles, carreteras y aeropuertos. Secciones macizas grandes.
2.5 a 7.6	Bajo	Pavimentos y losas para construcciones, cementaciones, estribos, cajones para cimentación, muros de subestructuras. Secciones reforzadas grandes.
5 a 10	Medio	Columnas reforzadas, normales, travesaños muros, concreto para bombeo, losas estructurales.
10 a 18	Alto Nota No. 2	Solamente para secciones especialmente difíciles y congestionadas, en las cuales no puede emplearse la vibración. Concreto para tolvas subacuáticas.
Más de 18		No se recomienda para uso alguno.

Notas:

- 1) Los límites antes mencionados son para concreto consolidado por vibración a alta frecuencia. Los límites pueden incrementarse en 1.3 para compactación manual.
- 2) Para compactación manual. No exceder el revenimiento indicado.

La consistencia se refiere a la fluidez de la mezcla. Un concreto puede hacerse más fluido, ó más "húmedo", simplemente agregándole agua a la revoltura, pero esto redundará en una menor calidad del concreto. El revenimiento o la consistencia se incrementará cuando se agregue agua en promedio, el revenimiento aumenta 2.54 cm. cuando se agrega un 3% del agua contenida en una revoltura. No obstante la trabajabilidad alcanza un punto máximo; en mezclas con revenimiento bajo, o uno alto, la trabajabilidad será menor que en aquellas de consistencia media.

COHESIVIDAD Es el elemento de la trabajabilidad que indica si el concreto es áspero, pegajoso o plástico. Una mezcla óptima, y plástica, no es áspera o pegajosa. No se segrega fácilmente. La cohesividad no es una función del revenimiento, ya que un concreto muy húmedo (con alto revenimiento) carece de plasticidad. Por otra parte una mezcla con bajo revenimiento puede tener un alto ,grado de plasticidad. Un concreto áspero carece de plasticidad y cohesividad. Se segrega fácilmente. Las causas de la aspereza en un concreto, aparte de un elevado revenimiento resultante de tener demasiada agua en la mezcla son un bajo contenido de cemento, en mezclas pobres, presencia de arena gruesa, mezcla deficiente de finos, agregados ásperos y angulosos, ó agregados conteniendo un exceso de partículas alargadas o planas.

Con frecuencia la aspereza de una mezcla puede reducirse mediante la inclusión de aire agregándole cemento, arena fina, o finos inertes. Debe hacerse el ajuste adecuado en las proporciones de la mezcla para compensarla por el aire o cualquier otro material que haya sido agregado al correcto.

Por lo general se utilizan mezclas ásperas, con bajo revenimiento, en los pavimentos, en el concreto masivo y en el concreto precolado. Este concreto requiere de mayor vibración para que se compacte convenientemente. Se obtiene así un mejor concreto, con menor tendencia a agrietar se por contracción.

MEDIDA DE LA TRABAJABILIDAD Hasta ahora la prueba de revenimiento anteriormente descrita, aún con sus limitaciones, continúa siendo la mejor prueba de campo, la más práctica.

SEGREGACIÓN El concreto es una mezcla heterogénea de diversos materiales con propiedades muy diferentes cada uno de ellos. Las dimensiones de las partículas varían desde las del cemento, con apenas unas cuantas micras de diámetro, hasta las del agregado grueso que pueden medir hasta 15.2 cm. el peso específico puede ser menor de dos, hasta mayor de tres; las formas de los agregados y la absorción de los mismos pueden variar considerablemente.

Debido a estas propiedades distintas de los diversos materiales, existen fuerzas que intentan producir una separación entre ellos. A esta separación se le llama segregación, y generalmente se manifiesta por la separación del agregado grueso

y el mortero. Los resultados de la segregación en el concreto endurecido son hoquedades (panales), veteados arenosos, capas porosas, descascamiento, lechadas y fallas de fuga en las juntas de construcción.

SANGRADO Después de que el concreto ha sido enrasado o nivelado, el exceso de agua que contiene sube hasta la superficie superior del mismo. Esto se nota especialmente en las losas planas. A este movimiento del agua a la superficie se llama sangrado, o exceso de agua, y generalmente es acompañado por un ligero asentamiento de las partículas sólidas (cemento y agregado) en la mezcla. El sangrado continúa hasta que el cemento empieza a fraguar, formándose puentes entre las partículas de agregado, o hasta que los sólidos alcanzan su compactación máxima. Las proporciones de la mezcla, la granulometría de la arena, la forma de las partículas de ésta, la cantidad de finos en la mezcla, la finura del cemento, el contenido de agua del concreto, los aditivos, el contenido de aire en el concreto, la temperatura, el espesor o peralte de la losa, serán los factores que influyan sobre la rapidez y el volumen total de sangrado que se presente.

LECHADA En ocasiones aparece sobre la superficie superior de una losa, durante la compactación y el acabado o poco después de efectuadas estas operaciones, una sustancia de color gris claro o casi blanco, llamada lechada. Esta capa consiste de agua, cemento y arena fina o partículas de limo; no es resistente y si es perjudicial para la superficie. En una junta de construcción horizontal, o en un plano de colado, la lechada destruye una liga entre las capas sucesivas de concreto. Si la junta está sujeta a presión hidrostática, existe la posibilidad de que el agua la atraviese. En un piso, o en cualquier otra superficie expuesta, se producirá una capa delgada de material de inferior calidad, que se convertirá en escamas y polvo después de que el piso sea puesto en servicio. Contribuye a la formación de grietas capilares y hendiduras.

Las condiciones y los materiales que pueden dar lugar a la aparición de la lechada son las mezclas que contienen más agua de la necesaria, haciéndolas demasiado húmedas para su colado. La segregación durante la vibración origina que el agua y los finos tiendan a subir a la superficie. El aplanado con llana de madera o metálica, ejecutado en exceso o prematuramente, o el acabado mientras exista agua de sangrado en la superficie, pueden ser causa de la lechada.

PESO UNITARIO Densidad, o peso unitario, es el peso de un metro cúbico de concreto fresco. Del conocimiento de éste puede obtenerse información muy valiosa, y la prueba debe ejecutarse en forma regular. A fin de utilizar al máximo el peso unitario se recomienda conocer los pesos de todos los componentes es posible calcular otros datos.

Pueden determinarse los contenidos de cemento, de agua y de aire del concreto, así como el rendimiento. Este se define como el volumen de concreto fresco que se obtiene de una cantidad conocida de cemento, agregado, agua y aditivo, dividido entre el peso unitario.

Un incremento en el contenido de agua del concreto reduce el peso unitario. Un incremento en el contenido de cemento en el concreto hace que el peso unitario aumente. Deben tener siempre en cuenta estos factores cuando se investiguen problemas de densidad o de rendimiento.

El peso unitario de un concreto fresco es un buen índice de la densidad resultante del concreto endurecido, y resulta especialmente crítico en el control de los concretos de peso ligero y pesado. Nunca debe subestimarse la importancia que tiene el peso unitario de un concreto fresco en la consideración de un concreto de peso normal.

CONTENIDO DE AIRE Todo concreto contiene una pequeña cantidad de aire incluido en una reacción del 1 al 2 por ciento, pero artificialmente es posible introducir hasta un 10%, dependiendo ello del tamaño máximo del agregado. La determinación en el campo del contenido de aire en el concreto, es significativa solamente cuando se elabora concreto con aire incluido.

Comúnmente se emplean tres métodos: el gravimétrico, el de presión y el volumétrico.

El contenido de aire determinado gravimétricamente se basa en el peso unitario del concreto fresco, comparando dicho peso con el que se calcula teóricamente considerando el concreto sin contenido de aire.

En el método por presión se aplica la Ley de Boyle, según la cual la presión, aplicada a la muestra en un recipiente cerrado, comprime el aire en el concreto. La calibración del aparato permite que se realice una lectura directa del contenido de aire.

El contenido de aire puede determinarse de manera precisa mediante el medidor volumétrico, en cual la diferencia en la altura de una columna de agua antes y después de agitar la muestra y el agua en el aparato, indica el contenido de aire. El método volumétrico no requiere conocimiento del material o de las propiedades del mismo en una mezcla, y puede utilizarse también en un concreto de peso ligero.

El efecto del aire incluido en el concreto fresco, comparándolo con un concreto similar pero sin aire incluido, es que se mejora la trabajabilidad, se reduce el peso unitario, y también disminuye el volumen de sangrado.

RESISTENCIA DEL CONCRETO La calidad de un concreto se juzga en gran parte por la resistencia del mismo. Continuamente se están modernizando el equipo y los procedimientos, mejorando los métodos del ensaye, y cada día se cuenta con mas sofisticados medios para analizar e interpretar los datos de ensaye, pero la practica actual es como la de hace sesenta años, basada en la resistencia de los mismos cilindros de 15.2 x 30.4 cm., elaborados en la obra y probados a la compresión a la edad de 28 días.

IMPORTANCIA DE LA RESISTENCIA Obviamente es importante la resistencia de cualquier estructura o parte de la misma, dependiendo esta importancia del lugar en que se encuentre el elemento estructural en consideración. Las columnas del primer piso de un edificio alto, por ejemplo son estructuralmente mas importantes que un parapeto en la cubierta. La carpa es mas critica, y una deficiencia en la resistencia puede ocasionar que se tengan que hacer reparaciones costosas y difíciles, o, lo que es peor, que se presente una falla espectacular.

La resistencia es generalmente la base para que un concreto se acepte o rechace en una estructura. Las especificaciones, o reglamento, indican la resistencia (casi siempre a la compresión) requerida del concreto en las diversas partes de la estructura. En los casos en que los especímenes de prueba de resistencia fallen antes de alcanzar el valor requerido, generalmente se especifica se lleven a cabo mas ensayes del concreto en el lugar. Esto implica que se tomen corazones de la estructura, o que se realicen pruebas con aparatos no destructivos que miden la dureza del concreto.

NIVEL DE RESISTENCIA REQUERIDO El reglamento y las especificaciones señalan la resistencia que se requiere en las diversas partes de la estructura. La resistencia requerida es una consideración de proyecto determinada por el ingeniero estructurista, que debe cumplirse y posteriormente evaluarse los resultados de prueba según se ha especificado.

RESISTENCIA DEL CONCRETO La calidad de un concreto se juzga en gran parte por la resistencia del mismo. Continuamente se están modernizando el equipo y los procedimientos, mejorando los métodos del ensaye, y cada día se cuenta con mas sofisticados medios para analizar e interpretar los datos de ensaye, pero la practica actual es como la de hace sesenta años, basada en la resistencia de los mismos cilindros de 15.2 x 30.4 cm., elaborados en la obra y probados a la compresión a la edad de 28 días.

IMPORTANCIA DE LA RESISTENCIA Obviamente es importante la resistencia de cualquier estructura o parte de la misma, dependiendo esta importancia del lugar en que se encuentre el elemento estructural en consideración. Las columnas del primer piso de un edificio alto, por ejemplo son estructuralmente mas importantes que un parapeto en la cubierta. La carpa es mas critica, y una deficiencia en la resistencia puede ocasionar que se tengan que hacer reparaciones costosas y difíciles, o, lo que es peor, que se presente una falla espectacular.

La resistencia es generalmente la base para que un concreto se acepte o rechace en una estructura. Las especificaciones, o reglamento, indican la resistencia (casi siempre a la compresión) requerida del concreto en las diversas partes de la estructura. En los casos en que los especímenes de prueba de resistencia fallen antes de alcanzar el valor requerido, generalmente se especifica se lleven a cabo mas ensayes del concreto en el lugar. Esto implica que se tomen corazones de la estructura, o que se realicen pruebas con aparatos no destructivos que miden la dureza del concreto.

NIVEL DE RESISTENCIA REQUERIDO El reglamento y las especificaciones señalan la resistencia que se requiere en las diversas partes de la estructura. La resistencia requerida es una consideración de proyecto determinada por el ingeniero estructurista, que debe cumplirse y posteriormente evaluarse los resultados de prueba según se ha especificado.

RESISTENCIAS REQUERIDAS

MIEMBRO ESTRUCTURAL	RESISTENCIA APROXIMADA A LA COMPRESION EN Kg./m ²
RELLENO DE CONCRETO	MENOS DE 141
CONCRETO MASIVO; TRABAJOS DE RAMPAS MUROS BAJO RAMPAS, CAPA DE BASE PARA PISOS Y CALZADAS	176
REVESTIMIENTO DE CANALES, CIMENTACIONES, BANQUETAS, PATIOS, MUROS SOBRE RAMPAS, PISOS	211
CONCRETO REFORZADO	211 A 492
CIMENTACIONES	246
PAVIMENTO Y CALZADAS, CAPA DE DESGASTE DE RODAMIENTO EN EL PISO	281
CONCRETO PREFORZADO, CONCRETO PRECOLADO, COLUMNAS LARGAS	281 A 492

NOTA: Únicamente para fines de información. En los planos y especificaciones de cada obra en consideración, se indican los requerimientos de existencia reales.

Generalmente al mencionar la resistencia de un concreto se supone que es la resistencia a la compresión a la que se esta considerando. Sin embargo, existen otras resistencias que deben tomarse en cuenta además de la compresión, dependiendo de las cargas que se apliquen sobre el concreto. Bajo ciertas condiciones se le aplica flexión, tensión, esfuerzo cortante y torsión, debiendo el concreto resistir dichas cargas, o bien el acero de refuerzo que contenga. Regularmente para llevar un control durante la construcción se hacen pruebas simples de compresión y de flexión.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Siendo el concreto un material excelente para resistir cargas a la compresión, en le utiliza en la construcción de presas, cimientos, columnas, arcos y revestimientos de túneles, donde la carga principal es de compresión. La resistencia se determina generalmente mediante cilindros de (6"x12") 15.2x30.5

cm. elaborados con el concreto fresco en la obra, mismos que se prueban a la comprensión a diversas edades. Se exige que tenga una cierta resistencia a los 28 días, o a una edad de menor cuando el concreto va a ser sometido a la carga total de servicio o al esfuerzo máximo

L/D	FACTOR DE CORRECCION
2.00	NINGUNO
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.94
1.00	0.89

EJEMPLO: Un cilindro de 15.2 x 21.0 cm se rompió a 2.81 Kg/cm²
 $L/D = 21.0/15.2 = 1.375$
 Para obtener una relación L/D de 1.375, el factor es de 0.95*. Por lo tanto, la resistencia corregida es de $281 \times 0.95 = 267 \text{ Kg/cm}^2$

***EJEMPLO DE INTERPOLACION**

	RELACION L/D, SEGUN LA TABLA ANTERIOR	DIFERENCIA	FACTOR DE CORRECCION
VALOR DADO	1.50		0.96
VALOR QUE SE VA A DETERMINAR	1.375	0.125 0.25	0.95
VALOR DADO	1.25		0.94

TIPOS DE CONCRETO HIDRAULICO

CONCRETO NORMAL

El tipo de concreto que normalmente se utiliza en las estructuras y construcciones de ingeniería, elaborado con grava y agregado pétreo triturado, tiene un peso entre 2240 y 2400 kg/m³, dependiendo del peso específico de los componentes, de la proporción de incluso del aire de los proporcionamientos de la mezcla.

Sin embargo, para ciertas aplicaciones del concreto existen requerimientos especiales por lo que respecta a la durabilidad, resistencia al ataque alta resistencia y otras propiedades.

Entre estas aplicaciones especiales se tienen las estructuras en las un peso menor del concreto es conveniente por motivos estructurales o para proveer un aislamiento acústico o térmico. Por otra parte, el concreto de mayor densidad puede ser especificado como pantalla de un reactor atómico o para proporcionar un contrapeso en un puente móvil.

CONCRETO LIGERO.

Los métodos y los materiales que se emplean para elaborar concreto ligero, dependen de la densidad y del resultado final deseados. La reducción del peso comparado con el concreto de peso normal, puede obtenerse utilizando agregado poroso o vesicular; omitiendo el agregado fino, se obtiene un concreto poroso, o bien introduciendo burbujas de aire o gas en la mezcla mediante un aditivo espumoso (incluser de aire), una espuma pre-elaborada, una acción química; o por medio de una combinación de todos éstos.

Existen dos tipos de concreto ligero: el concreto estructural y el concreto aislante, cuya diferencia se basa en el peso y en la resistencia. El concreto ligero de grado estructural normalmente se define como un concreto con una resistencia a la compresión a los 28 días de mas de 140 Kg/cm² y una densidad aire-seco de 1440 a 1920 Kg/cm³.

Los concretos sumamente ligeros que se utilizan principalmente para efectos aislantes, tienen una densidad de menos de 800 kg/m³, que puede llegar hasta aproximadamente 240 Kg/cm³, y su resistencia a la compresión a los 28 días puede llegar hasta aproximadamente 7 Kg/cm², y subir hasta 70 Kg/cm². Entre los valores límites de éstos dos tipos, hay una zona en la que el concreto puede considerarse ya sea estructural o aislante, pero con un valor significativo en la otra propiedad. A este concreto se le denomina concreto de relleno.

CONCRETO ESTRUCTURAL LIGERO.

Con los adelantos de los últimos años respecto a materiales y técnicas, el uso de agregados ligeros para el concreto estructural colado in-situ se está generalizando día con día. Con un concreto que pesa 1760 kg/m^3 , es posible alcanzar resistencias de hasta 350 kg/m^2 , y aún mayores .

Al incluir la proporción adecuada al aire, la obtención de un concreto duradero ya no representa un problema en aquellas áreas expuestas al congelamiento y al deshielo. La inclusión de aire también sirve para superar una baja trabajabilidad y las propiedades de sangrado y segregación que en ocasiones se relacionan con el concreto ligero pobre.

El motivo más importante por el cual se utiliza el concreto ligero de grado estructural es el de reducir el peso de la estructura, que se traduce en un ahorro de los costos, ya que permite que los cimientos sean de secciones mas reducidas y que la estructura de apoyo sea más ligera.

Los materiales fabricados incluyen los esquistos dilatados, arcilla y pizarra y la escoria de altos hornos expandidas. Los agregados naturales disponibles en algunas zonas son la escoria de origen volcánico (una lava vesicular de textura rugosa) y la piedra pómez (lava porosa similar a la escoria volcánica). A estos se les conoce comúnmente como cenizas volcánicas.

Estos materiales, aún cuando sean de peso ligero, son muy resistentes y sanos, y para poder ser utilizados en el concreto, solo requieren ser triturados, lavados y pesados por un tamiz. Puede producirse a partir de dichos agregados con concreto ligero buena resistencia y de otras propiedades deseables.

El carbón o coque, cuando se quema en hornos o calderas industriales a altas temperaturas, produce cenizas que pueden utilizarse en el concreto.

Estas se han venido empleando desde hace muchos años, especialmente para diques de concreto.

PESO UNITARIO A GRANEL, suelto, seco, no especificado, pero no deberá exceder:

Grueso, de 880 kg/m^3

Fino, de 1120 kg/m^3

Combinado, de 1040 kg/m^3

El peso unitario en embarques sucesivos no deberá diferir en más de un 10% de la muestra de aceptación.

ABSORCION, alcanzara un 10% en una hora, excederá de 15% en la mayoría de los agregados después de 24 horas. El agua absorbida puede exceder de 88 kg/m³ de concreto.

FORMA Y TEXTURA DE LAS PARTICULAS. Los agregados naturales, las escoria y algunos agregados artificiales tienen textura angulosa y rugosa.

Los agregados recubiertos son más lisos y de una forma más redondeada.

GARNULOMETRIA. El tamaño máximo del agregado rara vez excede de 19 mm., donde un máximo de 13 mm es común. El módulo de finura del agregado en cualquier embarque no deberá diferir en más de un 7% de la muestra de aceptación.

PESO ESPECIFICO. Debido a la naturaleza porosa de estos agregados, la cual dificulta la realización de pruebas, no se hacen intentos para controlar su calidad o las mezclas de concreto de proyecto con base al peso específico. Este peso específico del agregado grueso oscila entre 1.05 y 1.50, y la del fino, entre 1.50 y 1.80.

El concreto ligero puede requerir mayor tiempo de mezclado que el normal.

Si los camiones se están cargando con agregado ligero seco, en primer lugar debe cargarse el agregado con aproximadamente tres cuartas partes de agua, y así debe mezclarse durante varias revoluciones hasta que se satisfaga la demanda inicial de agua. El cemento, el aditivo si es menester, y el agua necesaria para proporcionar el revenimiento se introducen luego en la mezcladora, y la totalidad de la mezcla se revuelve por sesenta revoluciones adicionales, a la velocidad de mezclado.

Una excelente guía para verificar la revoltura y la resistencia adecuadas se obtiene al checar el peso unitario del concreto conforme se entrega en la obra. Mientras el peso unitario sea uniforme, el concreto contiene las proporciones correctas de materiales. Un cambio en la variación de dicho peso indica un cambio en el peso del agregado o del contenido del aire.

Si el contenido de aire permanece inalterado, entonces debe verificarse el contenido de humedad o la densidad de los agregados.

El contenido de aire debe verificarse por medio del método volumétrico.

El concreto debe consolidarse por medio de vibración. En muros, columnas y elementos estructurales similares, esto se realiza por medio de vibradores internos. El concreto ligero se distribuye más rápidamente bajo las vibraciones

que el concreto de peso normal, y por consiguiente es necesario tener especial cuidado para evitar segregaciones y la formación de "panales de abeja".

Las operaciones de aplanado, enrasado y allanado tienden a hacer que las partículas de agregado grueso asciendan a la superficie de la losa, por lo que deben limitarse a un mínimo. La mayoría de los trabajadores encargados de dichas operaciones prefieren utilizar la llana de magnesio cuando se trata de concreto ligero.

Al igual que en las operaciones de acabado de cualquier concreto, el tiempo es un factor crítico. El allanado, el cual se realiza mejor con una llana de magnesio.

Un buen curado es esencial, y debe ser continuo por lo menos durante siete días. Puede aplicarse cualquiera de los métodos de curado estándar, después del cual el concreto debe dejarse secar antes de ponerlo en servicio.

Los concretos que poseen densidades entre 240 y 800 kg/m³, se clasifican como concretos aislantes, y se utilizan para el aislamiento térmico en techos y otras áreas, y como una protección contra el fuego en ciertas secciones estructurales de los edificios. El concreto aislante tiene muy poco valor estructural, ya que su resistencia a la compresión a los 28 días varía entre 7 kg/cm² y un poco más de 70 Kg/cm², dependiendo de los materiales, las proporciones de la mezcla y del curado.

El concreto aislante puede mezclarse ya sea en el sitio de la obra o bien en la mezcladora de camión.

Estos concretos se pueden manejar por medio del equipo de acarreo convencional, incluyendo las bombas. La colocación y el acabado consisten en allanar con maestras o con plantillas. El apisonado, la vibración y el allanado no son necesarios y deben evitarse ya que solo se contribuyen a densificar más el concreto.

Este tipo de concreto comúnmente se aplica en losas de techos y pisos. El concreto puede colocarse sobre una gran variedad de materiales de base.

Un método consiste en colocar el concreto sobre las láminas de acero corrugado, y así se utiliza principalmente en la construcción de pisos; también puede colocarse sobre concreto colado en el sitio o precolado, como en el caso de vigas T presforzadas. Otro método, cuando el espaciamiento de los largueros lo permiten, consiste en colocar tiras de metal forradas con papel o tiras de metal corrugado transversalmente a los largueros y colar el concreto ligero sobre cualquiera de estos materiales.

CONCRETO CELULAR.

Denominado también concreto espumoso o aereado, este concreto contiene burbujas de aire o de gas que se forman en el mortero plástico y que permanecen en el material, una vez fraguado esté. El gas se introduce por medio de una acción química o bien añadiendo una espuma o sustancia que produzca espuma en la mezcla. El polvo de aluminio finamente molido, cuando se agrega en una proporción de aproximadamente 0.2% por peso de cemento por pasta, origina la formación de gas hidrogeno, el cual expande la masa y origina el material celular.

Existen dos métodos para formar concreto celular espumoso mecánicamente. En el primero, la espuma se forma en un depósito especial diluyendo el agente espumoso con el agua.

El segundo método, el cemento, agregado, agente espumoso y agua se mezclan a un mismo tiempo en una olla o una mezcladora de paletas, a veces acompañado de una aereación por medio de aire comprimido. Para ambos métodos se requiere de gran destreza y de equipo especializado en la materia.

Se ha utilizado con bastantes buenos resultados en unidades precoladas en planta.

CONCRETO PESADO.

El concreto común y corriente es buen material para ser utilizado en las pantallas de protección biológica para los reactores nucleares. Su comportamiento para mantener los neutrones y rayos gamma es bastante satisfactorio cuando se utiliza el espesor adecuado.

Sin embargo, el concreto pesado elaborado con agregados de alta densidad es más eficaz y requiere menos espesor que el concreto normal. Utilizando agregados especiales, es posible producir un concreto cuyo peso puede ser hasta de 4800 kg/m³.

Los principales agregados para el concreto pesado son:

1. Barita, mineral compuesto principalmente de sulfato de bario. Tiene un peso específico de 4.3 aproximadamente es relativamente blando y comparado con el agregado normal, es de calidad física pobre.
2. Limonita, su peso específico oscila entre 3.6 y 4.5. Su consistencia puede ser blanda, similar a la arcilla, o dura, adecuada para agregado de concreto. La limonita que es un material de hierro, es frágil en cierta forma y se rompe durante su manejo.

3. Magnetita, otro mineral de hierro, cuyo peso específico oscila entre 4.9 y 5.2. Es más dura y pesada que la limonita.
4. Hierro y acero, Los fragmentos de acero y hierro fundido graduado, en ocasiones se utilizan como agregado grueso. Estos materiales tienen un peso específico de 7 u 8. Se recomienda dejarlos oxidar antes de utilizarlos y basta con un oxidado ligero.

La mayoría de estos agregados pesados son angulosos; lo cual junto con su elevada densidad, hacen menos trabajable el concreto normal de características similares. Las mezclas deben ser de lo más espesas posible, empleando vibración para la consolidación.

La segregación es un problema mas serio que en el concreto normal debido a las diferencias en los pesos específicos de los materiales. Las revolturas pequeñas en una mezcladora propician menos segregación.

En todas las operaciones deben seguirse los procedimientos de construcción adecuados, incluyendo el diseño y la construcción de la cimbra para soportar las grandes presiones originada por el concreto pesado.

Otra aplicación del concreto pesado es en aquellos elementos tales como los contrapesos de los puentes levadizos en los que, algunas veces es necesario proporcionar y mantener el concreto con una densidad elevada dentro de tolerancias estrictas.

El proporcionamiento de las mezclas para el concreto pesado se realiza de acuerdo con los métodos convencionales, con aproximadamente las mismas proporciones por volumen que para el concreto normal. Las mezclas deben proporcionarse por volumen y los componentes convertirse en partes por peso para la revoltura. Las partes por peso, por supuesto, son considerablemente distintas para los agregados debido a su alta densidad. Los contenidos de cemento pueden variar de 280 y 390 kg/m³, con relaciones agua - cemento aproximadamente iguales que para el concreto normal de calidad semejante.

1.1.5 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL CONCRETO HIDRAULICO.

PROPIEDADES FISICAS.

El concreto, lo mismo que otros materiales comprenden, finura, sanidad, tiempo de fraguado, resistencia a la tensión y a la compresión.

- A) Finura. La finura se da en centímetros cuadrados de superficie por gramos de cemento. Se determina por medio del aparato fotoeléctrico llamado turbidímetro de Wagner. También se expresa esta cualidad como el porcentaje residual en la malla No 200 en peso.
- B) Sanidad. Este requisito exige que la expansión en el autoclave de probetas fabricadas según especificaciones, no sea mayor 5%.
- C) Tiempo de fraguado. Las especificaciones para los tiempos de fraguado inicial y final, varían según el método que se use para determinarlos. Si se emplea la aguja de vicat, el fraguado inicial no debe ser menor a 45 minutos y el de fraguado final no mayor a 10 horas. (para cemento del tipo estándar.) Si el procedimiento empleado es el de las agujas de Gillmore El primero no será menor de 60 minutos y el segundo no mayor a 10 horas.
- D) Esfuerzo de compresión. Este se determina por medio de cubos de mortero y dimensiones especificadas, que se ensayan en las edades de 1, 3, 7 y 28 días, habiendo permanecido el primer día en la cámara húmeda y los demás en el agua. El esfuerzo de compresión medio de ruptura a los 28 días varía para los diversos tipos y es fijado por las especificaciones, siendo el de menor valor el correspondiente al tipo IV (140.6 Kg/cm^2) y el de mayor valor el correspondiente a los tipos I y II (210.9 Kg/cm^2)
- E) Esfuerzo de tensión. Se determina rompiendo briguetas fabricadas según especificaciones, en máquinas apropiadas y a las mismas edades que los cubos para esfuerzo de compresión.

El menor esfuerzo medio de ruptura a la tensión corresponde a los tipos IV y V y es de 21.09 kg/cm^2 y el de mayor valor corresponde al tipo II y es de 22.84 kg/cm^2 .

Aún cuando según una hipótesis que vamos a hacer, el concreto no trabaja a la tensión, no deja de hacerse esta prueba con el mortero de cemento para calificar la calidad de este último.

El concreto, lo mismo que otros materiales, está expuesto a cambios volumétricos propios o inducidos, dependiendo del medio ambiente y de las fuerzas que actúen sobre él.

La dilatación y la contracción son importantes al grado de que pueden afectar la estabilidad dimensional y la formación de grietas; un escurrimiento plástico puede provocar un cambio indeseable en la distribución de esfuerzos en la estructura; y las propiedades térmicas afectan la durabilidad ya que influyen sobre la dilatación y la contracción durante los cambios de temperatura.

CONTRACCIÓN.

Al considerar la contracción del concreto, se tienen en cuenta dos posibles formas de contracción: una ocurre mientras el concreto aún se encuentra en estado plástico, y la otra más tarde, después de que el concreto se ha endurecido y empieza a secarse. La causa básica de ambas es la misma: pérdida de agua del concreto. Si fuera posible imitar el volumen de agua de un concreto y controlar la rapidez con que se pierde dicha agua, se daría un gran paso en la reducción de la contracción y su consecuente agrietamiento. Desde luego que existen otros factores que considerar y los que a continuación se mencionan influyen en la magnitud de la contracción:

- Volumen total de agua en el concreto,
- Relación agua - cemento,
- Calidad del curado,
- Condición de la subrasante y de los moldes,
- Características de los agregados,
- Granulometría de los agregados,
- Composición del cemento,
- Tamaño y forma del elemento constructivo,
- Presencia o ausencia de aditivos,
- Métodos utilizados en el manejo y colado del concreto,
- Condiciones climatológicas.

Una contracción aparente puede ser la disminución de volumen ocasionada por la pérdida del aire incluido. Normalmente el concreto pierde aproximadamente el 1% de su volumen fresco debido a una contracción normal, y otro por ciento puede corresponder a la pérdida del aire incluido. como resultado de las prácticas no se sigan para su manejo y colocación.

CONTRACCIÓN PLÁSTICA.

El concreto empieza a perder agua en cuanto se coloca en los moldes. Esta agua puede ser absorbida por la subrasante, la madera del molde

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL CONCRETO HIDRÁULICO.

Las propiedades químicas limitan los porcentajes de los siguientes compuestos: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , SO_3 , CaO . además limitan la pérdida a la ignición el residuo soluble y la relación se Al_2O_3 a Fe_2O_3 . Al limitar estos porcentajes de C_2S , C_3S , C_3Al , C_4AlFe .

Promedio de % de compuesto químico

TIPO	DE C_3S	C_2S	C_3Al	C_4AlFe	SUMA %	SUMA Al	SUMA DE Al y Si
CEMENTO I) STANDARD	43	31	12	8	74	20	94
II) MODIFICADO	43	30	6	13	73	19	92
III) RESISTENCIA RÁPIDA	56	15	12	8	71	20	92
IV) BAJO CALOR	21	51	6	14	72	20	92
IV RESISTENCIA A LOS SULFATOS	43	4n	F	7	R3	17	aF

Si examinamos la suma de silicatos vemos que con excepción del tipo IV, los demás dan casi lo mismo, las suma son prácticamente constantes y para que la suma total sea constante, es necesario que cuando aumente la suma de los silicatos disminuya la de los aluminatos y viceversa.

INFLUENCIA DE LOS SILICATOS.

Los tipos I, III y V tienen la misma resistencia a los 28 días y el mismo porcentaje de C_3S .

Podemos decir que a mayor porcentaje de C_3S , mayor velocidad de adquisición de resistencia, si además de esto observamos que en los tipos III y IV la resistencia a los 28 días es mayor que en el primero (con más silicato triciclo) que lo de los tipos I, II y IV y menor que el segundo (con menos C_3S).

Entre mayor es la cantidad de C3S menor es el calor generado. La cantidad de calor desarrollado es mayor cuando es mayor la velocidad de adquisición de la resistencia.

INFLUENCIA DEL ALUMINIO.

En general tienen bajo poder cementante. El C3Al por ser el que individualmente genera más calor es indeseable en el concreto, origina más grietas por mayores cambios de volumen, además, entre menos C3Al mayor resistencia a los sulfatos.

El cemento tipo V, por tener otro C3S, otro C2S y bajo C3Al es el que reúne las mejores características en conjunto. No se fabrica en México pues se requiere una molienda muy fina y un equipo especial.

Las diversas propiedades de cemento dependen de la proporción de cada compuesto. La cal libre y la magnesia son indeseables porque revientan al concreto al hidratarse.

La pérdida a la ignición es un índice de la frescura del cemento, varía con el tiempo de almacenaje.

En México se fabrican los tipos I y III. Las pruebas de laboratorio se hacen para el concreto para concretos no conocidos y en obras de importancia.

Naturaleza de las acciones.	Identificación de los medios y agentes activos.	Manifestación común de los efectos en el concreto.
Físicas-Mecánicas	Cargas ordinarias; cargas sostenidas (fluencia); cargas repetidas (fatiga) (sobrecargas) (sismo y otras); impacto; fricción; flujo de agua y empuje de viento.	Agrietamientos; deformaciones; abrasión mecánica; erosión hidráulica; cavitación; fallas estructurales parciales o totales colapso
Físicas-Fenomenológicas	Variaciones de humedad y temperatura; sobre-elevación autógena de temperatura; ciclos de congelación y deshielo; alta presión hidrostática sostenida o variable; altas temperaturas permanentes o eventuales (incendio); corrientes eléctricas; radiaciones.	Agrietamientos; descostramientos, fallas de adherencia (matriz-agregado); aumento de porosidad; corrosión del refuerzo; desintegración superficial e interna; fallas estructurales, manchas y cambios de color. Deficiente resistencia mecánica del concreto en la estructura.
Químicas-Internas	Reacciones deletéreas cemento-agregado; sustancias nocivas en el agua de mezclado; falta de sanidad en el cemento.	Agrietamientos; desintegración progresiva hasta la falla estructural; corrosión del refuerzo; descostramientos.
Químicas-externas	Aguas y suelos con sustancias agresivas; aguas muy puras; gases y emanaciones; sustancias químicas de diversa índole	Agrietamientos; descostramientos; desintegración progresiva hasta la falla estructural; lixiviación y aumento de porosidad; corrosión del refuerzo; carbonatación.
Biológicas	Vegetación; microorganismos y agentes derivados de la descomposición orgánica.	Agrietamientos; rozaduras; manchas y cambios de color

Principales acciones que afectan la durabilidad del concreto, como consecuencia de las condiciones de exposición y servicio (Adaptado de la Ref 3).

1.1.6 APLICACIÓN DEL TIPO DE CONCRETO QUE MEJOR SE ADAPTE A LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL

Las estructuras de concreto tienen ciertas características, derivadas de los procedimientos usados en su construcción, que las distinguen de las estructuras de otros materiales.

El concreto se fabrica en estado plástico, lo que obliga a utilizar moldes que lo sostengan mientras adquiere resistencia suficiente para que la estructura sea autoportante. Esta característica impone ciertas restricciones, pero al mismo tiempo aporta algunas ventajas. Una de estas es su "moldeabilidad", propiedad que brinda al proyectista gran libertad en la elección de formas. Gracias a ella, es posible construir estructuras, como los cascarones, que en otro material serían muy difíciles de obtener.

Otra característica importante es la facilidad con que puede lograrse la continuidad en la estructura, con todas las ventajas que eso supone. Mientras que en estructuras metálicas el logro de la continuidad entre las conexiones de los elementos implica serios problemas en el diseño y en la ejecución, en las de concreto reforzado el monolitismo es consecuencia natural de las características de construcción.

Existen dos procedimientos principales para construir estructuras de concreto. Cuando los elementos estructurales se forman en su posición definitiva en la estructura ha sido colocada "in situ" o colocada en el lugar. Si se fabrican en un lugar distinto al de su posición definitiva en la estructura, el proceso recibe el nombre de prefabricación.

El primer procedimiento obliga a una secuencia determinada de operaciones, ya que para iniciar cada etapa hay que esperar a que se haya concluido la anterior. Por ejemplo, no puede procederse a la construcción de un nivel en un edificio hasta que el nivel inferior no haya adquirido la resistencia adecuada. Además, es necesario a menudo construir obras falsas muy elaboradas y transportar el concreto fresco del lugar de fabricación a su posición definitiva, operaciones que influyen decisivamente en el costo.

Con el segundo procedimiento se economiza tanto en la obra falsa como en el transporte del concreto fresco y se pueden realizar simultáneamente varias etapas de la construcción. Por otra parte, este procedimiento presenta el inconveniente del costo adicional de montaje y transporte de los elementos prefabricados y además, el problema de desarrollar conexiones efectivas entre los

elementos. Cualquiera que sea la alternativa que se escoja, esta elección influye de manera importante en el tipo de estructuración que se adopte.

El concreto armado combina la resistencia a la compresión del concreto con la resistencia a la tracción del acero, y se le puede obtener en una gran diversidad de formas, adaptándolo a la estructura y a la carga que se proyectan. Se ha adquirido así la nueva libertad en el proyecto de estructuras. La masa de cemento, arena, piedra y agua, al fraguar y endurecer, hace de la estructura un cuerpo monolítico.

Las propiedades del concreto dependen de la calidad y cantidad de elementos que interviene en la mezcla. El concreto es sensible a las variaciones de dosificación, y para usarlo en grandes obras es necesario "proyectarlo" cuidadosa y científicamente en laboratorios especializados. Cada partida utilizada en la obra, se ensaya para garantizar que su composición concuerde con el proyecto de laboratorio. La granulometría de los agregados de arena y grava, la calidad del cemento V la cantidad de agua usada pueden influir en grado sustancial sobre la resistencia del concreto y sobre su tiempo de fraguado. Después de colocado, el concreto debe ser tratado convenientemente, es decir, protegido de las temperaturas demasiado altas o demasiado bajas evitando pérdida de humedad, pues en caso contrario, puede fraguar de manera inadecuada y fisurarse, o bien presentar una resistencia a la rotura inferior a la proyectada.

Las fisuras por contracción pueden hacer que la humedad y el agua lleguen a las barras de acero, oxidándolas o atacando al mismo concreto.

Como las propiedades del concreto varían tanto en su composición, es posible obtener muchos tipos distintos, cada uno de ellos apto para una aplicación específica.

El concreto con menor peso específico es el concreto ligero.

Las ventajas del uso del concreto ligero son:

1. Menor peso propio, lo que es especialmente ventajoso en estructuras donde la consideración del peso propio es dominante: cubiertas, puente, etc.
2. Si se utiliza la prefabricación el menor peso es conveniente, pues se necesitan equipos menores y se facilita el transporte.
3. Mayor resistencia al fuego.
4. Menor módulo de elasticidad, lo que mejora el comportamiento frente a los impactos (importante en zonas sísmicas).
5. Buena aislación térmica, con lo que frecuentemente se economiza una aislación adicional.

Los concretos ligeros se utilizan especialmente en cubiertas y entresijos, paredes, vigas de puente, tableros de puentes y en prefabricación.

Una propiedad interesante no compartida con otros materiales como el acero, es que los concretos, a medida de que crece la resistencia, crece también el módulo de elasticidad, con lo que disminuyen los problemas de deformación y estabilidad, propios de los materiales de resistencia superior. Estudios teóricos realizados han demostrado que las estructuras de concreto de muy alta resistencia podrían ser más livianas que el acero.

La tecnología de la ejecución de una obra debe ser tenida en cuenta durante el proyecto. Implica la consideración de materiales, calidad de mano de obra, de equipos disponibles, etc.

Además, debe tenerse en cuenta la naturaleza de la obra en sí, pues una técnica constructiva se adapta a un tipo de estructura y a otro no. El plazo de ejecución es otro factor de importancia que puede influir fundamentalmente en el tipo de estructura y en la técnica a emplear.

El volumen de la obra influye directamente sobre el grado de mecanización: en el caso de obras como el Metro, se justifica un empleo intensivo de elementos mecánicos, ya que ello significa una disminución del costo de la mano de obra. Pero si se proyecta una estructura en un lugar apartado y se requieren 10 pilotes, se debe pensar en otra solución, porque no se justifica trasladar un martinete para un volumen de obra tan pequeño.

Actualmente se ha desarrollado la técnica de prefabricación, que es aplicable a la mayor parte de los materiales estructurales.

Se dice que un elemento estructural es prefabricado, cuando se le elabora previamente a su utilización en un lugar que no es el de su desplazamiento definitivo.

Según el tamaño de los elementos, la prefabricación puede ser liviana o pesada. Elementos prefabricados livianos son aquellos que pueden ser transportados por camiones comunes y levantados con ganchos normales de obra.

Los prefabricados pesados, en cambio, son aquellos cuyo transporte requiere vehículos especiales y para cuyo montaje se requieren grúas, grúas pórtico, etc.

Los elementos prefabricados pueden ser utilizados en estructuras totalmente prefabricadas o parcialmente prefabricadas.

Estructuras totalmente prefabricadas son aquellas que están constituidas íntegramente, salvo cimentación, por elementos prefabricados, y parcialmente

prefabricadas son aquellas en las que se combinan elementos prefabricados con elementos ejecutados "in situ". Por ejemplo: son las construcciones premoldeadas de concreto de varios pisos, frecuentemente se ejecuta la caja de la escalera y ascensores en el lugar, con objeto de lograr un elemento de rigidez.

Proyectar una estructura prefabricada significa que se dispone de los medios para mover los elementos prefabricados. Los movimientos que se deben realizar con estos son: traslaciones horizontales y/o verticales, y giros para pasar de la posición horizontal a la vertical y reciprocamente.

Los elementos grandes, por ejemplo las vigas pretensadas de puente, se ejecutan en la obra, y se estudia el lugar de ejecución de modo de que el transporte horizontal sea mínimo.

"Una gran época ha comenzado, un nuevo espíritu impera en el mundo. La gran industria debe hacer suya la construcción, hay que preparar las mentes para la construcción en serie. La construcción en serie exige uniformidad de elementos y permite una amplia elasticidad del conjunto; justo lo contrario de lo que hacemos actualmente: la gran variedad de elementos y una triste monotonía en calles y ciudades".

En general, la evolución de las técnicas constructivas tiende a sustituir la mano de obra "in situ" por la mecanización o la utilización de auxiliares constructivos normalizados, que permiten su utilización con un mínimo de mano de obra.

La arquitectura moderna exige frecuentemente que la estructura de concreto no se cubra, es decir, se recurre a lo que se ha dado llamar concreto aparente. Esta superficie puede ser lisa o mostrar una textura.

Cuando se ejecuta concreto aparente se ha de cuidar la dosificación, pues debe ser plástico y fácilmente moldeable. Se vigilarán asimismo los recubrimientos de las armaduras, la ejecución de los cantos, la verticalidad, y deben adoptarse medidas para asegurar la indeformabilidad de los moldes. Todo esto debe estar indicado en los planos de ejecución, forma parte del proyecto y es responsabilidad del ingeniero estructural. En otros casos, se recurre a encofrados deslizantes.

Los encofrados deslizantes se caracterizan por un movimiento continuo. La velocidad del movimiento del encofrado se regula de modo que deje libre el concreto cuando este tenga suficiente resistencia como para mantener su forma sosteniendo su propio peso. Este tipo de encofrado es usado generalmente para estructuras verticales como son silos, pilares de puentes, núcleo de edificios, etc., y para estructuras horizontales como intrados de túneles y revestimientos de canales.

Las ventajas de los encofrados deslizantes son la velocidad y la economía, aparte de que el trabajo continuo permite tener una estructura monolítica. Su uso está limitado por la forma de la estructura, que debe permitir naturalmente la operación de deslizamiento.

Uno de los factores fundamentales a tener en cuenta al proyectar una obra es la economía.

En una obra intervienen tres factores:

- mano de obra
- materiales
- equipos

Se puede proyectar de modo que la mano de obra y el equipo sean mínimos, pero esto conduce generalmente a un mayor consumo de materiales. Otra forma de proyectar es disminuir el consumo de materiales y los equipos necesarios, y esto lleva a un aumento de la mano de obra.

1.1.7. DISEÑO TEORICO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON EL METODO ACI Y SU AJUSTE EN EL LABORATORIO.

Las mezclas deben dosificarse para utilizar en la mejor forma posible los materiales disponibles y para producir un concreto que tenga la maniabilidad adecuada del concreto fresco, el cual, una vez fraguado desarrollará el grado requerido de resistencia, durabilidad y otras propiedades.

Si hemos seleccionado convenientemente nuestros materiales, estamos en buen camino para obtener un concreto de calidad con el grado satisfactorio de sus propiedades. Sin embargo, antes de alcanzar nuestra meta, debemos juntar estos materiales, mezclarlos con el concreto, transportar este hasta los moldes y ahí colarlo, consolidarlo, darle un acabado y curarlo. Este proceso se inicia en la planta dosificadora y mezcladora del concreto y no se concluye hasta que se entrega la estructura terminada al propietario. El primer paso es dosificar las mezclas para utilizar de la mejor manera posible los materiales con objeto de proporcionar al concreto las propiedades requeridas.

El diseño de mezcla puede definirse por lo tanto como el proceso para seleccionar los ingredientes adecuados para el concreto y determinar sus cantidades relativas, con objeto de producir, tan económicamente sea posible un concreto con un mínimo de ciertas propiedades las más destacadas de las cuales son consistencia, resistencia y durabilidad.

DEFINICIONES DE DISEÑO

A continuación se exponen algunos datos y definiciones fundamentales que deben ser tomados en cuenta antes de proceder a elaborar un diseño de mezcla:

Peso unitario = el peso de un metro cúbico de un material

Peso unitario del cemento = 1 515 Kg

Peso unitario del agua = 1 000 Kg

Un litro de agua = 1.0 Kg

Un metro cúbico de agua = 1 000 litros

Un litro de agua aumenta el revenimiento en 7 mm aproximadamente.

Un incremento de 7 mm en el revenimiento crea una pérdida de aproximadamente 3.9 kg/cm²

dr = densidad relativa; relación del peso de un material respecto al peso de un volumen igual de agua.

Relación S/A = relación arena/agregado; porcentaje de arena respecto al total del agregado.

SSS = saturado superficialmente seco; sin absorción.

m³ = metro cúbico.

Relación W/C = relación agua/cemento; número de litros (o kilogramos) de agua empleada por cada saco de cemento.

VOLUMEN ABSOLUTO

volumen absoluto es el volumen sin cavidades; si se derritiera un metro cúbico de cemento, la masa resultante estaría teóricamente libre de cavidades. Como no es posible hacer esto, se recurre a una fórmula matemática:

$$\frac{\text{peso de } 1 \text{ m}^3 \text{ de material}}{\text{dr del material x peso unitario del agua}} = \text{Volumen absoluto}$$

$$\frac{1 \text{ 515 kg de cemento}}{3.15 \times 1 \text{ 000 kg}} = 0.48 \text{ (52\% de cavidades)}$$

RELACION AGUA CEMENTO

W/C por peso	Litros por saco	Resistencia aproximada a los 28 días kg/cm ²
0.45	22.5	350
0.49	24.5	315
0.53	26.5	280
0.57	28.5	245
0.62	31.0	210
0.66	33.0	175
0.71	35.5	140

$$W/C \times \text{kg/saco} = \text{kg de agua} + \text{kg/l} = \text{l/s (litros por saco)}$$

Para obtener los litros por saco para hacer una mezcla con una relación W/C de 0.62, se aplica la fórmula:

$$0.62 \times 50 \text{ kg/saco} = 31 \text{ kg} \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ kg/l}} = 31 \text{ l/s}$$

Y a la inversa:

$$\frac{W}{C} = \frac{31 \text{ l ps} \times 1 \text{ kg/l}}{50 \text{ kg/saco}} = \frac{31 \text{ kg}}{50 \text{ kg/saco}} = 0.62$$

DISEÑO DE UNA MEZCLA 1:2:4 Generalmente se suponía que una mezcla 1:2:4 debía producir una mezcla de 175 kg/cm² Empleando el ejemplo como guía, tenemos que:

$$\frac{\text{peso de 1 m}^3 \text{ de material}}{\text{dr del material x peso unitario del agua}} = \text{Volumen absoluto}$$

Componentes	Vol, m ³	Proporción	Rendimiento
Cemento			
$\frac{1\ 515\ \text{kg}}{3.15 \times 1\ 000\ \text{kg}}$	= 0.48	x 1	= 0.48
Arena			
$\frac{1\ 521\ \text{kg}}{2.65 \times 1\ 000\ \text{kg}}$	= 0.574	x 2	= 1.15
Grava			
$\frac{1\ 682\ \text{kg}}{2.65 \times 1\ 000\ \text{kg}}$	= 0.635	x 4	= 2.54
Agua			
$\frac{1\ 000\ \text{kg}}{1\ 000\ \text{kg/m}^3}$			$\frac{1.00}{5.17}$

$$\text{Factor de cemento} = \frac{30.3^*}{5.17} = 5.85 \text{ sacos de cemento}$$

$$*30.3 \text{ sacos de cemento} = 1 \text{ m}^3$$

el número de litros de agua necesarios por metro cúbico, es decir, 5.85 sacos x 33.0 l/s = 193 litros.

$$\begin{array}{rcl} \text{Cemento} & 5.85 \times 0.033 \times & 0.48 = 0.092 \text{ m}^3 \\ \text{Agua} & 193 \div 1000 & = \frac{0.193 \text{ m}^3}{0.285 \text{ m}^3 \text{ de rendimiento}} \\ & & \text{(cemento + agua)} \end{array}$$

Gravedad específica de ambos agregados = 2.65

$$\begin{array}{r} - 1.000 \text{ m}^3 \\ \underline{0.285 \text{ m}^3} \text{ (cemento + agua)} \\ 0.715 \text{ m}^3 \times (2.65 \times 1000) = 1\ 896 \text{ kg agregado total} + 6 \text{ partes} \\ = 316 \text{ kg} \end{array}$$

Arena $316 \times 2 = 632 \text{ kg}$

Grava $316 \times 4 = 1\ 264 \text{ kg}$

1 896 kg de agregado total para 1 metro cúbico

por lo tanto, para 1 metro cúbico de concreto de 1:2:4, se necesitarían:

Cemento (SSS, kg)	293 (5.85 sacos x 50 kg por saco)
Arena (SSS, kg)	632
Grava (SSS, kg)	1 264
Agua (litros)	193

y las proporciones concuerdan:

$$\begin{array}{r} 293 \\ \hline \end{array} : 1.0 \qquad \begin{array}{r} 632 \\ \hline \end{array} : 2.16 \qquad \begin{array}{r} 1264 \\ \hline \end{array} : 4.31$$

Se ha diseñado ya un metro de concreto 1:2:4. La relación S/A ($632 + 1\ 896$) es de 33.3% y los pesos finales son razonablemente aproximados al diseño de mezcla 1:2:4. Si el agregado grueso fuera de 1 % pulgadas, esta mezcla sería bastante aceptable. Si el proveedor de per mezclado utilizara agregado de 3/4 de pulgada, la mezcla sería demasiado áspera y, por lo tanto, inaceptable.

Aunque la mezcla diseñada con agregados de buena granulometría daría la resistencia máxima con el factor de cemento requerido, generalmente se modifica. Un ajuste en la relación S/A, aumentando el contenido de arena, añadirá trabajabilidad y será más aceptable para el cliente común.

El contenido de arena respecto al agregado total, tal como se diseñó, es de 33.3%. Para la segunda mezcla de prueba se podría aumentar fácilmente la relación S/A a 36.0%, como se muestra en los ejemplos.

EJEMPLO 7.3.A

Arena 1 896 kg	x	36%	=	683 kg
Grava 1 896 kg	-	683 kg	=	<u>1 213 kg</u>
				1 896 kg de agregado total

EJEMPLO 7.3.B

Arena $0.715 \text{ m}^3 \times 36\% = 0.257 \text{ m}^3 \times 2.65 \times 1000 = 683 \text{ kg}$
Grava $0.715 \text{ m}^3 - 0.257 \text{ m}^3 = 0.458 \text{ m}^3 \times 2.65 \times 1000 = 1213 \text{ kg}$

DISEÑO DE CONCRETO CON AIRE INCLUIDO

En un principio no era necesario, como ahora, calcular el efecto de la inclusión de aire en un diseño de mezcla. En el ejemplo 7.3.C se ha mantenido, otra vez, un factor constante de cemento y agua, pero se ha permitido la inclusión de un 5.0 % de aire en el diseño.

EJEMPLO 7.3.C

Cemento	$5.85 \times 0.033 \times 0.48 \text{ m}^3$	=	0.092 m^3
Agua	$193 \text{ litros} \cdot 1000 \text{ l/m}^3$	=	0.193 m^3
Aire	5%	=	0.05 m^3
			0.335 m^3

$1.0 \text{ m}^3 - 0.335 \text{ m}^3 = 0.665 \text{ m}^3$ de agregado total

Para continuar con el ejemplo, se usará arena con densidad relativa de 265, y grava con la misma densidad relativa.

Arena	0.665 m^3	x	33.3%	=	0.221 m^3		
Grava	0.665 m^3	x	0.221%	=	0.444 m^3		
Arena	0.221 m^3	-	2.65 m^3	x	1000	=	586 kg
Grava	0.444 m^3	x	2.65	x	1000	=	1177 kg

EJEMPLO 7.4

Se supone un consumo de cemento de 300 kg para obtener un metro cúbico de concreto.

$$\frac{300 \text{ kg de cemento}}{50 \text{ kg/saco}} = 6 \text{ sacos de cemento}$$

Por lo cual tenemos que dividir el metro cúbico en seis partes iguales ya que el cálculo se hace por saco por saco de 50 kg de cemento, o sea:

$$\frac{1\ 000\ \text{litros}}{6\ \text{sacos de cemento}} = 166.6666\ \text{litros}$$

El volumen absoluto que ocupa un saco de cemento es:

$$\frac{50\ \text{kg}}{3.1} = 16.12903\ \text{litros} \quad D_c = \text{Densidad del cemento} = 3.1$$

Cálculo del volumen del agua

$$f_c = 140\ \text{kg/cm}^2$$

$$B = 17 \quad B = \text{Constante que depende de la calidad y tipo de cemento}$$

Cemento normal	B = 17
Cemento modificado	B = 9
Cemento rápido alta resis.	B = 7

$$f_c = \frac{980}{B^{33}}$$

$$A = \frac{33 (\text{Log } 980 - \text{Log } 140)}{\text{Log } 17}$$

$$A = 22.66508\ \text{litros} \quad A = \text{litros de agua}$$

Cálculo del volumen de la lechada

Volumen de cemento	16.12903 lt
Volumen de agua	<u>22.66508 lt</u>
Volumen de lechada	38.79412 lt

Cálculo de volumen absoluto

Volumen analizado	166.6666 lt
Volumen de lechada	<u>38.7941 lt</u>
	127.8725 lt

Cálculo del volumen de los agregados

Arena fina
Peso aparente 1.5 kg/lt
densidad 2.5
humedad 4.0%

Grava de 2.5 cm TMA
Peso aparente 1.7 kg/lt
densidad 2.6
humedad 2.0%

Proporción de arena - grava escogida
arena fina 34.00%
grava de 2.3 cm (TMA) 66.00%

Volumen de agregado por porcentaje
Arena fina $127.8725 \times 34.00\% = 43.4766$ lt
Grava de 2.5 cm (TMA) $127.8725 \times 66.00\% = 84.3958$ lt

Transformándolo a peso nos da:

Grava fina $43.4767 \times 2.50 = 108.6916$ kg
grava de 2.5 cm (TMA) $84.3959 \times 2.60 = 219.4292$ kg

De lo anterior, la proporción por peso resulta:

Cemento 50.000 kg
Arena 108.6919 kg
Grava 219.4293 kg
Agua 22.6651 kg

La proporción del volumen resulta:

1 litro de cemento pesa 1.515 kg
Cemento $50/1.515 = 33.033$ lt
Arena $(108.6917/50) \times 33.033 = 71.7437$ lt
Grava $(209.4293) \times 33.033 = 144.8378$ lt
Agua $= 22.6651$ lt

Para obtener un metro cúbico de concreto

Cemento 300 kg
Arena $71.74367/(1000 \times 6) = 0.430$ m³
Grava $144.8378/(1000 \times 6) = 0.869$ m³
Agua $22.66508/(1000 \times 6) = 0.136$ m³

1.1.8. ADITIVOS MAS COMUNES Y EFECTOS QUE CAUSAN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN QUE SE EMPLEAN.

Un aditivo puede definirse como cualquier sustancia que no sea cemento, agregado o agua, que se agregue a una mezcla de concreto fresco con el fin de modificar alguna de las propiedades de éste, ya sea estando fresco, o endurecido.

Se conocen cuatro clases generales de aditivos: los químicos los agentes inclusores de aire las puzolanas y las cenizas muy finas. Los aditivos químicos se describen de la siguiente manera:

ADITIVOS RETARDANTES.

Son aditivos que retardan el fraguado del concreto.

ADITIVOS ACELERANTES.

Son aditivos que reducen la cantidad de agua de la mezcla requerida para producir un concreto de determinada consistencia y que aceleran el fraguado y la formación temprana de la resistencia del mismo

Cuando se considere necesario utilizar algún aditivo propuesto, el usuario debe conocer el tipo del mismo, el nombre comercial, quien lo fabrica, quien es su distribuidor o su representante local, y por cuanto tiempo antes se ha usado dicho producto. Debe también determinar el efecto del aditivo sobre la durabilidad, la permeabilidad, la resistencia al sellado con sales.

La razón que existe para utilizar un aditivo es la de querer modificar las propiedades del concreto, de tal manera que sea más apropiado para un determinado uso. La modificación podría alterar ya sea al concreto fresco ó al endurecido, ó bien afectarlo en ambos estados. Algunos de los efectos que se buscan con el uso de aditivos son principalmente: la aceleración ó retardo del tiempo de fraguado, el desarrollo de una resistencia temprana, la reducción en la cantidad de agua requerida, el mejoramiento de la resistencia al ataque químico y al intemperismo, el control de la expansión producida por los alcalinos y la sílice, la producción del concreto de color, y la mejoría en la maniabilidad.

Los aditivos pueden medirse en volumen y peso. Cualquiera de los dos métodos es aceptable mientras se ajuste a ciertos requisitos. Cuando se usa un aditivo, éste se convierte en parte esencial del concreto, y la distribución del mismo debe hacerse bajo el mismo control que se aplica a los otros componentes de la mezcla.

Un aditivo químico nunca debe mezclarse con el concreto en estado seco ó en polvo, ya que raramente forma una solución adecuada y no se distribuye completamente en toda la mezcla. En vez de eso, debe prepararse primero la solución y luego introducirse en forma líquida.

Los pigmentos colorantes, los aditivos minerales finamente divididos y las puzolanas están exentos de esta restricción y pueden introducirse en la mezcladora en estado seco, ya sea en forma de unidades pre-empacadas ó efectuando la mezcla en peso.

Los líquidos pueden agregarse en peso ó en volumen; la mayor parte de los suministradores para líquidos son el tipo volumétrico.

Por lo general, los retardadores, los reductores de agua y los agentes inclusores de aire se ofrecen en forma líquida y pueden vaciarse directamente del recipiente que los contiene. Otros aditivos pueden conseguirse como concentrados que se diluyen en la obra. Algunos de ellos requieren de una agitación continua para asegurar su uniformidad, especialmente las soluciones mezcladas en la obra.

ACELERANTES.

Un acelerante agregado al concreto ocasiona que el tiempo de fraguado sea menor, ó aumente la velocidad con que el producto desarrolla su resistencia. También puede realizar ambas cosas a la vez. Es deseable tener estos beneficios en climas fríos para reducir la presión sobre los moldes, para permitir la remoción temprana de éstos, para reducir el periodo requerido de curado y protección, para permitir un acabado temprano, para compensar el efecto de las bajas temperaturas en la obtención de la resistencia, y para poner la estructura en servicio antes que fuera posible sin el empleo de acelerante. El cloruro de calcio es el único material disponible para este objeto y se usa excluyendo virtualmente a cualquier otro; forma la base de muchos aditivos comerciales.

REDUCTORES DE AGUA.

Un aditivo de esta clase, como su nombre lo indica, es una substancia que se utiliza con el objeto de disminuir los requerimientos del agua en la mezcla, proporcionando al mismo tiempo una manuablez igual o superior. Muchos de los aditivos retardadores reducen de igual manera la cantidad de agua requerida (para el mismo revenimiento o consistencia), y algunos incluyen una pequeña cantidad de aire.

Las substancias químicas usadas comúnmente para reducir la cantidad de agua son los lignisulfonatos (de calcio, de sodio de amonio), y las sales de los ácidos hidroxicarboxílicos.

Tomando en cuenta que la resistencia aumenta conforme disminuye la relación agua - cemento baja, fácilmente puede deducirse que es ventajoso mantener dicha relación lo más baja posible, dentro de límites razonables.

A veces, la combinación de materiales en una obra no produce un concreto de maniabilidad adecuada y de buena consistencia a menos que no se exceda la relación agua - cemento especificada. Una situación de esta naturaleza exige el uso de un reductor de agua.

RETARDADORES.

Un retardador es un aditivo que retrasa el proceso químico de la hidratación, de tal forma que el concreto permanece plástico y manuable durante más tiempo que un concreto que no lo tiene.

Sin embargo, una vez que el cemento empieza a fraguar, la obtención de la resistencia debe ser a ritmo normal. Los retardadores se emplean para demorar el fraguado del cemento durante los colados difíciles que requieren que el concreto esté en estado plástico durante más tiempo que el normal, y para que supere la aceleración del fraguado durante la época del calor. Raramente un retardador puede ser efectivo para reducir la tendencia de un cemento a fraguar en falso.

COMBINACION DE ADITIVOS ACELERANTE REDUCTOR DE AGUA Y RETARDADOR REDUCTOR DE AGUA.

Frecuentemente pueden encontrarse en el mercado aditivos que combinan estas funciones y han encontrado un lugar útil en la construcción con concreto.

AGENTES INCLUSORES DE AIRE.

Los aditivos de este tipo, generalmente son aceptados actualmente para usarse en casi todo tipo de concreto, especialmente en lugares que éste va a estar expuesto a los ciclos de congelación descongelación. Se recomienda su uso para todo el concreto que va a ser expuesto al aire libre.

Los tipos comúnmente disponibles son sales orgánicas de hidrocarburos sulfatonatados y sales de lignina sulfatonatada. Los detergentes sintéticos, las sales ácidas del petróleo, los ácidos grasos y resinosos y las sales de las resinas de la madera son también fuentes de agentes inclusores de aire.

Durante muchos años se han reconocido los beneficios de la inclusión de aire, especialmente por lo que toca a la gran mejoría con respecto a la durabilidad del concreto expuesto a las condiciones adversas del congelamiento y descongelamiento.

Al mejorarse la manuableidad del concreto fresco, el aire incluido permite el uso de agregado áspero y de no muy buena granulometría, reduce el sangrado y también las tendencias a la segregación. Se facilitan el manejo y el colado del concreto, y el acabado de las losas puede hacerse más rápido que con un concreto simple. La reducción en la impermeabilidad del concreto con aire incluido, comparada con la del concreto simple, hace al concreto endurecido más resistente al paso de la humedad

Comparado con un concreto semejante, sin aire incluido, y otro con aire incluido tiene las siguientes propiedades:

1. Una resistencia más alta a los daños del intemperismo, ocasionados por los ciclos de congelación - descongelación.
2. Una resistencia mucho mayor al descascaramiento de los pavimentos por las sales deshielantes.
3. Una manuableidad mejorada considerablemente en el concreto fresco.
4. Bajo una misma relación agua - cemento, la resistencia a la compresión del concreto se reduce entre un 4 y un 6 % por cada por ciento de aire incluido. Sin embargo, puede incrementarse la resistencia de las mezclas pobres.
5. Se aumenta ligeramente la resistencia al ataque de la gran mayoría de las sustancias químicas.
6. La elasticidad y la resistencia a la erosión también se incrementan como su resistencia.
7. Aumenta la contracción por secado conforme aumenta la cantidad de aire, pero esto está compensado porque se necesita menos agua. De aquí el efecto casi imperceptible.
8. Reducción en la permeabilidad.
9. La susceptibilidad a la reacción entre álcalis y agregado es apenas perceptible.
10. Se reduce el peso unitario del concreto en proporción directa a la cantidad de aire incluido.
11. Se reduce la cantidad de sangrado.

La adición de finos aumenta la plasticidad de las mezclas pobres y ásperas, mejorando en consecuencia a la manuableidad. Como ejemplos de finos tenemos a las puzolanas, las cenizas muy finas, el polvo de roca, el sílice coloidal, la tierra de diatomeas y la bentonita.

Los reductores de agua y los retardadores pueden clasificarse como agentes de manuableidad.

ADITIVOS QUE PRODUCEN EXPANSION

Estos, por lo general, se incorporan al cemento expansivo, aún cuando también podrían usarse como aditivo. La idea es la de igualar la contracción por secado del concreto.

PUZOLANAS.

Una puzolana es " un material silíceo ó silicoso y aluminoso, que posee poco ó ningun valor cementante, pero que en forma finamente dividida y en presencia de humedad reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias para formar compuestos que sí poseen propiedades cementantes ".

La palabra "puzolana" proviene del nombre del pueblo italiano de Pozzuoli, que se halla cerca de la fuente de cenizas volcánicas usadas por los romanos en la construcción de muchas de sus estructuras.

Las puzolanas pueden ser naturales ó manufacturadas; algunas puzolanas naturales son improcesables, mientras otras sí lo son en alguna forma.

PUZOLANAS NATURALES.

El tepetate volcánico, las cenizas también volcánicas, la pumicita y la obsidiana son algunas de las puzolanas naturales comunes. La piedra pómez por lo general no tiene necesidad de procesamiento alguno para utilizarla.

Otras puzolanas naturales son rocas sedimentarias silicosas, como por ejemplo la calcedonia opalina y la tierra de diatomeas; la última a veces se usa sin procesar. Las otras puzolanas naturales requieren de trituración y clasificación por tamaños para reducir el material al polvo fino aconsejable para usarse.

PUZOLANAS NATURALES PROCESADAS.

Las pizarras y las arcillas calcinadas ó quemadas, calentadas en hornos giratorios, y después de enfriadas, trituradas y molidas, son una fuente puzolanas si se ajustan a la finura requerida.

LAS PUZOLANAS MANUFACTURADAS.

Consisten de escoria de altos hornos triturada y molida, y de cenizas muy finas. Estas, llamadas a veces cenizas precipitantes, son el producto fino de la combustión que resulta de quemar ciertos tipos de carbón, trituradas e industriales.

Las principales fuentes son las plantas termoeléctricas. Las cenizas finas consisten de partículas esféricas muy finas que salen del horno, en el gas que sale por el conducto del humo, que posteriormente se recogen en precipitadores.

ACCION PUZOLANICA.

Uno de los productos que se forman al hidratarse el cemento portland es la cal hidratada, ó hidróxido de calcio. Este compuesto no contribuye al desarrollo de la resistencia en el concreto; es soluble en el agua, y se le elimina mediante lixiviación.

La puzolana reacciona libremente con la cal, y muestra cierta reactividad cuando se usa con cemento portland. El producto principal de la reacción es un compuesto de solubilidad relativamente baja.

USO DE LAS PUZOLANAS.

Las puzolanas se utilizan en estructuras masivas grandes, como por ejemplo en las presas, donde se desea mantener lo más bajo posible el calor de la hidratación; en concretos expuestos a las aguas marinas ó al ataque de sulfatos, y como inhibidores de los agregados que contienen álcalis. En las áreas en las que el costo de una puzolana es notablemente menor que el del cemento portland, el uso adecuado de ella como reemplazo de parte del cemento tiene como resultado un ahorro en el costo por metro cúbico de concreto. No obstante, ninguna puzolana debe usarse sin que se tenga un conocimiento completo de su carácter, ni sin que se hagan pruebas con los materiales propuestos para el proyecto, incluyendo las de resistencia y durabilidad del concreto.

1.1.9 COSTOS UNITARIOS Y RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE FABRICACION, TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO.

El mezclado de concreto puede ser: a mano, o en revolvedoras mecánicas. En ambos casos debe procurarse que el mezclado se haga lo mas cercano posible a los elementos por colar, evitando así acarreos o traslados innecesarios perjudiciales para el concreto.

MEZCLADO A MANO. El mezclado a mano se hace, sobre todo, en obras pequeñas o cuando no se cuenta con equipo.

El mezclado a mano se ejecuta de la manera siguiente: sobre un entarimado de madera impermeable o sobre una superficie plana que de antemano se haya tratado (cubriendo la superficie con una capa de concreto pobre, perfectamente emparejado y fraguado, se podrá mezclar concreto), se extenderá en primer lugar la arena, para que a continuación vaciar el cemento, mezclando con palas (arena y cemento) hasta obtener un color uniforme (generalmente dos vueltas es suficiente).

Teniendo la arena y cemento bien mezclados, se extenderá la mezcla obtenida y se añadirá el agregado grueso, extendiéndolo de tal manera que quede una capa uniforme; se procederá a abrir un cráter, en el que se depositará la cantidad de agua necesaria.

Acto siguiente se derrumbarán las orillas del cráter, mezclando el conjunto de una lado hacia otro hasta que se observe que la revoltura presenta un color uniforme. A fin de evitar que una vez agregada el agua, por morosidad en el colado, la revoltura empiece a fraguar, no se permitirá que transcurran más de veinte minutos entre la operación de agregar agua y depositar la revoltura en los moldes.

Aquella revoltura que por descuido o por accidente se haya endurecido, por ningún motivo deberá permitirse su uso en elementos estructurales y sólo se podrá aprovechar, cuando mucho, en firmes. En el caso de hacer revolturas a mano, no deberá prepararse una cantidad mayor de un metro cúbico de concreto.

Mezclado con revolvedora mecánica. El mezclado con revolvedora mecánica debe preferirse, siempre que se pueda hacer, al mezclado a mano, sobre todo por la homogeneidad de la revoltura.

Las mezclas hechas en revolventoras mecánicas no deben durar nunca menos de minuto y medio en el tambor; así, el tiempo entre revolturas, no debe ser nunca menor de tres minutos y medio, conservando una velocidad periférica del tambor giratorio de 60 m por minuto. El cucharón debe conservarse bien cerrado mientras dura la operación de mezclado dentro del tambor.

A fin de cuidar el correcto funcionamiento del tambor, éste, junto con la tolva de entrada, el tanque del agua y el cucharón de salida deberán quedar completamente limpios después de hacer cualquier colado, evitando en lo absoluto que quede concreto adherido a las espas.

RENDIMIENTO

El rendimiento del concreto se define como el volumen del mismo por revoltura, y se determina dividiendo los pesos reales de todos los materiales (cemento, agregados, agua) de la revoltura entre el peso unitario fresco.

Bajo condiciones de buenas a excelentes, el volumen real del concreto endurecido en el lugar será de aproximadamente 2 % menos que el volumen fresco cuando se trate de concreto con aire incluido, y de 1 a 1.5 % menos para concreto sin aire incluido.

COSTO DEL MEZCLADO DE CONCRETO.

Descripción	Mezcladora MIPSA 3 1/4 S	Mezcladora MIPSA 6 S	Mezcladora MIPSA 1 1 S
Características	1/2 saco de cemento	1 saco de cemento	2 sacos de cemento
Capacidad de tambor	3.5 pies ³ - 100 litros	3.5pies ³ - 170 litros	11 pies ³ = 310 litros
Potencia	4 HP	8 HP	25 HP
Consumo de combustible	140 g/HP/h	280 g/HP/h	887 g/HP/h
Costo en abril de 1994	\$ 13,725.00	\$ 18,550.00	\$ 69,430.00
Vida de la revoladora	800 jornadas	800 jornadas	800 jornadas
Días de trabajo al año	200 días	200 días	200 días
Marca y modelo del motor	Kohler K-91	Kohler K-181	Wisconsin HX4DU
Datos de trabajo	8 h/día	8 h/día	8 h/día
Jornada efectiva de trabajo	6 1/2 h/día	6 1/2 d/día	6 1/2 h/día
Tiempo por revoltura	3 1/2 minutos	3 1/2 minutos	3 1/2 minutos
Rendimiento por día	112 revolturas	112 revolturas	112 revolturas
Proporción media	1:3:3.5	1:3:3.5	1:3:3.5
Cemento por m ³	305 kg	305 kg	305 kg
Capacidad por revoladora	1/2 saco de cemento	1 saco de cemento	2 saco de cemento
Volumen de mezclado por revoltura	90 litros	160 litros	300 litros
Volumen de mezclado por día	112 x .09 - 10 m ³	112 x .160 - 18 m ³	112 x .300 - 23.4 m ³

PERSONAL NECESARIO

Mezcladora	MIPSA 31/4S		MIPSA 6S	MIPSA 11
1 operador	\$150.30	1 operador	\$150.30	\$150.30
1 peón en el cemento	100.81	1 peón en el cemento	100.81	100.81
1 peón en la grava	100.81	2 peones en la grava	201.62	201.62
1 peón en la arena	100.81	2 peones en la arena	201.62	201
1 cabo	159.70	2 peones en la artesa	201.62	201.62
Costo personal	\$ 612.43	1 cabo	159.70	159.70
		Costo personal	\$1,015.67	\$ 1,015.67

CONCEPTO	MEZCLADORA MIPSA 3 1/2 S	
Costo personal	$612.43/10 =$	\$ 61.24
Reparaciones, bujías, etc.	$200/25 \times 10 =$	0.80
Depreciación	$1\ 3,725.00/800 \times 10 =$	0.48
Interés	$13,725.00 \times 0.12/200 \times 10 =$	0.65
Consumo de gasolina	$4 \times 0.14 \times 6.5 \times 2.10 \times 0.85 /10 =$	0.65
Lubricantes 1 litro por día	$1 \times 4.80/10 =$	0.48
TOTAL		\$ 65.71

CONCEPTO	MEZCLADORA MIPS A 6S	
Costo personal	$1,015.671/8 =$	\$ 56.43
Reparaciones, bujías, etc.	$200/25 \times 18 =$	0.44
Depreciación	$18,550.00/800 \times 18 =$	1.29
Interés	$18,550.00 \times 0.12/200 \times 18 =$	0.62
Consumo de gasolina.	$8 \times 0.28 \times 0.65 \times 2.10 \times 0.85 /18 =$	1.44
Lubricantes 1 litro por día	$1 \times 4.80/8 =$	0.27
TOTAL		\$ 60.49

CONCEPTO	MEZCLADORA MIPS A 11 S	
Costo personal	$1,015.00/23.4 =$	\$ 43.40
Reparaciones, bujías, etc.	$200/25 \times 23.4 =$	0.34
Depreciación	$69,430.00/800 \times 23.4 =$	3.71
Interés	$69,430.00 \times 0.12/200 \times 23.4 =$	1.78
Consumo de gasolina	$25 \times 0.89 \times 6.5 \times 2.10 \times .085/23.4 =$	1 1.03
Lubricantes 1 litro por día	$1 \times 4.80/23.4 =$	0.21
TOTAL		\$ 60.47

VACIADO DE CONCRETO

CLAVE	DESCRIPCION	Vol.	Unid.	\$ en México	
VCO0001	Vaciado de concreto hecho en obra por medios manuales en cimentación F'C = 100 kg/cm ² resistencia normal, tamaño máximo de agregado 20mm(3/4"), incluye vibrado, curado, acarreo a una estación a 20m de distancia horizontal, materiales y mano de obra.			M ³	
	Agua adquirida en pipa	0.0305	M ³	26.10	0.80
	Curafest rojo	1.0000	Lt	3.09	3.09
JOGP014	Cuadrilla 014 (Albañil+1 peon)	0.3082	JOR	196.13	60.45
	Vibrador para concreto Dinapac inc. op.	0.6700	HR	12.20	8.17
CH00001	Concreto F'C = 100 TMA .20MM Fab. Ob. manual	1.0500	M ³	243.91	256.11
ACA0008	Acarreo en carreta, Agreg., Concr. 1a E. 20m	0.2505	M ³	14.80	3.71
		Material y equipo		221.67	
Rend: cuadrilla 014: 3.24 M ³ /JOR±10%		Mano de obra		110.66	
		Total costo directo		332.33	

VACIADO DE CONCRETO

CLAVE	DESCRIPCION	Vol.	Unid.	\$ en México	
VCO0037	Vaciado de concreto hecho en obra con revolvedora de 1 saco en cimentación F'C = 250 kg/cm ² resistencia normal, tamaño máximo de agregado 40mm(1 1/2"), incluye vibrado, curado, acarreo a una estación a 20m de distancia horizontal, materiales y mano de obra.			M ³	
	Agua adquirida en pipa	0.0305	M ³	26.10	0.80
	Curafest rojo	1.0000	Lt	3.09	3.09
JOGP014	Cuadrilla 014 (Albañil+1 peon)	0.3082	JOR	196.13	60.45
	Vibrador para concreto Dinapac inc. op.	0.6700	HR	12.20	8.17
FC00001	Concreto F'C = 250RN TMA .40MM Fab. con Rev. 1 sac.	1.0500	M ³	289.19	303.65
ACA0008	Acarreo en carreta, Agreg., Concr. 1a E. 20m	0.2505	M ³	14.80	3.71
			Material y equipo	291.06	
Rend: cuadrilla 014: 3.24 M ³ /JOR±10%			Mano de obra	88.81	
			Total costo directo	379.87	

FIRMES DE CONCRETO

CLAVE	DESCRIPCION	Vol.	Unid.	\$ en México	
PSO0095	Piso de concreto armado de 12 cm de espesor fabricado con concreto hecho en obra, con revolvedora F'C = 100 kg/cm ² R.N. Agre. máx. 40mm(1 1/2") sin acabado refuerzo de malla electrosoldada 66-1010, incluye acarreo de los materiales a 1a. estación a 20m de distancia horizontal incluye acarreo de los materiales a una 1a. estación a 20m de distancia horizontal			M ³	
JOGP014	Malla soladada 66-1010 Cuadrilla 014 (Albañil+1peon)	1.0300 0.1062	M ² JOR	6.71 196.13	6.91 20.84
CH00001	Concreto F'C = 100RN TMA .20MM Fab. Ob. manual	0.1260	M ³	219.99	27.71
		Material y equipo		31.66	
Rend: cuadrilla 014: 9.41 M ² /JOR±10%		Mano de obra		23.80	
		Total costo directo		66.46	

DALAS DE LIGA

CLAVE	DESCRIPCION	Vol.	Unid.	\$ en México	
DLI0009	Dala de liga, sección 10x15cm concreto F' C = 150 kg/cm ² R.N. Ag. máx. 3/4", reforzada con 4 varillas de 5/16" de diámetro (No.2.5) y estribos de 1/4" de diámetro (No.2) a cada 20 cm, cimbrado acabado común, incluye incluye acarreo de los materiales a una 1a. estación a 20m de distancia horizontal			M ³	
	Varilla G-42 5/16"	0.0016	TON	2,482.82	4.00
	Alambrón 2.0 (1/4)	0.0007	TON	2,900.00	2.29
	Alambre recocido cal. 18	0.1300	KG	3.30	0.43
JOGP014	Cuadrilla 014 (Albañil+1peon)	0.0771	JOR	196.13	15.14
VCO0041	VAC. de C. HO.R. FC = 150 RN.AM.20mm Cast < 0.02M ²	0.0157	M ³	410.91	6.47
CIM0007	Cimbra y descimbra A.C. Dalas, cast. cerram<0.02M ²	0.3000	M ²	14.31	4.29
AND006	Andamio de caballetes de 1.50 a 60M. ALT	0.0771	USO	7.51	0.58
			Material y equipo	12.97	
Rend: cuadrilla 014: 12.96 M /JOR±10%			Mano de obra	20.23	
			Total costo directo	32.20	

1.1.10 SELECCION DEL MÉTODO DE FABRICACION CON CRITERIO DE COSTO MINIMO, TRANSPORTE , COLOCACION Y CURADO DE CONCRETO EN OBRA.

TRANSPORTACIÓN DEL CONCRETO

Después de haber descargado el concreto del camión revolvedor, debe colocarse en los moldes. En la mayoría de las estructuras, debido a las grandes distancias, las diferencias de elevación o las obstrucciones que bloquean el movimiento del camión, debe contarse con algunos medios para mover el concreto desde el canalón de la mezcladora hasta los moldes.

El equipo de transporte debe seleccionarse con un gran cuidado. No solamente debe considerarse el costo por metro cubico y por metros cúbicos por hora, sino también la localización del sitio y las características del concreto que se va a manejar. Deben evaluarse el tamaño máximo del agregado, el revenimiento, el contenido de arena, si es de peso normal o ligero, y debe seleccionarse el equipo que manejará eficientemente el tipo de concreto especificado. Son requerimientos esenciales de cualquier sistema existente para mover concreto desde la mezcladora hasta los moldes, el minimizar la segregación, prevenir la pérdida de parte del concreto y evitar la pérdida excesiva de consistencia (revenimiento). Entre los métodos utilizados se encuentran la descarga directa desde la mezcladora a los moldes, las grúas y cucharones (cubos), bombas, transportadoras, carritos, carretillas, colocadores neumáticos, pequeños carros de rieles o una combinación de dos o más de estos métodos. Se han empleado helicópteros para transportar equipo y cucharones (cubos) para concreto a sitios especialmente aislados o de difícil acceso.

El método utilizado depende de la magnitud de la obra, la adecuabilidad del espacio, la disponibilidad de equipo y otros factores. El trabajo debe planearse de tal manera que los camiones con el premezclado puedan acercarse lo más posible al sitio, donde se requiera el concreto. El equipo que no este en uso y los apilamientos de material deben quitarse del camino para dar mayor libertad al tránsito de los camiones y facilitar la maniobra. El método y el equipo utilizados no deben imponer restricción alguna al revenimiento del concreto que se está colando, ya que el revenimiento está determinado por las especificaciones establecidas para la estructura.

DESCARGA DIRECTA Algunas obras están situadas de tal manera que el camión premezclado puede descargar directamente en los moldes o en la subrasante. En este caso se llevan en el camión tramos adicionales de canalón que suministren concreto en un radio de alrededor de 5 metros a partir del

camión. Este método minimiza el manejo del concreto, pero el uso de extensiones de canalón con escasa pendiente puede requerir una mayor demanda de agua de mezclado para que el concreto pueda fluir por el canalón. Esas demandas, desde luego, pueden restringirse mientras que el concreto tenga el revenimiento especificado.

CANALONES Invariablemente existe dentro de los sistemas de distribución del concreto algún tipo de distribución del concreto algún tipo de acondicionamiento del canalón, para moverlo a niveles más bajos. Cada camión mezclador tiene dos o tres extensiones cortas de canalón que le permiten descargar el concreto en una área extensa debido a la altura natural de alta descarga de la mezcladora.

Los canalones deben tener una sección transversal redondeada, estar contruidos o perfilados con metal, ser listos para evitar que se pegue en el concreto y con la pendiente apropiada para que el concreto con el revenimiento requerido pueda deslizarse, sin fluir, con la rapidez suficiente para que el canalón permanezca limpio, pero no tan rápidamente que pueda producirse segregación. Las mezclas rígidas, siempre y cuando no haya segregación o separación, pueden tolerar cualquier inclinación razonable. Una inclinación de alrededor de 1:3 es a la menos pronunciada que es posible utilizar y las que tienen una inclinación mayor de 1:2 pueden crear dificultades de segregación.

Cualquiera que sea la inclinación, siempre hay segregación en la descarga del canalón. Por esta razón debe estar provisto de un dispositivo de control en el extremo con el fin de que el concreto carga verticalmente, sin segregación alguna, desde el extremo del canalón.

Dos o más secciones de canalón con caída metálica de "trompa de elefante" pueden servir para controlar la segregación final. Un simple deflector no es un dispositivo de control adecuado. Debe tenerse cuidado para evitar que el agua utilizada para desfogar el canalón penetre en los moldes.

CUCHARONES (CUBOS) Propiamente diseñados y operados son un medio excelente para transportar concreto. Su capacidad fluctúa entre menos de un metro cúbico para uso estructural y 12 metros cúbicos para concreto en masa. Cada cucharón (cubo) debe tener una capacidad de por lo menos una carga de concreto premezclado, pero este requerimiento se pasa por alto cuando se utilizan camiones revolvedores. Los cubos pueden ser manipulados por grúas, grúas giratorias camiones, vagonetas, helicópteros o cablevías. El método acostumbrado para manejar los cubos en la construcción de edificios es moverlos con grúas.

Los cucharones (cubos) cilíndricos con descarga por la parte inferior se utilizan en la mayoría de las aplicaciones estructurales. Su dimensión depende de la capacidad de la grúa o de algún equipo de manipulación y de las condiciones de

trabajo, frecuentemente su capacidad es menor de un metro cúbico y puede ser de hasta 2 o 3. Deben tener compuertas que no se atoren y la velocidad de descarga debe ser controlable, de manera que puedan descargarse sucesivamente pequeños incrementos de concreto. Las compuertas usualmente se operan manualmente, excepto en los cubos grandes para concreto en masa, los cuales tienen controles hidráulicos o neumáticos.

Los cucharones (cubos) abatibles, a menudo se utilizan en la construcción de edificios, siendo su principal ventaja su escasa altura que permite llenarlos con facilidad desde mezcladoras en tránsito. Se obtienen los mejores resultados con cualquier cucharón (cubo) cuando la compuerta de descarga se encuentra colocada simétricamente en su parte inferior. La segregación del concreto es menor y hay menor tendencia del cucharón (cubo) suspendido a voltearse cuando se descarga el concreto.

BANDAS TRANSPORTADORAS El concreto puede conducirse por medio de bandas transportadoras. Un sistema, que consiste en tramos cortos de banda transportados en un camión mezclador, permite que éste coloque el concreto premezclado hasta 4 metros de altura y en cualquier lugar que se encuentre situado dentro de aproximadamente los 6 metros de la canaleta de descarga del camión. Otros sistemas están formados por transportadoras portátiles, que utilizan una serie de bandas transportadoras para conducciones a larga distancia, o en transportadoras extensibles, con dispositivos para descargas laterales en determinados puntos localizados a lo largo de la transportadora. Las bandas pueden mover el concreto a grandes distancias horizontales y hasta cierta altura vertical. El ángulo máximo para la elevación del concreto, alrededor de 30° se reduce cuando se transportan mezclas de alto revenimiento. De igual manera, la capacidad de la banda que usualmente fluctúa entre 50 y 60 yardas cúbicas por hora, con velocidades hasta de 100 yardas cúbicas por hora, se restringe cuando se emplean mezclas más húmedas. La fuerza de operación de la banda la suministra un motor de gasolina de transmisión hidráulica, o bien un motor eléctrico.

CARRETILLAS Y CARRITOS Pueden utilizarse carretillas con llantas neumáticas para mover pequeñas cantidades de concreto a cortas distancias. La distancia horizontal máxima que corre una carretilla es de aproximadamente 60 metros. Un trabajador con una carretilla puede mover un máximo de 1 1/2 metro cúbico de concreto por hora.

Los carritos o carretas de dos ruedas pueden ser operados manualmente o impulsados por energía eléctrica. Las carretas operadas manualmente pueden transportar alrededor de 2 o 3 metros cúbicos cada una a una distancia máxima de aproximadamente 60 metros. Un trabajador y una carreta puede mover un máximo de 5 metros cúbicos de concreto por hora en condiciones favorables. Una carreta impulsada por energía eléctrica tiene capacidad hasta de 1/2 metro cúbico

y puede mover un máximo de 20 metros cúbicos de concreto por hora si se transporta a una distancia moderada, que no debe exceder de 300 metros.

OTROS MÉTODOS En muchas obras se ha observado que es conveniente descargar el camión mezclador en una tolva desde la cual puede cargarse el concreto en carritos, cucharones (cubos) o algún tipo de transporte. Puede ser necesario levantar el camión en una rampa para suministrar la suficiente altura libre de descarga. Empleando una tolva agitadora, puede obtenerse flexibilidad de operación y ocasionalmente permite que el camión descargue sin demora.

Para transportar concreto alrededor de la obra, se han utilizado carros pequeños de descarga lateral operando en secciones portátiles de vía para monorraíl. Estos están limitados a movimientos horizontales. También se han empleado cucharones (cubos) que descargan en el extremo de una carretilla elevadora de horquilla.

En la construcción de edificios muy altos se utilizan malacates o torres elevadoras. Los camiones de premezclado pueden descargar directamente en el cucharón (cubo) usualmente carga otra tolva de la cual se toma el concreto para las carretillas o carritos que lo distribuyen en los diferentes pisos.

SEGREGACIÓN Una de las consideraciones más importantes en el manejo del concreto, es el evitar la segregación o separación del agregado grueso del mortero.

El concreto no es un material homogéneo y está sujeto a esfuerzos que tienden a separar los materiales que lo componen. La separación debe prevenirse antes de que se presente, en lugar de tratar de corregirla posteriormente. El concreto debe caer verticalmente, cual quiera que sea el tipo de equipo que se emplee para conducirlo. No debe dejarse caer en el acero de refuerzo y otros objetos que tienen dispositivos de control en los extremos no se presentaran mayores dificultades con respecto a la segregación durante el transporte del concreto.

BOMBEO DE CONCRETO La transportación del concreto por medio de una tubería se ha venido empleando desde el año de 1930, utilizando bombas que pueden manejar concreto que contenga agregado hasta de 2 1/2 a 3 pulgadas. Estas bombas pesadas son especialmente útiles en proyectos de construcciones pesadas como puentes, presas y obras similares. En la construcción de edificios se utilizan extensamente bombas con líneas pequeñas.

Las condiciones que se prestan especialmente para el bombeo, existen en aquellos sitios y áreas en donde el acceso es limitado y el lugar está congestionado con materiales y equipo, como ocurre en muchas obras ubicadas dentro de la ciudad. Casi todas las bombas, grandes o pequeñas, pueden bombear verticalmente y por lo tanto se prestan convenientemente para la

construcción para la construcción de edificios muy altos. Una bomba ocupa poco espacio y puede situarse en cualquier lugar al cual puede llegar el camión del premezclado. La tubería y la manguera se colocan fácilmente fuera del paso y ocupan muy poco espacio. En lugares poco accesibles para los camiones de premezclado, tales como la ladera de una colina muy pronunciada, una bomba puede mover fácilmente el concreto por encima de las obstrucciones, lo que sería excesivamente difícil que pudieran hacer los camiones. Su capacidad puede ser hasta de 90 yardas cúbicas por hora dependiendo su velocidad real de la longitud de elevación vertical, del revenimiento, de las proporciones de la mezcla y del tamaño máximo del agregado. Por lo general, estas bombas con tubos de diámetro pequeño varían desde las utilizadas para lechadas hasta las empleadas para yeso.

Las de menor tamaño, que son más pequeñas que las que se utilizan para mortero o yeso, no deben confundirse con las de mayor tamaño que pueden manejar mezclas de concreto que contengan agregado hasta de 1 1/2 pulg. Existen varios modelos de bombas de pistón, impulsadas ya sea hidráulica o mecánicamente y en su gran mayoría están provistas de dos pistones que alternan la carrera de impulsión.

Un tercer tipo de bomba es neumático en el cual el concreto es transportado a través del tubo por presión de aire en forma similar al concreto, lanzado, pero se descarga a menor velocidad.

Todavía hay otro tipo de bomba, el Moyno, que consiste en un rotor en forma de taladro (1 barreno) que gira dentro de un estátor forrado de hule en forma muy semejante a una transportadora de tornillo sinfin.

Las líneas de entrega de la bomba pueden ser de tubería rígida o de manguera. Usualmente la tubería es de acero. Ocasionalmente se ha utilizado tubería de aluminio, pero se ha observado que una reacción entre el concreto y el aluminio propicia la formación de gas hidrógeno el cual reduce en gran medida la resistencia del concreto. Por esta razón no debe emplearse esta tubería. Los conductos flexibles y la manguera, aun cuando desarrollan mayor resistencia al bombeo y por este motivo deben utilizarse al mínimo en cualquier instalación de tubería, proporcionan flexibilidad en la distribución del concreto. La manguera de hule no debe insertarse adyacentemente a la bomba, especialmente en una línea de gran longitud. El cambio de dirección se logra mejor con curvas de radio grande que con codos. La resistencia mínima al bombeo puede obtenerse con un máximo de tramos rectos de tubería, el empleo de la tubería que no presente abolladuras y concreto incrustado, el uso mínimo de codos y manueras, y tubería del mayor diámetro practico. Existen extensiones con aguilonas, que ayudan a llevar el conducto por encima de cualquier obstrucción para llegar a los moldes.

MATERIALES El tamaño, forma y proporciones de los agregados son muy importantes para la obtención de un concreto susceptible al bombeo. Algunos operadores sugieren que el tamaño máximo del agregado grueso debe no ser mayor de aproximadamente el 40% del diámetro del conducto. Los agregados redondeados o semirredondeados producen mejores mezclas para el bombeo que los contienen una gran proporción de material triturado, aún cuando este último puede utilizarse satisfactoriamente. Si se hace necesario emplear agregado grueso de roca triturada, debe tomarse cualquier medida para asegurar la plasticidad máxima del concreto.

La granulometría de los agregados debe ajustarse a los requerimientos del código o especificaciones, conforme a los cuales se esté realizando el trabajo. La arena debe contener finos adecuados, de los cuales del 15 al 20% pasen por la malla No. 50 y por lo menos un 3% por la del No. 100. En mezclas de 1 o 112 pulgadas el agregado total debe contener alrededor del 10 al 15% de grava.

COLOCACION DEL CONCRETO El término correcto para describir el acto de depositar y consolidar el concreto en los moldes de "colocación". El concreto no se "cuela", aún cuando esta expresión es aceptada comúnmente en nuestras conversaciones relacionadas con la obra. El empleo de esta palabra se inició en la época en que efectivamente se colaba el concreto aguado, con cantidad excesiva de agua, lo que permitía que fluyera hasta su lugar.

Inicialmente se utilizó el concreto para la construcción de presas, cimentaciones pesadas y otras estructuras relativamente voluminosas masivas, en las cuales un concreto a base de tierra húmeda, se compactaba in situ casi manualmente. Cuando más tarde se introdujo el concreto reforzado, los estrechos moldes que contenían acero de refuerzo requirieron de un concreto de consistencia plástica con alto contenido de agua y dicho material entró a la era de las mezclas muy fluidas que se colaban in situ. Sin embargo, los estudios hacían notar las fallas y omisiones de los altos contenidos de agua. Por lo tanto, alrededor de 1930, la introducción de la vibración a alta frecuencia para consolidar el concreto señaló el camino práctico para manejar mezclas poco trabajables y relativamente secas. En la actualidad casi todo el concreto, cualquiera que sea su aplicación, es consolidado por vibración y prácticamente ya no se utilizan mezclas conteniendo cantidades excesivas de agua.

DEPOSITADO DEL CONCRETO EN LOS MOLDES Una regla básica es que el concreto debe depositarse tan cerca como sea posible del sitio donde se utilizará finalmente. Debe descargarse tan verticalmente como sea posible. Usualmente son necesarios, canalones de descarga o conductos en "forma de trompa de elefante" para conducir el concreto a través de zonas congestionadas de acero de refuerzo u otras unidades. Un cucharón (cubo) de una grúa, moviéndose en la parte superior de la cimbra de un muro se utiliza generalmente una tolva o una serie de tolvas, provistas de un canalón de descarga.

En la práctica, por lo general es necesario limitar la caída libre a unos cuantos metros porque puede haber obstrucciones en el molde. Como una medida práctica de seguridad, las especificaciones normalmente limitan la altura de la caída libre.

La colocación debe ser lo suficientemente rápida para cubrir incrustaciones (escamaciones) de mortero en el acero o en los moldes antes de que se sequen. El concreto para pilotes colocados in situ y cimientos profundos para cámaras neumáticas, necesita dejarse caer a considerable altura. En este caso la colocación debe ser tan continua como sea posible, ya que la consolidación en la sección inferior de los cimientos depende del impacto de las sucesivas porciones de concreto que se van acumulando. Una consistencia plástica con revenimiento de aproximadamente 10 cm. es la adecuada, aún cuando un molde angosto o particularmente hondo puede requerir un revenimiento hasta de 15 cm.

En losas, las revolturas de concreto deben colocarse formando capas sucesivas contra o hacia las precedentes, no lejos de estas, no debiendo depositarse en pilas separadas. Si la losa se encuentra en una pendiente, la colocación debe principiar en el extremo más bajo de esta. En una estructura que consista en columnas monolíticas, vigas y losas, el concreto debe colocarse por la parte superior de las vigas o columnas y a continuación dejarlo fraguar durante dos o tres horas, lo que depende del tiempo, hasta que tenga lugar el fraguado y en seguida se coloca la losa.

Si no se sigue este procedimiento, pueden formarse grietas en el sitio donde el molde de la losa se une a la viga, o ésta se une a la columna.

El concreto en masa para presas y estructuras similarmente voluminosas, se coloca en coladas de 1.5 a 2 metros de profundidad, y cada una consiste en varias capas. Para evitar juntas frías éstas coladas se llevan a través de la cimbra en una serie de etapas, siendo la No. 1 la del mortero, a continuación la No. 2 y así sucesivamente hasta la etapa final de la parte superior.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO BAJO LA LLUVIA En condiciones lluviosas, usualmente debe tomarse una decisión rápida para poder hacer frente al problema planteado, tomando las medidas necesarias. Debe tenerse cerca una provisión de cubiertas protectoras. La colocación del concreto no debe iniciarse durante una tormenta, sino que debe demorarse hasta que haya una seguridad razonable de que pueda concluirse la colocación antes de que principien las lluvias. Si esto ocurre mientras se está colocando el concreto y la obra debe continuar porque no es posible dejar una junta de construcción, una lluvia muy menuda no producirá daños siempre y cuando se tomen las siguientes precauciones:

1. Colocar el concreto con un revenimiento un poco menor.
2. Secar los encharcamientos formados en la cimentación o en el concreto viejo que se encuentra en la junta antes de colocar el nuevo.
3. Cubrir el área de trabajo con todas las lonas o toldos, que deban permanecer en el lugar hasta que fragüe el concreto.
4. Dar a la superficie del concreto nuevo una leve inclinación para que el agua corra.
5. Evitar trabajar la superficie del concreto nuevo. Después de que el concreto haya alcanzado un cierto grado de endurecimiento, se le proporciona un cierto declive, de ser posible para el drenado.
6. Si la lluvia es tan intensa que no sea posible secar los encharcamientos o evitar que se deslave la superficie, debe suspenderse el trabajo.

Durante aguaceros tormentosos de corta duración, a menudo es posible cubrir los moldes con una cubierta temporal y suspender el trabajo hasta que pase la tormenta.

MÉTODOS ESPECIALES DE COLOCACIÓN En un cierto número de ocasiones se presentan problemas únicos en el manejo, colocación y consolidación del concreto, entre los cuales se encuentran los moldes deslizantes, la colocación subacuática, concreto con agregado colocado previamente y varios otros. En algunos casos es necesario modificar los procedimientos normalmente para colocar el concreto. Cuando esto ocurre, se hace con pleno conocimiento de causa y con todo cuidado, al igual que contando con protecciones y controles que compensen las modificaciones correspondientes.

CONSOLIDACION Una vez que el concreto ha sido depositado en los moldes debe ser compactado y vibrado para convertirlo en una masa sólida, uniforme, exenta de vacíos, bolsas de rocas o superficies arenosas. Hace muchos años la consolidación se lograba utilizando trabajadores que manejaban una gran variedad de azadones, pisones y otras herramientas similares. En la actualidad casi todo el concreto se consolida por medio de vibradores de alta frecuencia, que pueden ser de diversos tipos y tamaños, pero todos pueden agruparse en dos clasificaciones: los vibradores sumergibles y los vibradores exteriores, lo que depende de que operen sumergidos en el concreto o apliquen su vibración en la superficie de éste.

EQUIPO Los vibradores interiores que deben sumergirse en el concreto operando a velocidades de 5500 a 15000 vpm (vibraciones por minuto) son de diversos tamaños; los hay desde los que tienen 3/4 de pulgada de diámetro y hasta los de 6 1/2 y las cabezas pueden tener desde 10 hasta 28 pulgadas de largo. Los de mayor tamaño se utilizan para concreto en masa y operaran en el menor rango de frecuencia; varios de ellos deben ser manejados por dos personas. La mayoría de

ESTA TESIS HA DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

los vibradores son eléctricos o impulsados por aire y, en algunos casos, por pequeños motores de gasolina.

OPERACIÓN El concreto debe consolidarse a la máxima densidad, posible, con el fin de que no se formen bolsas de agregado grueso y de aire retenido y se distribuya uniformemente en todas las superficies de los moldes y de los materiales ahogados. Los vibradores deben aplicarse al concreto inmediatamente después de que ha sido depositado. Para consolidar cada capa de concreto, el vibrador debe funcionar en una posición casi vertical y la cabeza vibratoria debe penetrar ligeramente en el material y volver a vibrar en la porción superior de las capas subyacentes.

La conclusión de la vibración se manifiesta en que la superficie del concreto adquiere una apariencia aplanada reluciente, cesa la aparición de burbujas de aire, el agregado grueso se mezcla en la superficie pero no desaparece y el vibrador, después de un movimiento lento inicial al ser introducido en el concreto, reasume su velocidad normal.

CURADO DEL CONCRETO

El curado es un requisito indispensable para obtener un concreto durable y de buena calidad. Si el concreto no se cura adecuadamente, tendrá una resistencia baja, poca durabilidad y otras deficiencias que desmerecen la utilidad y la apariencia de la estructura. El curado propicia la hidratación del cemento la cual ha sido explicada como el proceso químico de la reacción entre el agua y el cemento, una reacción que principia en el momento en que dos materiales se fusionan y que continúa en forma constante y decreciente durante meses e incluso años bajo circunstancias favorables.

El curado es un método que evita la pérdida del agua del concreto durante un periodo razonable de tiempo, que lo mantiene a una temperatura apropiada y que lo protege contra cualquier daño, es por esto que todo concreto debe someterse al curado.

Si el concreto se cura durante siete días antes de dejarlo secar, alcanzará alrededor del 80% de la resistencia del concreto curado durante 28 días.

1.1.11 PRUEBAS DE LABORATORIO MAS IMPORTANTES DEL CONCRETO HIDRAULICO, REVENIMIENTO RESISTENCIA Y PESO VOLUMETRICO.

PRUEBA DE REVENIMIENTO.

Es una prueba que se usa ampliamente en las construcciones de todo el mundo. La prueba de revenimiento no mide la trabajabilidad del concreto, pero es muy útil para detectar variaciones en la uniformidad de una mezcla de proporciones nominales determinadas.

Las especificaciones de la prueba son como sigue:

El molde para la prueba de revenimiento es un cono truncado de 300 mm. de altura, el cual debe colocarse en una superficie lisa, con la abertura más pequeña hacia arriba, y llenarse con un concreto en cuatro capas. Cada capa se apisona 25 veces con una varilla de acero estándar de 16 mm de diámetro, redondeada en la punta y la superficie superior se aplanan con una cuchara.

El molde debe estar firmemente sostenido en la base durante toda la operación; esto se facilita mediante asas o estribos ajustados al molde.

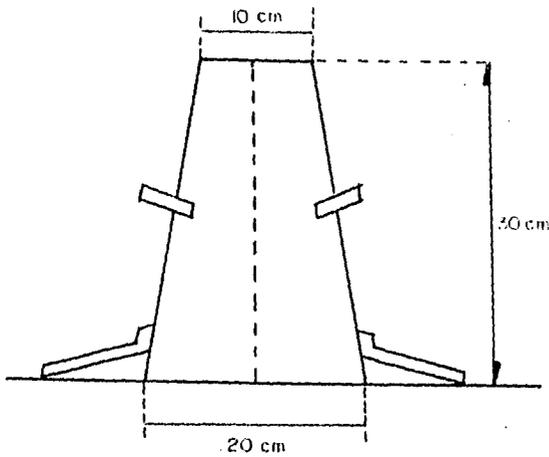
Inmediatamente después de llenarlo, se levanta lentamente el cono, y al faltarle apoyo, el concreto se abatirá o reventará; de ahí el nombre de la prueba. La disminución en altura de la parte superior del concreto abatido se llama revenimiento, y se mide con una aproximación de 5 mm. A fin de reducir la influencia de la variación en la fricción sobre el revenimiento, el interior del molde y la base deberán humedecerse al comienzo de cada prueba. Antes de levantar el molde, el área inmediata alrededor de la base del cono deberá limpiarse quitando el concreto que haya podido caer accidentalmente.

Si en lugar de reventarse uniformemente el cono, como en un revenimiento normal, la mitad del cono se desliza en un plano inclinado, se dice que ha tenido lugar un revenimiento por corte persistente, como puede suceder con mezclas ásperas, esto es un indicio de falta de cohesión en la mezcla.

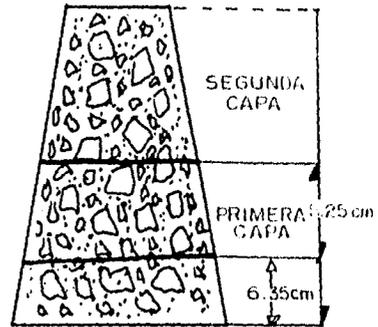
Las mezclas de consistencia rígida tienen revenimiento de cero, por lo que dentro de la gama de mezclas más secas no se detectan variaciones entre mezclas de diferente trabajabilidad.

Las mezclas ricas se comportan satisfactoriamente, pues su revenimiento es sensible a las variaciones en trabajabilidad. Sin embargo, en mezclas pobres con

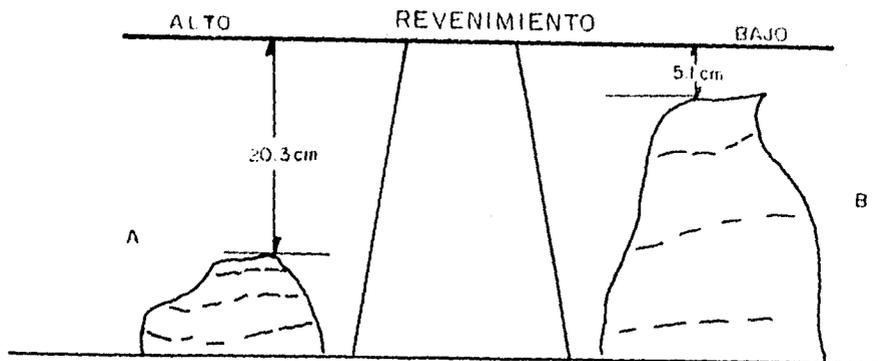
PRUEBA DE REVENIMIENTO



DIMENSIONES INTERIORES
DEL MOLDE PARA LA PRUEBA DE
REVENIMIENTO



CADA CAPA DE CONCRETO DEL
CONO DEBE SER DE APROXIMADAMENTE
DE LA TERCERA PARTE
DEL VOLUMEN DE ESTE



CUANDO SE HABLA DE "ALTO REVENIMIENTO" O "BAJO REVENIMIENTO"
SE ESTA HACIENDO REFERENCIA AL NUMERO DE CM QUE
SE REVIENE O ASIENTA EL ESPECIMEN DE CONCRETO CUANDO SE
RETIRA EL CONO.

tendencia a ser ásperas, un revenimiento normal puede cambiar fácilmente al tipo por corte, ó aún al de desplome, y pueden obtenerse valores ampliamente diferentes de revenimiento.

A pesar de las limitaciones, la prueba de revenimiento se usa mucho en campo para verificar las variaciones de un día a otro ó de una hora a otra en los materiales que alimentan la mezcladora. Un aumento en el revenimiento puede significar, por ejemplo que el contenido de humedad del agregado se ha elevado inesperadamente; otra causa puede ser un cambio en la granulometría del agregado, tal vez consistente en una deficiencia de arena. Un revenimiento muy alto ó muy bajo constituye un aviso inmediato y permite al operador de la mezcladora, remediar la situación.

Esta aplicación de la prueba de revenimiento, junto con su sencillez, motivan su alto grado de utilización.

REVENIMIENTO RECOMENDADO DEL CONCRETO

Revenimiento en cm.	Descripción	Utilizado en
0 a 5	Muy bajo	Unidades precoladas en planta bajo vibración pesada. Pavimentos de calles, carreteras y aeropuertos. Secciones macizas grandes.
2.5 a 7.6	Bajo	Pavimentos y losas para construcciones, cementaciones, estribos, cajones para cimentación, muros de subestructuras. Secciones reforzadas grandes.
5 a 10	Medio	Columnas reforzadas, normales, traves muros, concreto para bombeo, losas estructurales.
10 a 18	Alto Nota No. 2	Solamente para secciones especialmente difíciles y congestionadas, en las cuales no puede emplearse la vibración. Concreto para tolvas subacuáticas.
Más de 18		No se recomienda para uso alguno.

Notas:

- 1) Los límites antes mencionados son para concreto consolidado por vibración a alta frecuencia. Los límites pueden incrementarse en 1.3 para compactación manual.
- 2) Para compactación manual. No exceder el revenimiento indicado.

PRUEBAS DE RESISTENCIA

Los índices de resistencia deben poder determinarse mediante procedimientos de ensaye sencillos, relativamente baratos y que proporcionen resultados reproducibles. Además conviene que los índices de resistencia estén estandarizados para que sean comparables. O sea que, las características de los ensayes, y de los especímenes, deben fijarse con la mayor precisión posible, de modo que se reduzcan a un mínimo los efectos de las variables secundarias que afectan los resultados de ensayes. La estandarización de los índices permite especificar con precisión la calidad de los materiales que se van a emplear o que se van a requerir.

Los índices de resistencia no sirven sino para caracterizar las propiedades del concreto, sino también para controlar la calidad durante su fabricación, ensaye y colocación. Si un material es perfectamente uniforme basta un solo ensaye para definir el índice seleccionado.

Pero el concreto tiene características variables, y es esencialmente heterogéneo. Debido a ello es necesario conocer el grado de uniformidad del mismo, lo cual se logra estudiando la variación de los resultados de ensayes realizados en especímenes

fabricados con muestras representativas. En tales ensayes tiene particular importancia la velocidad de carga.

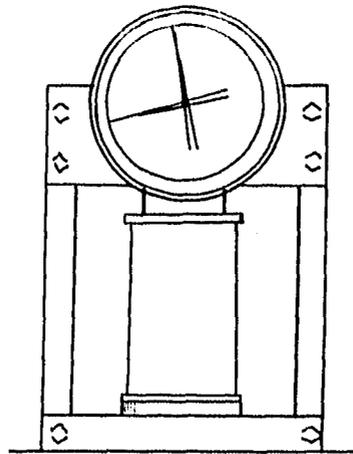
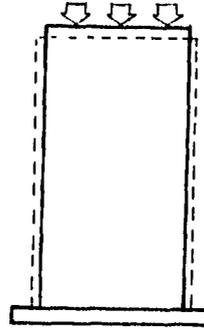
RESISTENCIA A LA COMPRESION.

La prueba de compresión se realiza sobre los especímenes mediante la aplicación de dos fuerzas de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario.

La máquina de ensaye puede ser de cualquier tipo y capacidad suficiente para que pueda proporcionar la velocidad de carga requerida. Debe haber suficiente espacio libre lateral entre los elementos del marco, para permitir la inclusión de anillos circulares de calibración de capacidad adecuada y las placas de apoyo necesarias. La máquina deberá estar equipada con dos placas metálicas de carga, con caras endurecidas; una tendrá asiento esférico y se apoyará en la parte superior del cilindro y la otra será un bloque rígido donde descansará el espécimen. Cada carátula de medición tendrá una escala graduada de 64 cm. de perímetro y dividida por lo menos en 400 partes iguales. Dichas carátulas deben estar equipadas con un mecanismo para ajustar en cero y con un indicador de carga máxima.

La prueba de especímenes de curado húmedo, se hace tan pronto sea practico una vez que se ha retirado el cilindro del cuarto de curado. Al sacar los

PRUEBA A COMPRESION DEL CONCRETO



especímenes del cuarto y hasta antes de ser ensayados, se cubren con lienzos húmedos, pues deben ser probados en condición húmeda. Es de importancia obtener el diámetro promedio de los cilindros y esto se logra promediando el valor de los dos diámetros que forman un ángulo recto, medidos aproximadamente a la mitad de la altura del espécimen, con aproximación de 0.25.

La placa inferior se coloca sobre la cara o masa de la máquina, directamente abajo de la placa de apoyo con asiento esférico. Se limpia perfectamente y se coloca perfectamente y se coloca el cilindro parado sobre la placa inferior, de modo que su eje quede bien alineado con el centro de carga de la placa del asiento esférico. Al bajar la placa superior hacia el espécimen se gira lentamente la porción móvil de aquella hasta obtener un contacto uniforme.

La carga se aplica en forma uniforme y sin impacto a una velocidad constante, para máquinas hidráulicas de 1.4 a 3.5 Kg/cm²/min. hasta que se produzca la falla. Dicha falla comúnmente presenta la forma de un cono.

La resistencia a la compresión, del cilindro ensayado, se obtiene dividiendo la máxima carga soportada durante la prueba entre el área promedio de la sección transversal. El resultado se expresa con una aprox. de 1 Kq/cm².

$$f_c = \frac{4 P_{\max}}{\pi d^2}$$

Una vez obtenido el resultado se proporciona un informe de la prueba de cada cilindro. Dicho informe incluye:

- 1) Número de identificación del cilindro
- 2 Diámetro y longitud del cilindro (cm)
- 3 Area promedio de la sección transversal
- 4 Carga máxima soportada
- 5 Resistencia a la compresión calculada
- 6 Tipo de falla, si es diferente al cono usual
- 7 Defectos en el espécimen o en las cabezas
- 8 Edad del espécimen

RESISTENCIA A LA FLEXION. Existen tres tipos de ensayos de flexión sobre vigas de prueba de concreto. Los mas comunes emplean una viga simplemente apoyada y la someten ya sea a la acción de dos fuerzas de igual magnitud, en cada tercio del claro, o bien a la acción de una sola fuerza en el centro del claro.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION

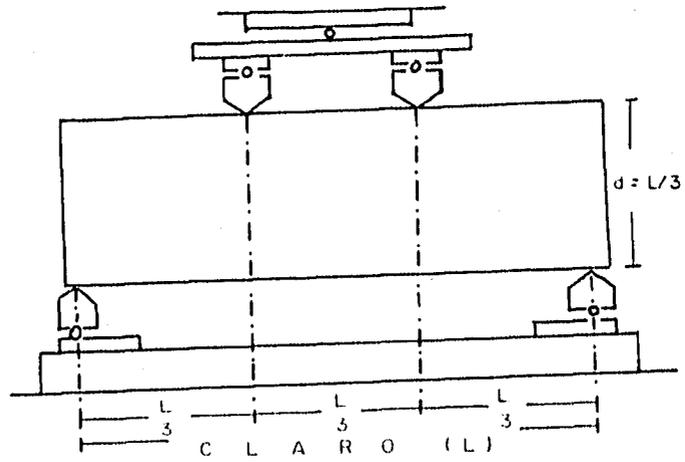


FIGURA CARGA DE TERCIOS DEL CLARO

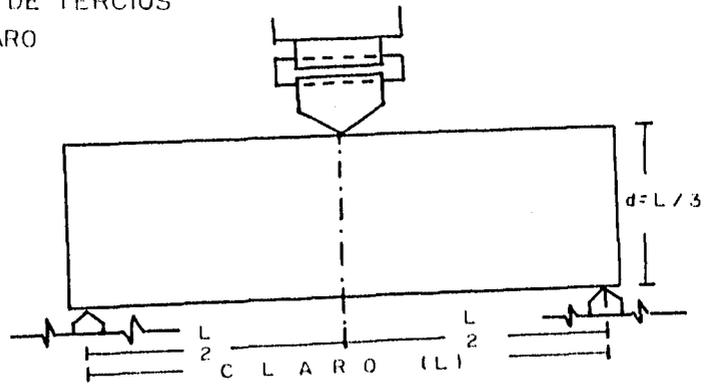


FIGURA CARGA EN EL CENTRO DEL CLARO

Dicha prueba se realiza con una maquina de ensaye que cumpla con las normas que rigen a dichas máquinas. El método de cargar sobre los tercios del claro se usará en ensayos de flexión empleando placas de carga que aseguren que las fuerzas aplicadas a la viga sean verticales y sin excentricidad. Un dispositivo que permite que se lleve a cabo este propósito es el mostrado en la figura 1.

El espécimen debe girarse hacia uno de sus lados (respecto a la posición inicial bajo la cual fue colocado) y centrado en las placas de apoyo. Las placas de aplicación de carga se llevan a su contacto con la carga superior y sobre los puntos externos del tercio central del claro entre apoyos. Si no existe un contacto completo se deberá cabecear la viga en los puntos de carga hasta que se logre dicho contacto.

La carga se aplica rápidamente y sin impacto hasta alcanzar aproximadamente el 50% del valor de la carga de falla y después se aumenta con una velocidad tal que no existan incrementos de esfuerzos en la fibra extrema que excedan a 10.5 Kg/cm²/min.

Conviene aclarar que las medidas deben tomarse con una aproximación de 0.25 cm. al obtener el ancho promedio y le peralte promedio del espécimen en la sección de falla.

Si la falla ocurre dentro del tercio de medio del claro el módulo de ruptura se obtiene mediante la siguiente expresión

$$R = \frac{P L}{b d^2} \quad (\text{kg/cm}^2.)$$

donde: R - módulo de ruptura (kg/cm²)
P - Carga máxima aplicada (kg)
L - Longitud del claro en apoyos (cm)
b - Ancho promedio del espécimen (cm.)
d - Peralte promedio del espécimen (cm)

Si la falta ocurre fuera del tercio medio, en menos del 5% del claro, el modulo de ruptura es:

$$R = \frac{3 P a}{b d^2} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

donde: a - Distancia entre la línea entre la falla y el apoyo mas cercano medida sobre el eje de simetría de la superficie inferior de la viga.

Si la falla ocurre fuera del tercio de medio, en más del 5% del claro, los resultados de la prueba son descartados. Si la prueba se realiza en una viga libremente apoyada, sujeta a una sola carga concentrada, Fig 2 En este tipo de ensaye, el modulo de ruptura se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{3PL}{2 b d^2} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

En ambas pruebas se debe proporcionar la siguiente información:

- 1) Número de identificación del espécimen.
- 2) Ancho promedio (cm).
- 3) Peralte promedio (cm).
- 4) Longitud del claro entre apoyos (cm)
- 5) Carga máxima soportada (kg)
- 6) Modulo de ruptura en flexión (kg/cm²) aproximado a 0.5 kg/cm²
- 7) Tipo de prueba
- 8) Defectos del espécimen
- 9) Edad del espécimen

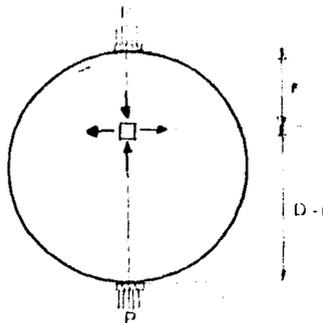
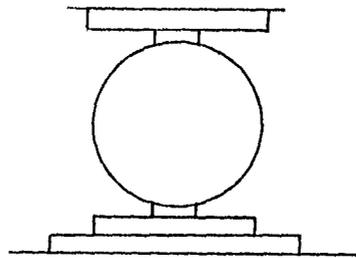
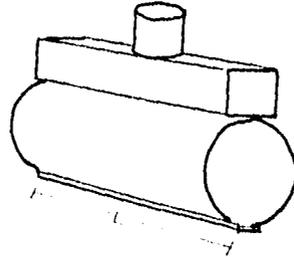
RESISTENCIA A LA FLEXO - TENSION (PRUEBA BRASILEÑA).

Como se puede observar, existen grandes dificultades para realizar ensayes de tensión uniaxial en especímenes de concreto. El principal inconveniente es que, en sí, el tipo de ensaye es difícil de efectuar y los resultados son pocos reproducibles. Por ello, recientemente se ha estandarizado una prueba indirecta de concreto en tensión llamada PRUEBA BRASILEÑA.

Los especímenes de prueba en el método brasileño son cilindros idénticos a los empleados para las pruebas de compresión. La máquina de prueba es también igual a la empleada en compresión y puede ser de cualquier tipo y de capacidad suficiente para que se obtenga la velocidad de carga requerida.

La carga se aplica sobre la longitud total del cilindro para lo cual se emplean placas de carga o barras suplementarias . Para cada espécimen se usan dos tiras de triplay y se colocan en el cilindro y las placas de apoyo inferior y superior de la máquina de prueba, hay que recalcar que no se deben usar estas tiras más de una vez.

PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION POR COMPRESION PROPORCIONA
UNA BUENA INDICACION DE LA RESISTENCIA A LA TENSION DEL CONCRETO



P = CARGA DE COMPRESION SOBRE EL CILINDRO

L = LONGITUD DEL CILINDRO

D = DIAMETRO

r y (D-r) = DISTANCIAS DEL ELEMENTO DE LAS CARGAS
RESPECTIVAMENTE

Sobre los especímenes húmedos, moldeados y curados se marcan líneas diametrales en cada extremo usando un medio adecuado, el cual asegure que ambas líneas estén en el mismo plano axial. Se determina el diámetro promedio de tres diámetros, medidos cerca de los extremos y la mitad del espécimen, observando que queden en el plano que contiene líneas marcadas en los extremos. La longitud del cilindro se obtiene promediando dos longitudes medidas en el plano que contiene los trazos extremos.

Se centra una de las tiras de triplay a lo largo del cemento de la placa de acero inferior y se coloca el cilindro acostado sobre la tira, y se alinea, de modo que las líneas trazadas en sus extremos queden verticales y centradas sobre la tira. Se coloca la segunda tira sobre el cilindro, centrada sobre las líneas marcadas en los extremos del mismo.

La placa superior se coloca en la cabeza de la máquina de prueba. (fig. prueba brasileña).

La carga se aplica en forma continua y sin impacto, a una velocidad constante dentro de un intervalo de 7 a 14 Kg/cm²/min de esfuerzo de tensión, hasta alcanzar la falla. El esfuerzo máximo de tensión del espécimen se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T = \frac{2 P}{\pi L d} \text{ Kg/cm}^2$$

donde: T: Esfuerzo de tensión aproximado a 0.50 kg/cm²
P: Carga máxima alcanzada (kg)
L: Altura del cilindro (cm)
d: Diámetro del cilindro (cm)

Los resultados de la prueba se dan en un informe que contenga lo siguiente:

- 1) Número de identificación del cilindro
- 2) Diámetro y longitud del cilindro (cm)
- 3) Carga máxima alcanzada (kg)
- 4) Esfuerzo de tensión calculado (kg/cm²)
- 5) Proporción estimada de agregado grueso fracturado durante el ensaye.
- 6) Edad del espécimen.
- 7) Historia del curado
- 8) Defectos del espécimen
- 9) Tipo de falla observada

PRUEBA DE PESO VOLUMETRICO

Determinar el peso del concreto fresco por unidad de volumen generalmente ofrece dos perspectivas de aplicación.

Detectar variaciones importantes en la composición del concreto.

Determinar el contenido aproximado de vacíos y comprobar consumo de materiales y volumen del concreto producido por revoltura.

La primera aplicación es útil como medio de control aproximado de la uniformidad de composición del concreto. Considerando que los tres componentes principales (cemento, agregados y agua) tiene diferente peso específico, puede suponerse que una alteración significativa del peso volumétrico (si no se emplea inclusor de aire) puede atribuirse a un cambio importante en la composición. Cuando se emplea un aditivo inclusor de aire, el peso volumétrico también puede atribuirse a una variabilidad imprevista en el contenido de aire incluido siendo conveniente investigar ambos aspectos.

La segunda aplicación se basa en la consideración de que la diferencia entre el peso aparente de una cierta cantidad de concreto y la suma de los volúmenes parciales de sus componentes corresponde al volumen ocupado por el aire (natural y/o incluido). Es decir:

$$\% \text{ vacíos} = \frac{\text{Vol. concreto} - \text{A vol. de componentes}}{\text{Volumen del concreto}} \times 100$$

El volumen efectivo de la revoltura del concreto se obtiene dividiendo el peso total de sus componentes entre el peso

$$\text{Volumen del concreto} = \frac{\text{à Pesos componentes}}{\text{Peso volumétrico}} \text{ (Vol. aparente)}$$

El volumen parcial de cada componentes se determina dividiendo el peso en que interviene entre su densidad.

La determinación del peso volumétrico del concreto fresco es una operación sencilla que requiere de un volumen teórico de muestra igual a 14.2 lt de concreto cuando el tamaño máximo del agregado es de hasta 52 mm (2") e igual a 28.4 lt cuando el agregado es mayor para la ejecución de la prueba es conveniente disponer de muestras que excedan en un 50%, por lo menos a las cantidades teóricas necesarias, conviene observar que el método de prueba establece el

moldeo de concreto mediante varillado, lo que puede ser no aplicable a mezclas de consistencia seca. En estos casos quizá resulte mas conveniente moldear la muestra en la forma mas aproximada posible a como se moldea el concreto en la obra.

El método gravimétrico es usado en campo principalmente para la obtención del peso volumétrico del concreto fresco, pesado esté en un recipiente graduado de volumen conocido, el cual se llena mediante varillado en tres capas. Este peso volumétrico, comparado con el peso de los materiales que se introducen en una olla mezcladora o en una revoladora, nos permite conocer la cantidad real de concreto entregado a la obra. La obtención del contenido de aire se conoce restando la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes de una revoltura, del volumen aparente del concreto mezclado, determinando mediante un recipiente graduado.

$$PV = \frac{\text{Peso del recipiente}}{\text{Volumen del concreto}} \quad \text{Kg/m}^3$$

La suma del peso de los ingredientes, nos da una cierta cantidad P en kg.

$$\text{cemento} + \text{arena} + \text{grava} + \text{agua} = P$$

1.1.12 APLICACION DE LAS PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD MAS IMPORTANTES PARA CONCRETOS HIDRÁULICOS

Con objeto de garantizar una construcción satisfactoria se especifican ciertas unidades del concreto y los a materiales que lo forman. Estos requerimientos se refieren a los materiales utilizados en el concreto, a la dosificación de las mezclas y a las características del concreto plástico y endurecido.

La importancia de realizar pruebas en el concreto se ha demostrado varias veces: especialmente cuando se tienen noticias de fallas estructurales ocasionadas por materiales de mala calidad.

Sin embargo, existen también otros tipos de fallas, no tan espectaculares, pero que son igualmente graves y costosas para el propietario. Como ejemplo, se pueden mencionar el estallamiento, el agrietamiento y la falta de cohesión del cemento, que resulta de emplear agregados que tienen componentes de mala calidad, lo que hubiera podido detectarse realizando pruebas apropiadas. El adecuado control de calidad de los materiales, incluyendo pruebas de laboratorio y de campo, permite que, el ingeniero, el arquitecto, el fabricante, el contratista y el propietario, conozcan las propiedades de los materiales propuestos para la construcción y sirve como guía al fabricante para conservar su producto dentro de los límites establecidos por las especificaciones.

¿ Porque son necesarias las pruebas ?, la razón es que el concreto, al igual que todos los materiales que lo componen ,tiene propiedades variables. Nunca son exactamente iguales dos revolturas de concreto. Se llevan a cabo ensayos para investigar las propiedades de los materiales, y tiene dos objetivos: revelar la cantidad de un producto al tomar la muestra y conocer, cuando se practican varias pruebas, que tan uniforme es el producto. La calidad de los materiales para construcción se controla por medio de pruebas en la planta de producción y en el sitio de la obra.

En el caso del concreto, se efectúan dichas pruebas para asegurarse que los materiales son uniformes, para determinar las propiedades del concreto plástico y obtener especímenes para realizar pruebas de resistencia del concreto a diferentes edades.

LOS TIPOS DE PRUEBAS.

Al considerar la aplicación de pruebas para el concreto, observamos que son dos clases. El primer grupo incluye las pruebas que se aplican al concreto fresco con objeto de controlar y verificar su calidad. En esta categoría se incluyen las

pruebas de revenimiento o consistencia, contenido de aire, peso unitario, contenido de cemento, análisis de la mezcla y rendimiento, así como también pruebas de resistencia en especímenes de concreto fresco.

El segundo grupo comprende las pruebas que se realizan a especímenes de concreto endurecido, no debiendo incluirse las pruebas de resistencia de especímenes que fueron moldeados para probar concreto fresco. El propósito de estas pruebas es aceptar o refutar la calidad del concreto endurecido, usualmente en casos de resultados no satisfactorios obtenidos en especímenes de concreto fresco. Este grupo abarca las pruebas de resistencia efectuados: en la superficie del concreto endurecido en muestra de corazones perforados o especímenes obtenidos mediante cortes en la estructura, así como el análisis del concreto endurecido incluyendo el contenido de aire, y varios otros muy complejos que requieren equipo y técnicas muy especializadas.

MUESTREO DEL CONCRETO FRESCO.

Las muestras deben tomarse de revolturas determinadas previamente de acuerdo a un plan lógico de muestreo. Pueden obtenerse de mezclas de alto y bajo revenimiento para verificarlas y para obtener información especial, pero el solo muestreo de esas mezclas será engañoso y no mostrara la información adecuada del control de calidad.

Es de gran importancia obtener muestras realmente representativas del concreto que va a someterse a prueba y a menudo no se dispensa a esto la suficiente atención. Para minimizar los errores de muestreo, el espécimen debe de tomarse de la porción central de una mezcla representativa de las que se estén utilizando. Una muestra de la mezcla que estén descargando una revoladora debe contener materia de toda la sección transversal del chorro de salida, dicha muestra se obtendrá de la porción del material comprendida entre dos o mas intervalos regulares, de toda la descarga, o bien, debe desviarse del chorro hacia un recipiente evitando tomar tanto la primera como la porción final de la descarga.

Debe volver a mezclarse perfectamente la muestra de carretilla, una paila grande o alguna otra superficie no absorbente. Si tan solo se desea hacer un ensaye de revenimiento para checar la consistencia de la mezcla que se encuentra en la revoladora, puede tomarse una pequeña muestra tan pronto se haya descargado la primera porción de mezcla.

La muestra se toma de un pavimento deberá obtenerse de cinco lugares diferentes en los que se haya colocado el materia, teniendo cuidado en no incluir partes de revolturas previas. Cuando se toman mezclas de un camión mezclador, debe tomarse material del chorro del concreto evitando dejar caer la compuerta de descarga de la mezcladora. La compuerta debe dejarse completamente abierta, regulando la velocidad del chorro por medio de la velocidad rotacional del

cilindro de la mezcladora. Normalmente no deben tomarse muestras de los moldes porque la segregación, el agua excedida y otros factores evitan que la muestra se sea representativa. Ocasionalmente pueden tomarse muestras de la estructura, pero sería para propósitos especiales, no para fines de control de rutina. Algunas veces se especifica el muestreo que debe realizarse en la descarga de una bomba. Una muestra que requiere de ensayos de resistencia deberá llevarse al lugar donde se elaboran los especímenes. No deben moverse los especímenes por lo menos durante doce horas.

La muestra deberá procesarse de inmediato, ya que demora diez o quince minutos, especialmente cuando hace calor, puede reducir los resultados de una prueba de revenimiento en un 50% y puede afectar adversamente otros resultados de ensayos.

CONTENIDO DE AIRE .

Si se estipula o especifica concreto con aire incluido, el contenido de aire del concreto fresco debe determinarse en la primera revoltura del día y cada vez que se cuelen cilindros o siempre que haya cambios importantes en el clima u otras condiciones durante el día. Cuando se coloca concreto en tiempo de frío o calor, debe verificarse a menudo el contenido de aire, particularmente cuando se calientan los ingredientes que lo componen. Existen dos tipos de medidores de aire que se utilizan regularmente, el de presión y el volumétrico, este último a veces se denomina " Rollameter". Existen dos tipos de medidores de presión, tipos A y B. El tipo A consiste en un recipiente de dos secciones, cuerpo superior de una columna larga.

Cuando se aplica presión al recipiente que contiene la muestra cubierta de agua, el abatimiento de nivel de agua en la columna indica el porcentaje de aire que contiene la muestra. El instrumento debe calibrarse para los agregados utilizados en el concreto, con el fin de asegurar su precisión.

Esta se ve afectada por los cambios de la presión barométrica originados por las condiciones del tiempo o por la elevación sobre el nivel del mar.

El medidor de aire tipo B también consiste en una vasija y una tapa; esta unida muy estrechamente sobre la muestra de concreto, de tal manera que se emplea una pequeña cantidad de agua. Se libera un volumen determinado de aire a presión para que haga contacto con el concreto y el abatimiento de la presión, indicando el manómetro de la carátula, proporciona la medición del contenido de aire del concreto. Este medidor no resulta afectado por la presión barométrica, pero debe ajustarse para el agregado, igual que el tipo A.

El medidor volumétrico está formado por un recipiente de dos secciones de cuello graduado. El porcentaje de aire se lee directamente en las graduaciones que

aparecen en el instrumento. El contenido de aire del concreto elaborado con agregado ligero, escoria o cualquier otro agregado de alta porosidad, debe determinarse con el aparato volumétrico, que puede utilizarse igual para el concreto de peso normal. Para llevar a cabo la prueba, se coloca la muestra en la vasija, se aplica la tapa y se llena la vasija de agua hasta el punto indicado en la escala. A continuación se hace girar el medidor hasta que todo el aire de la muestra se haya desplazado con el agua, se coloca el medidor en posición vertical y se lee el porcentaje de aire en la escala.

PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO.

El peso unitario de cualquier material es el peso de un pie cúbico del mismo. Las especificaciones por lo general, no establecen límites para el peso unitario del concreto, excepto cuando se trata de concretos ligeros o pesados en cuyo caso es esencial la regulación estricta de su peso para fines de control. Sin embargo, no es posible un control de calidad completo del concreto normal, sin determinar regularmente el peso unitario del concreto fresco. Se requiere del peso unitario de para calcular el volumen del concreto producido y para determinar el contenido de aire, así como para establecer el factor real de cemento y el rendimiento. Para llevar a cabo estos cálculos es indispensable conocer la gravedad específica de los ingredientes y las proporciones de la mezcla.

La vasija de medición debe tener una capacidad de 112 o de 1 metro cúbico, por lo que depende del tamaño máximo del agregado que tiene el concreto que se está ensayando. Sin embargo, si no se dispone de medición alguna de peso unitario, la parte inferior calibrada de un medidor de alta presión es un buen sustituto para llevar a cabo la verificación rutinaria del peso unitario. Esto se realiza llenando la vasija del medidor de aire con concreto en la forma acostumbrada, enrasándolo y pesándolo. Habiendo determinado el volumen exacto de la vasija del medidor de aire, se requiere de un cálculo muy sencillo para encontrar el peso unitario del concreto, que es igual a:

(PESO DEL RECIPIENTE Y EL CONCRETO) (PESO DEL RECIPIENTE)

VOLUMEN DEL RECIPIENTE

Después de pesar la vasija *V* el concreto fresco se coloca en la parte superior del medidor en su lugar y se determina el contenido de aire en la forma usual.

El peso unitario del concreto fresco suministra una indicación conveniente del peso unitario que puede esperarse del concreto endurecido. Con gran tamaño de agregado máximo se produce concreto de peso unitario elevado. Un peso unitario anormalmente bajo indica ya sea un elevado contenido de aire o una cantidad excesiva de agua para el mezclado. Un contenido elevado de cemento da como resultado un peso unitario elevado.

Ahora pueden elaborarse cilindros de 6 x 12 plg. para efectuar ensayos de resistencia, siguiendo los procedimientos estándar, deben elaborarse tres especímenes para cada ensayo.

También puede determinarse el contenido de cemento, el contenido de agua y el contenido de arena, de ser necesario. No obstante, por lo general rara vez se especifican estos.

Puede determinarse la densidad del concreto midiendo y pesando especímenes para pruebas de resistencia a la compresión. Esto debe efectuarse tan pronto como el espécimen ha sido extraído del molde, antes de que se seque totalmente. Si los cilindros tienen exactamente seis pulg. de diámetro. Por lo general, el número de especímenes está estipulado en las especificaciones de la obra. Cada mezcla debe muestrearse el día que se utiliza y todas las unidades estructurales importantes de la construcción deben estar representadas por un juego de especímenes cuando menos. Las especificaciones deberán establecer cuantos juegos de cilindros se requieren para cada día y para cada volumen máximo determinado, también los juegos de cilindros o vigas para un área máxima determinada de pavimento por cada día. El número de especímenes que forma un juego depende del tipo y tamaño de la estructura, del volumen de concreto y del uso que se dará a los resultados. Nunca debe dependerse de un solo espécimen si se desean obtener resultados confiables. Las muestras para ensayos de resistencia de cada tipo de concreto deben tomarse por lo menos una vez al día o al menos cada 200 m³ de concreto o cada 500 metros cuadrados de área de superficie colocada.

El resultado de cada prueba de resistencia debe ser el promedio de dos cilindros de la misma muestra sometida a prueba a los 28 días, o seis antes, a la edad especificada.

Cuando la frecuencia de los ensayos permita obtener menos de 5 ensayos de una determinada clase de concreto, estos deben realizarse por lo menos cinco revolturas seleccionadas al azar, o cada revoltura si se utilizan menos de cinco. Cuando la cantidad total de una determinada clase de concreto sea menor de 50 metros cúbicos, el inspector de calidad podrá desistir de las pruebas de resistencia si, en su opinión, se cuenta con evidencias adecuadas a que la resistencia es satisfactoria. Las siguientes sugerencias se refieren a la elaboración de cilindros de 6 x 12 plg. para determinar la resistencia a la compresión.

Al elaborar especímenes para pruebas, debe tomarse el concreto de revolturas espaciadas a través del período de operaciones de colocado del concreto, no solamente de una o dos revolturas.

Todo el equipo para la ejecución de ensayos debe estar limpio, sin ningún concreto seco o endurecido adherido al mismo y libre de aceite o algún otro desecho. Tan pronto como se haya concluido un grupo de pruebas, debe limpiarse perfectamente bien el equipo con un cepillo de alambre, utilizando bastante agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESION

La resistencia a la compresión es una de las propiedades del concreto que se determina con mayor facilidad. Un espécimen para ensayos de resistencia, apropiadamente elaborado, suministra valiosa información sobre el concreto.

ELABORACION DE CILINDROS

Los moldes para cilindro deben ser de acero, hierro fundido, cartón recubierto o latas de estaño (delgadas). Los moldes deben estar limpios y ser herméticos (permeables).

Los moldes de metal o de plástico deben aceitarse ligeramente .

Antes de llenarlos deben colocarse los moldes en una superficie firme, nivelada y tersa. Todos deben llenarse hasta su tercera parte y apisonarse exactamente 25 veces con una varilla de acero de 5/8" de diámetro que tenga una punta semiesférica. La segunda y tercera capa deben colocarse de manera similar.

Al apisonarse la primera capa, la varilla no debe tocar el fondo del molde, al hacerlo en las capas subsecuentes, la varilla apenas debe penetrar abajo en la capa de abajo.

La capa superior debe contener un ligero excedente de concreto, que se enrasa con una llana de metal después de concluido el apisonado. Debe evitarse el trabajar o acabar en exceso la parte superior. La superficie del concreto debe ser perpendicular a la del molde.

Deben identificarse apropiadamente los especímenes. Puede marcarse un número en la parte lateral del molde o en el concreto fresco de la parte superior del cilindro y si esto se hace con cuidado da buenos resultados.

Cualquiera que fuese el sistema utilizado para marcar el espécimen, debe ser impermeable, indeleble y permanente. Algunos plumones pueden satisfacer estos requerimientos. Otro método consiste en usar una etiqueta de papel sujeta con alambre. Se anota en ella, con lápiz indeleble o bolígrafo, el número del espécimen, la identificación de la obra y la fecha de su elaboración y, a continuación se ahoga el alambre en el concreto fresco a un lado del espécimen.

La parte superior de los cilindros debe cubrirse con lamina de vidrio, hojas de plástico, yute, o algún otro material similar, para evitar que se seque rápidamente.

Los especímenes deben colocarse inmediatamente en un lugar alejado de las actividades de la construcción y en el que pueden conservarse entre 60 y 80 grados F durante 24 horas. Es conveniente conservarlos en la oficina de campo de manera que puedan mantenerse calientes en invierno y frescos en verano. Por ninguna circunstancia deben moverse los especímenes antes de 12 horas, ya que pueden dañarse fácilmente.

CURADO EN LA OBRA

Algunas veces los especímenes se curan para representar las condiciones de la obra y así determinar cuando deben retirarse de los moldes o cuando pueden ponerse en servicio una estructura.

En el laboratorio los especímenes se almacenan en condiciones húmedas a 74.3 + 3 grados Fahrenheit, hasta el momento de cabecearlos y romperlos. Pueden conservarse en un cuarto con una humedad relativa de 100% o en tanques conteniendo una solución de agua saturada de cal.

OTROS ESPECIMENES PARA ENSAYE DE RESISTENCIA

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

En algunas obras, especialmente las de pavimentación, la resistencia de la flexión es mas significativa que la de compresión. La resistencia a la flexión se determina sobre pequeñas vigas que se cargan en el centro del claro o en los puntos localizados en los tercios del claro. La practica usual consiste en probar vigas de sección transversal cuadrada de 6x6 plg., con cargas aplicadas en los tercios del claro.

Las vigas deben compactarse con varilla, colocando el concreto en dos capas, y aprisionado cada capa 60 veces (en longitudes de 50 cm.). Deben consolidarse los lados y los extremos de cada capa con una llana de metal o alguna herramienta similar. Si debe vibrarse el concreto, se coloca una capa y se procederá a vibrarla. Una vez compactado, se engrasa la parte superior del espécimen con una regla y se termina con una llana de madera. No debe trabajarse demasiado la superficie. Es muy importante lograr un curado apropiado.

MUESTREO DEL CONCRETO ENDURECIDO.

El método mas aplicado para el muestreo del concreto endurecido es la extracción de corazones de la estructura utilizando un taladro de diamante. Las brocas de taladro se disponen de diversos diámetros. el diámetro del corazón depende del diámetro del elemento que se esta ensayando, del tamaño máximo del agregado del concreto y de la existencia de acero de refuerzo o de algún otro material ahogado al que pudiera dañar la extracción de corazones.

La barrena saca corazones debe anclarse apropiadamente y encontrarse en condiciones satisfactorias de operación. Cualquier aflojamiento de la máquina, apoyos sueltos o condiciones similares, puede provocar que la broca oscile y dañe el corazón.

El diámetro del corazón debe de ser por lo menos del doble del tamaño nominal del agregado mas grande del concreto, pero seria mejor que fuera del triple. La relación de la longitud con el diámetro después de haber cabeceado el corazón para realizar pruebas de compresión, debe ser alrededor de 2.

Algunas veces las muestras de concreto desprendido de una estructura son enviadas al laboratorio para efectuar análisis o ensayos. Desde luego, la selección de la muestra, debe hacerse en forma de que esta efectivamente represente la porción exacta del concreto que se desea investigar .

Cada muestra debe marcarse con la información apropiada para su identificación y se colocara en una bolsa o en una caja por separado. Las muestras susceptibles de romperse o desintegrarse deben protegerse con algún material o apoyarse en alguna u otra forma para impedir daños posteriores del concreto. Si el contenido de humedad es importante, la muestra debe colocarse de inmediato en una bolsa de plástico impermeable. No obstante, debe tenerse presente que la mayoría de las maquinas cortadoras y extractoras de corazones utilizan el agua para su lubricación y enfriamiento, por lo que el contenido de humedad en las muestras obtenidas por medio de esas maquinas no es significativo.

ENSAYES DE RESISTENCIA.

Algunas especificaciones estipulan que se saturen los corazones antes de realizar las pruebas de compresión, mientras que otras mencionan que el corazón debe encontrarse en condiciones húmedas similares a las de la estructura, lo que habitualmente, quiere decir, en condiciones secas.

Por norma se recomiendan condiciones de humedad sumergiendo los corazones en agua de cal por lo menos durante 40 horas. Con cierta frecuencia la longitud de los corazones es menor que el doble del diámetro, o sea menos que el valor deseado. Si este es el caso, puede aplicarse un factor de corrección a la

resistencia indicada para proporcionar la resistencia correcta. Aun cuando aparentemente pueda haber alguna duda sobre la conveniencia de llevar a cabo esa corrección en el caso de corazones secos, usualmente se obtendrán valores de la resistencia poco mas precisos si se aplica el factor. La corrección siempre debe hacerse en el caso de corazones ensayados en condiciones húmedas. En realidad para las relaciones L.D de 1.5 y mayores la corrección es menor que el error experimental normal de muestreo y ensaye, mas las variaciones normales en la uniformidad del material que se esta ensayando.

Los corazones deben alisarse aserrando o limando sus extremos para que queden muy lisos y perpendiculares a su eje. Es fácil de usar y proporciona un medio rápido para obtener aproximadamente la resistencia del concreto de la estructura, siendo su precisión de un 10 a un 20%, de lo que depende de su correcta calibración.

El instrumento puede calibrarse sobre concreto que tenga los mismos materiales sobre los cuales se va a ensayar. Para calibrarlo colóquense un cilindro de 6x12 pl., cabeceado al maquina de ensaye y aplíquese una carga de compresión de por lo menos 300 p.s.i. o del 10% de la resistencia esperada.

OTROS ENSAYES .

Algunas veces se recurre a los procedimientos de laboratorio previamente mencionados para determinar el contenido de cemento en el concreto endurecido, la densidad, los vacíos, el contenido de aire, la absorción, especialmente cuando hay dudas con respecto a la calidad el concreto en la estructura. Interpretados apropiadamente, cuando se conocen las propiedades de los agregados, del cemento y los aditivos, y se cuenta con el diseño de la mezcla, los resultados de estos ensayos permiten al ingeniero deducir datos posteriores importantes con respecto al concreto. A menudo se realizan pruebas de esta naturaleza en piezas rotas de concreto, ya sean fragmentos desprendidos de la estructura o pedazos de corazones de cilindros que han sido sometidos a pruebas de compresión.

1.1.13 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION PARA COLADOS BAJO EL AGUA

COLADO BAJO EL AGUA Por lo general las especificaciones prohíben que se cuele concreto debajo del agua. En casos excepcionales cuando se permita, se impondrán ciertas restricciones y medidas de protección a fin de asegurar el mejor control posible. Independientemente de otras restricciones, bajo ninguna circunstancia debe colarse el concreto en agua corriente. En aquellas estructuras que se localizan en una corriente de agua, tales como la cimentación de una pila de puente de un río, el procedimiento normal es el de cercar el área de trabajo mediante ataguías u otros encajonamientos que la protejan contra el movimiento del agua.

La mayoría de los constructores recomiendan incrementar el contenido de cemento respecto al especificado para concreto colado en seco. Sin embargo, las mezclas muy ricas pueden desarrollar excesiva lechosidad. Un manejo cuidadoso del concreto y del equipo pueden minimizar pérdidas del cemento, pero un incremento del 10% del contenido de cemento es una buena garantía.

Tanto la inclusión de aire como el uso de un retardador reductor de agua son benéficos para mejorar la fluidez del concreto y la cohesividad de la mezcla. Se requiere una mezcla plástica y trabajable con un revenimiento de 13 a 18 cm. ya que no puede picarse o vibrarse el concreto. Este debe mantenerse inalterado después de su colocación.

TUBOS TOLVA.(TROMPAS DE ELEFANTE) Se emplean dos métodos para el colado: el de los cubos que descargan por el fondo y el de las " trompas de elefante "; este último es mucho mejor que cualquier otro método. El tubo tolva consiste en un tubo de por lo menos 25 cm. de diámetro, formado por secciones que se unen unas con otras por medio de acoplamientos con anillos de rebordes o de empaques, con una tolva en la parte superior para recibir el concreto.

El tubo tolva debe estar apoyado de manera que permita un movimiento libre en el extremo de descarga en el área en el que se está colando el concreto, y también para permitir un movimiento rápido vertical para regular o detener el flujo del concreto. Un método usual es contar con una grúa exclusivamente para manejar el tubo tolva y otra grúa para manejar los cubos de concreto y otros elementos.

Al iniciar el colado del concreto con tubo tolva, (trompa de elefante), debe utilizarse algún procedimiento para controlar el extremo del tubo. Un método consiste en introducir un saco lleno de paja dentro del tubo antes de iniciar el colado. El peso del concreto obliga a pasar el saco dentro del tubo y dicho saco, a

su vez, hace que el agua salga del tubo. Es evidente que el saco ya no se recupera y la rápida caída y descarga del concreto, antes de que el tubo llegue a llenarse, ocasiona grandes turbulencias. Por estos motivos, el método del saco no es muy adecuado y de ser posible, debe utilizarse otro. Un mejor método consiste en colocar un disco de madera, con un anillo, en el extremo inferior del tubo. Una cuerda atada al disco permite subirlo por afuera del tubo. Una cuerda atada al disco permite subirlo por afuera del tubo hasta la plataforma de trabajo.

Al sumergir el tubo de la tolva dentro del agua, la presión misma mantiene al disco contra el tubo, evitando que el agua penetre dentro de este. Después ya puede llenarse con concreto el tubo, el cual empuja hacia afuera al disco, y se inicia el colado.

El mejor control se logra con una válvula insertada mas o menos a la mitad del tubo. El tubo se sumerge con la válvula cerrada, y luego se deja que entre el aire dentro del tubo por debajo de la válvula, obligando a salir el agua, lo que se manifiesta por las burbujas que ascienden hacia la superficie. Posteriormente se coloca el concreto dentro del tubo hasta que exceda ligeramente la presión del aire, y la válvula se abre, dejando que el concreto caiga sobre un colchón de aire comprimido.

Otro método consiste en utilizar una válvula en la parte inferior del tubo en forma de cono con el vértice hacia arriba. Para iniciar el colado, se cierra válvula y se introduce algo de concreto dentro del tubo antes de sumergirlo. Una vez que el tubo está en su posición, se abre la válvula y se sigue el colado. La ventaja de la válvula en forma de cono es que permite controlar el flujo del concreto.

Para colar concreto con tubo tolva, la parte inferior del tubo debe mantenerse continuamente sumergida dentro del concreto. El movimiento del tubo debe regularse para lograr esto y, al mismo tiempo, que el concreto pueda colocarse en capas aproximadamente horizontales. El tubo debe mantenerse lleno de concreto en todo momento y el flujo regularse al subir o bajar el tubo tolva o utilizando la válvula. Una vez que se ha iniciado el colado, no debe haber interrupciones hasta quedar concluido.

La principal ventaja del colado con tubo tolva es que no es necesario desalojar el agua de área de cimentación; una característica de gran valor ya que permite colocar un sello en la cimentación; una característica de gran valor ya que permite colocar un sello en la cimentación de una excavación profunda debajo del agua. El concreto estructural subsecuente puede colarse en seco. Asimismo, el colado con tubo tolva permite colar rápidamente un gran volumen de concreto a una profundidad considerable.

Desde luego que es virtualmente imposible inspeccionar los resultados, excepto en los casos en que la superficie superior queda expuesta. En algunos trabajos

importantes, se ha recurrido a buzos para hacer una inspección debajo del agua. Generalmente se forman lechosidades excesivas y la calidad del concreto en la totalidad de la masa puede llegar a ser poco uniforme, especialmente en las orillas.

CUBETAS CON FONDO MÓVIL

Pueden utilizarse cubos herméticos para vaciar el concreto por el fondo. Si se emplea un cubo abierto por la parte de arriba, esta debe cubrirse con unas lonas pesadas u otro tipo de material similar para proteger el concreto. El cubo debe descender lentamente en el agua. Debe tenerse especial cuidado en la manipulación de la compuerta de descargarla, la cual no debe abrirse hasta que el cubo hace contacto con la cimentación o con el concreto previamente colado. Una vez descargado el concreto, debe subirse lentamente hasta quedar bien alejado de este.

1.1.14 INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION

La industrialización de la construcción consiste en una serie de actividades coordinadas en el campo técnico, económico, comercial, financiero, legal social y político.

La prefabricación es uno de los caminos que toma la industrialización de la construcción pero evidentemente no es el único. Las técnicas modernas de colados in situ suponen un grado de mecanización por lo menos igual al de la prefabricación, y sin embargo no se trata de un sistema de prefabricación.

Puede decirse, que la industrialización de la construcción es el empleo en forma racional y mecanizada de materiales, medios de transporte y técnicas constructivas para conseguir una mayor productividad.

La prefabricación, en cambio, es un procedimiento industrializado de construcción que utiliza en gran medida elementos fabricados en serie previamente a su colocación en obra.

Dentro de este concepto se distinguen dos sistemas fundamentales.

- 1) Prefabricación Abierta. Que es aquella que utiliza elementos fabricados en serie de distinta procedencia, que se prestan al montaje según combinaciones muy variables, y por consiguiente, intercambiables en cierto grado.
- 2) Prefabricación cerrada. Que es la que utiliza elementos fabricados en serie, no previstos para la posibilidad de intercambiarlos con otros de procedencia ajena al propio sistema, y que exigen una coordinación estricta en las fases de proyecto, fabricación, transporte y montaje de elementos.

Por el sistema abierto, que opera con elementos estandarizados, relativamente pequeños, y en los cuales tiene que basar el arquitecto y que constituyen la producción estándar de la factoría.

Por el sistema cerrado, ó sistema completo, este tipo de sistema incluye normalmente todas las fases de la construcción hasta que el edificio está completamente acabado y listo para ser entregado al propietario.

Estos sistemas son conocidos como de grandes paneles, pues están basados en la idea primaria de dividir el edificio en paneles lo más grandes que sean posibles.

Dentro de la industrialización de la construcción se puede construir, viviendas principalmente en edificios administrativos, escuelas, construcción rural;

instalaciones ferroviarias, construcciones hidráulicas, muros de contención, construcción de puentes.

El éxito de la prefabricación depende en gran parte de las juntas.

Los detalles de las juntas deben estar planteados de tal modo que todas las fuerzas estáticas, sean transmitidas de un modo directo. La estabilidad de los edificios depende del modo de enlazar los elementos especiales cuando se trata de edificios elevados.

Las juntas deben estar dispuestas de tal modo que los edificios sean completamente impermeables. Ni el viento ni la lluvia deben entrar en modo alguno por las juntas.

La construcción está hoy dominada por el cambio-cambiante de técnicas organizacionales y enfoques. A dichos cambios se les ha dado varios nombres industrialización; sistemas constructivos, prefabricación, racionalización y otros que reflejan distintos puntos de vista. Un cuidadoso estudio sobre la industria de la construcción, revela un paso de las prácticas tradicionalmente aceptadas a los nuevos métodos que incluyen el análisis, investigación, desarrollo, fabricación y mercado.

Los informes sobre la industrialización que en un principio eran escasos, han ido aumentando de volumen con los años.

Aunque la participación de la industria en la construcción es cada vez mayor, todavía no se han llevado a la práctica todos los estudios teóricos sobre construcción industrializada.

Cientos de miles de personas de todo el mundo que desean una vida mejor, están esperando y pidiendo una reforma del entorno para satisfacer sus necesidades y deseos.

Muchos de los que estamos relacionados con la construcción nos damos cuenta de que somos parcialmente responsables de no haber conseguido este objetivo.

Muchos atribuimos al proceso industrial el caos del entorno en que vivimos. cuando los verdaderos responsables son los hombres e Instituciones que no han aprendido a controlarlo.

La edificación es una de las operaciones más difíciles y complejas. Coordinar el terreno, dinero, mano de obra, materiales y todo el equipo para construir para construir incluso una casa pequeña, es mas complicado que el de construir un transatlántico. Es preciso reunir uno a uno cientos de productos distintos, procedentes de varios fabricantes que nos llegan a través de diversos conductos

Los precios de la construcción, son elevados, la calidad baja y la producción inadecuada.

Desde un punto de vista, tecnológico es evidente que la construcción de edificios adaptarse mejor a las condiciones sociales de nuestro tiempo, así como a los medios contemporáneos de producción: fabricas, herramientas, investigación y organización.

Las nuevas técnicas y materiales nos ofrecen un número casi ilimitado de posibilidades.

Podemos producir estructuras de altura increíble, controlar el clima y sostener edificios con aire. Disponemos para ello de una colección desconcertante de métodos y materiales donde escoger.

Paradójicamente, gran parte de la edificación actual es caótica debido precisamente a este conjunto desconcertante de opciones y técnicas interrelacionadas. Es espantoso pensar que aún siendo la producción capaz en potencia de satisfacer las necesidades vitales de todos. los hombres, mujeres y niños del mundo, millones de personas se encuentran todavía sin hogar.

1.1.15 PROCEDIMIENTOS DE FABRICACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO

El concreto precolado se define como un "elemento de concreto simple o reforzado, colado en un lugar distinto al ocupado definitivamente en la estructura". Esta definición incluye aquellos elementos que se elaboran en una planta central de precolados localizada a cierta distancia de la obra, al igual que las unidades que se fabrican en el sitio de la obra y que posteriormente se colocan en su posición definitiva. En la industria de la construcción, tanto el concreto precolado como el presforzado se consideran precolados y se discuten conjuntamente, aun cuando una sección se dedica exclusivamente a los detalles especiales del presfuerzo.

La creciente construcción moderna ha conducido al desarrollo de la industria del precolado debido a la naturaleza misma de la construcción. Los muros muy elevados, los requisitos arquitectónicos, la necesidad de los grandes espacios libres de obstáculos dentro de los edificios y los requisitos de control de calidad, han contribuido a desarrollar calidades óptimas del concreto precolado (y presforzado), que también se han aprovechado en los pequeños edificios.

Con el prefabricado se logra un buen uso del concreto, debido a que esto permite adaptarse aun a las formas más complejas. La producción masiva y el conjunto de técnicas de montaje conducen a obtener economías y medidas adecuadas de control de calidad que son difíciles o imposibles de alcanzar en la obra. Las unidades precoladas pueden colocarse rápidamente, lo cual implica obtener aun mayores economías.

El concreto presforzado requiere menor cantidad de acero de refuerzo y de concreto que los elementos de concreto reforzado colados in situ de igual resistencia. Las unidades presforzadas, comparadas con el concreto reforzado convencional, son más esbeltas, menos pesadas y su relación peralte-claro es menor, lo cual permite cubrir un mayor espacio libre dentro de una construcción, una reducción del peso de la misma, ahorros en las dimensiones de las columnas y cimientos y una menor altura para un mismo número de pisos.

1. TIPOS DE ELEMENTOS

Las unidades o elementos se clasifican de diferentes maneras: pueden ser de concreto reforzado convencional, o bien, presforzadas; pueden ser elementos de carga o no (un elemento de carga es aquel que soporta parte de las cargas muertas vivas de una estructura mientras que el que no es de carga, simplemente esta sujetado o soportado por la estructura. A continuación se presenta una descripción general de algunas unidades o elementos.

Las unidades estructurales pueden ser trabes, vigas o viguetas, unidades nervadas o unidades con sección de cajón o huecas. Las unidades arquitectónicas son de diversos tipos tales como muros y ventanas, cerramientos, antepechos (faldones), paneles ornamentales en bajo relieve y otras unidades específicas. Entre los distintos elementos precolados se incluyen pilotes de diferentes secciones, ductos para instalaciones, postes de alumbrado, durmientes para vías de ferrocarril y otras unidades ornamentales.

Entre las unidades de carga de una estructura se incluyen las vigas, columnas, nervaduras y viguetas. Las vigas y trabes frecuentemente tienen claros de 30 metros, mientras que las viguetas pequeñas llegan a medir tan solo de 3 a 3.60 metros de longitud. Las vigas T son unidades presforzadas que se utilizan en pisos y techos; las vigas T simples, normalmente se emplean en elementos pesados para claros hasta de 30 metros y las doble T comúnmente se utilizan en claros cortos. Entre otros tipos se incluyen las canales, las T múltiples, las losas F y las secciones Y o alargadas (figura). Las unidades de losas aligeradas incluyen aquellas losas de corazón extruido las losas aligeradas de concreto húmedo y las losas macizas. Las unidades aligeradas tienen de 40 a 122 cm de ancho por 10 a 30 cm de espesor. Las losas macizas no tienen más de 8 cm de espesor y a veces se usan como cimbra para pisos colados en el lugar.

Las unidades aligeradas frecuentemente se fabrican por extrucción en unidades presforzadas de gran longitud que posteriormente son cortadas a las longitudes requeridas (figura).

Entre los elementos arquitectónicos se incluyen los muros aparentes, que no son de carga. Tales unidades normalmente tienen superficies y acabados por ambos lados y consistirá en tapas de concreto que infieren una capa aislante, tipo sandwich; donde es posible alojar ductos y otro tipo de instalaciones. Los muros con ventanas son unidades completas, listas para colocar los vidrios (figura), puesto que dichas unidades tienen cerramientos, antepechos y otros elementos no estructurales, en algunas ocasiones, pueden tener hasta tres tipos de altura. Las acanaladuras formadas en el concreto, están listas para recibir la herrería o el vidrio que se acomoda en cubrajuntas apropiadas. Las unidades de revestimiento se utilizan para modernizar fachadas de construcciones antiguas,

estructuralmente sanas. Su fijación a la fachada se logra por medio de anclajes empotrados en la unidad de concreto.

Las unidades para muros en forma de pantalla o de tablero son muy ornamentales, y deben llevar orificios para efectos de ventilación. Se emplean para fines no estructurales tales como pantallas solares, separadores de espacio o para ocultar algunas áreas de aspecto desagradable.

El concreto precolado ocasionalmente se utiliza a modo de cimbra para el concreto colado in situ, cuando se desea obtener un efecto arquitectónico especial, el cual se obtiene más fácilmente según las condiciones de la planta.

MOLDES La gran mayoría de los moldes son de acero. Ocasionalmente se utiliza la madera, al igual que el plástico reforzado con fibra de vidrio, (como el poliuretano), el concreto y el yeso. La selección del material de los moldes depende principalmente de la configuración de las unidades de la cantidad de unidades idénticas por fabricar, del costo y de la disponibilidad de los materiales y, por último, de las preferencias del fabricante de precolados.

La fibra de vidrio es un material excelente para fabricar moldes. Resistente, versátil y duradero, puede emplearse para producir unidades de formas sumamente intrincadas detalles difíciles o casi imposibles de obtener con el metal; además, los modelos permiten colar una número de unidades idénticas, es usual que un solo molde pueda llegar a utilizarse hasta 200 veces.

La fibra de vidrio en si es muy dura y resistente, pero requiero un apoyo adecuado para darle cierta rigidez. El concreto colado sobre fibra de vidrio puede resultar muy liso y brillante, pero se obtendrá mejor resultado si se utiliza un compuesto anti adhesivo.

Si se cuela sobre madera maciza, yeso o concreto, se obtiene un molde o una cimbra de concreto, para la cual debe preverse la contracción. Una vez curado y secado el concreto, debe dársele un tratamiento de sellado superficial y una encerada.

Los moldes se hacen de acero cuando se prevé que van a utilizarse en múltiples ocasiones y son superiores a los otros materiales cuando van a exponerse a curados con altas temperaturas.

Los moldes deben fabricarse de tal manera que se mantengan rígidos aun después de haber sido utilizados en repetidas ocasiones, para poder soportar el concreto de bajo revenimiento sujeto tanto a vibraciones internas como externas.

FABRICACION Las mezclas para el concreto precolado por lo general son mezclas ricas que contienen hasta 450 kg. de cemento por metro cúbico. El

importantes, se ha recurrido a buzos para hacer una inspección debajo del agua. Generalmente se forman lechaduras excesivas y la calidad del concreto en la canchales tipo II comúnmente se emplea para obtener la resistencia inicial. Pueden utilizarse agregados naturales o artificiales de peso ligero cuando se requiera aligerar el peso, de otro modo se utilizan agregados normales de buena calidad. Los aditivos deben ser utilizados para desarrollar sus propiedades especiales.

CUBETAS CON FONDO MOVIL

Pueden utilizarse cubos herméticos para vaciar el concreto por el fondo. Si se emplea un cubo abierto por la parte de arriba, esta debe cubrirse con unas lonas pesadas u otro tipo de material similar para proteger el concreto. El cubo debe ser conveniente para aquellas unidades que están expuestas a condiciones severas, aun cuando pueda haber cierta pérdida de resistencia.

El cloruro de calcio jamás debe utilizarse en el concreto presforzado debido a la corrosión del acero de presfuerzo.

El tamaño máximo del agregado debe ser de 25 mm o más pequeño, normalmente de 19 mm.

El contenido de arena debe ser el mínimo necesario para poder trabajarse. En estas plantas es normal utilizar concreto de muy bajo revenimiento. Este raramente excede de 5 cm y normalmente es de 2.5 cm o menos, y muchas plantas utilizan concreto "sin revenimiento". Por este motivo, se utilizan mezcladoras de olla horizontales o amasadoras, en lugar de las mezcladoras comunes rotatorias de diversas plantas. La resistencia del concreto para absorber el presfuerzo, es decir, distensar en el caso del concreto pretensado o tensar los tendones en el caso de concreto postensado, debe estipularse en las especificaciones. Normalmente fluctúa entre 210 y 280 Kg/cm².

La dosificación de los materiales se hace por peso, excepto el agua y los aditivos que pueden dosificarse por volumen. En contadas ocasiones el concreto proviene de una planta de premezclado, lo usual es que la planta de precolado cuente con su propio equipo de dosificación y mezclado. Frecuentemente tanto las unidades presforzadas como las no presforzadas se fabrican en el mismo lugar. El refuerzo puede habilitarse y armarse en forma de jaulas en una sección del patio asignada para este propósito, en la que el armado puede colocarse en plataformas convenientes.

La transportación del concreto dentro de la planta puede realizarse de muchas maneras. Es muy común utilizar una combinación de cubos de acarreo con camión e izado con grúa. También se utilizan las palas de gancho y las horquillas de carga así como camiones transportadores y mezcladores.

Para el colado y acabado del concreto, es necesario utilizar adecuadas prácticas de construcción. En los moldes profundos, tales como los de trabes, el concreto debe colarse en capas no mayores de 40 cm de espesor y luego vibrarse, utilizando vibradores de inmersión junto con vibradores de molde.

El precolado implica el uso de diversas partes de equipo especial patentado. Para el proceso de Schokbeton, se utiliza una gran mesa vibratoria sobre la que el molde descansa en posición horizontal. Cuando se coloca concreto con revenimiento nulo dentro del molde, la mesa vibra al aplicarle 250 ciclos por minuto.

Los elementos colados con pocas tolerancias tienen una densidad alta y uniforme presentando excelentes superficies.(figura)

Durante el colado del concreto deben fabricarse cilindros para las pruebas de campo a los 28 días. Los especímenes para las muestras de campo deben hacerse en moldes metálicos (acero pesado o hierro fundido preferentemente) los destinados para el curado estándar pueden hacerse en moldes de cartón.

CURADO En casi todas las plantas de precolado se utiliza el curado a altas temperaturas para permitir que se desocupen rápidamente los moldes y el equipo de colado. Por este motivo, rara vez se emplean compuestos de curado.

CONCRETO PREFORZADO Los cables de concreto preforzado, formados por alambres, cables de torones o varillas, se tensan estirando los extremos de los mismos. Bajo la carga de tensión, el cable se alarga y a la fuerza de tensión del cable se transmite al concreto como una fuerza de compresión, incrementando, por ello, la capacidad de carga de la pieza y disminuyendo la tendencia a flexionarse o pandearse. La transmisión del esfuerzo se logra por medio de uno de los dos siguientes métodos:

1. PRETENSADO. Se designa así el método para preforsar miembros de concreto en el cual el refuerzo se tensa antes de que se cuele el concreto. En este método, los cables se alargan bajo tensión. Entonces se coloca el concreto dentro del molde, rodeando los tendones. Después de un periodo de tiempo adecuado una vez que el concreto alcanzara la resistencia necesaria para transferir al esfuerzo, se sueltan los dispositivos de tensión y el esfuerzo se transfiere al concreto como una compresión. La adherencia entre el acero y el concreto mantiene esta condición de esfuerzos. Se define así al método para preforsar miembros de concreto en el cual se tensa antes de que se cuele el concreto.

2. POSTENSADO En este método el refuerzo se tensa después de que se cuele y ha endurecido el concreto de hecho es esta etapa, los cables no quedan adheridos al concreto, evitando esto al colarse dentro de un ducto, o engrasados y forrados en un papel especial que permita su deslizamiento. Se disponen los ductos de los cables en los moldes y se cuele el concreto de manera usual. Dichos ductos pueden ya llevar los cables o bien estos pueden insertarse posteriormente. Cuando el concreto alcanza la resistencia necesaria para transferir el esfuerzo, se tensan los cables y se anclan en los extremos de la

unidad; el concreto absorbe el empuje total de la carga de tensión. Posteriormente se inyectan los ductos con mortero y una vez que este último alcanza la resistencia necesaria, se sueltan los anclajes de los extremos. Algunos diseños de postensado dejan que los anclajes extremos soporten la carga permanentemente, cuando no se utiliza mortero en los ductos para formar figura entre los tendones y el concreto.

CAMAS DE COLADO

Muchos elementos de concreto pretensado se fabrican en grandes camas de colado que pueden llegar a tener una longitud hasta de 200 m. Una cama de este tipo es conveniente para producir muchas unidades con cables y sección transversal idénticas. Los cables de presfuerzo o torones pueden colocarse en su posición a todo lo largo de la cama, y los espacios para las unidades individuales delimitarse por medio de retenes en los sitios adecuados. Una cama normalmente consta de una losa de concreto que sirve como base sobre la cual se colocan las placas del intrados (molde inferior). Las placas del intrados frecuentemente se apoyan sobre guías de acero y vigas transversales para tener fácil acceso a la parte inferior de las placas y poder insertar o extraer los herrajes necesarios de las unidades de concreto que se están fabricando (figura). Las cabeceras de cada extremo de la cama deben diseñarse para resistir el momento inducido cuando se tensan los cables. La carga horizontal aplicada en estas cabeceras puede exceder de 453600 kilogramos, cuando se trata de una gran sección de trabe. Las estructuras de las cabeceras de concreto, acero estructural o una combinación de ambos, se construyen de manera que las cargas del presfuerzo puedan ser transferidas a la tierra o al concreto de la cama de colado.

1.1.16 DETERMINACION DE LAS CANTIDADES DE MATERIALES CONSIDERANDO PLANOS Y ESPECIFICACIONES.

ESPECIFICACIONES DE LA CONSTRUCCION.

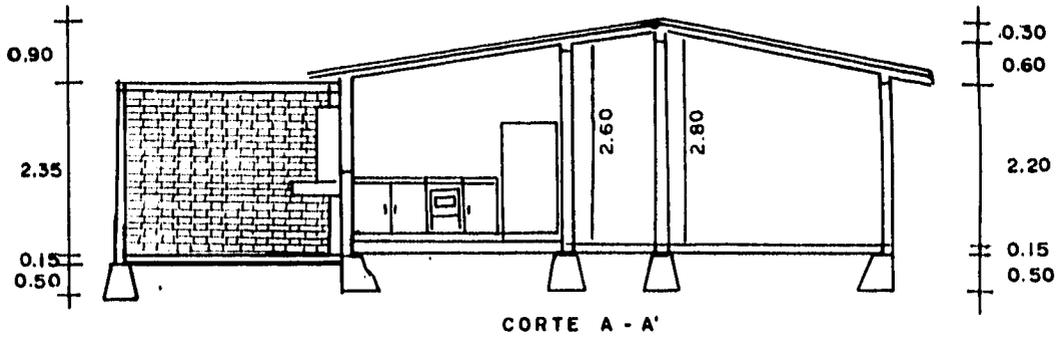
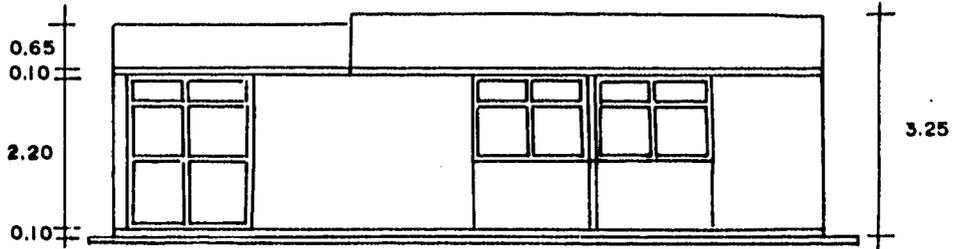
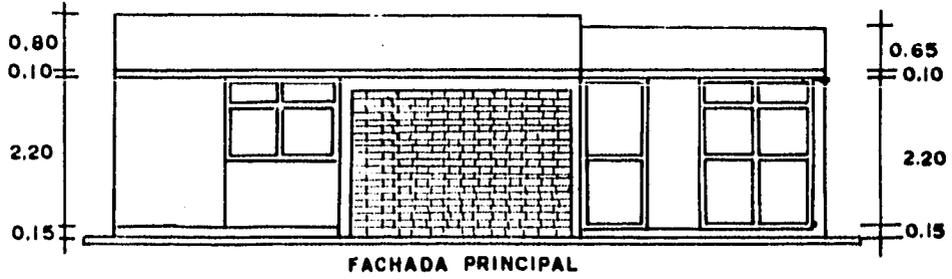
Las especificaciones se fundamentan en los planos y a la vez los complementan. Se fundamentan en ella al apoyarse en los datos que contienen sobre diseño y materiales tanto a la estructura como a la albañilería; acabados; instalaciones y complementos. Los complementan: a) Al indicar los alcances de trabajo de cada concepto. b) Al fijar las normas que habrán de satisfacer lo mismo los materiales; haciendo así posible los respectivos costos.

ESTIMADO DE COSTO Casa habitación Tipo A.1 Precios de 1994

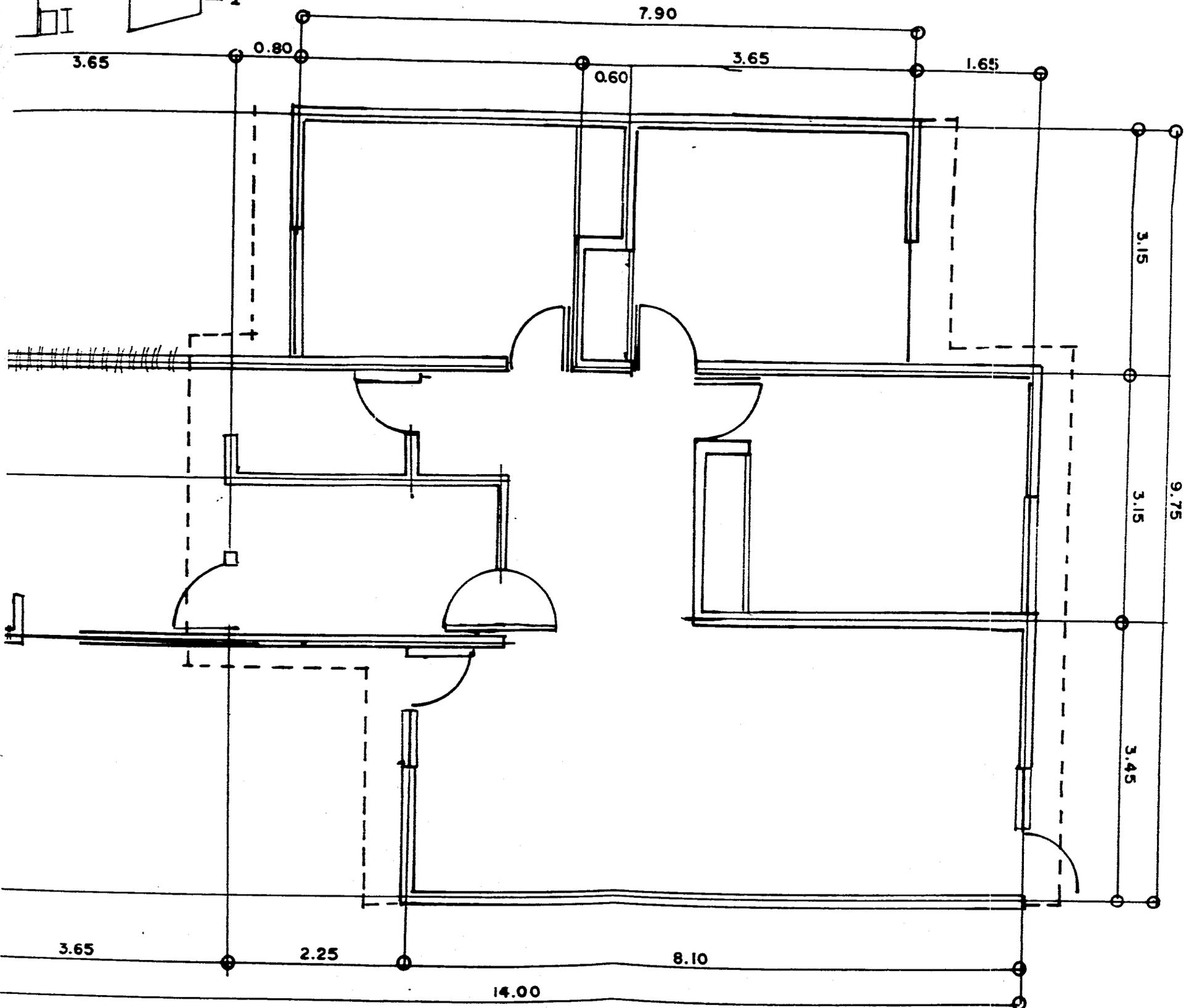
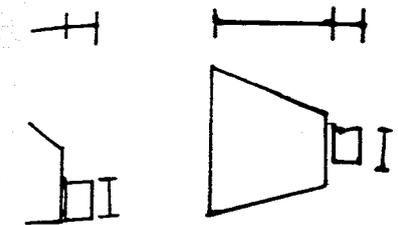
Clave	Concepto	Cantidad	Costo	Cantidad por costo unitario
01	CIMENTACION			
01.01	Limpieza del terreno	200 m	2.29	458.00
01.02	Trazo y nivelación	120 m	0.90	108.00
01.03	Excavación	25 m	13.62	340.50
01.04	Plantilla de padecería tabique	48m	41.19	1977.12
01.05	Mampostería de piedra	13 m	124.12	1613.56
01.06	Cadena de liga en cimentación	80 m.l.	40.30	3224.00
01.07	Impermeabilización en cadena de liga	80 m.l.	40.30	3224.00
	SUMA			11689.78
02	MUROS DE REFUERZO			
02.01	Muros de tabique aparente	150m ²	36.21	5431.50
02.02	Celosía de tabique	19m ²	66.51	1263.69
02.03	Castillos de concreto	50m ²	41.53	2076.50
02.04	Cadena de cerramiento	80m ²	36.47	2917.60
	SUMA			11689.79
03	ACABADOS Y COMPLEMENTOS EN MUROS			
03.01	Ventanas puertas exteriores	18m ²	323.26	5818.68
03.02	Vidriería en ventanas y puertas	18m ²	64.31	1157.58
03.03	Pintura de herrería	18m ²	13.76	247.68
03.04	Instalación eléctrica	21 sal.	120.00	2520.00
03.05	Puertas interiores	5 pzas	337.96	1689.80
03.06	Closets con pintura	10m ²	251.08	2510.80
03.07	Pintura puertas interiores	5pzs.	52.00	260.00
03.08	Cerrajería	1 lote	620.00	620.00
03.09	Aplanado exteriores	65m ²	15.78	1025.70
03.10	Yeso en muros	65m ²	10.68	694.20
03.11	Pintura en muros	130m ²	13.08	1700.40
03.12	Limpieza en muros	130m ²	1.93	250.90
03.13	Zoclos de mosaico	55m ²	5.69	312.95
	SUMA			18808.69

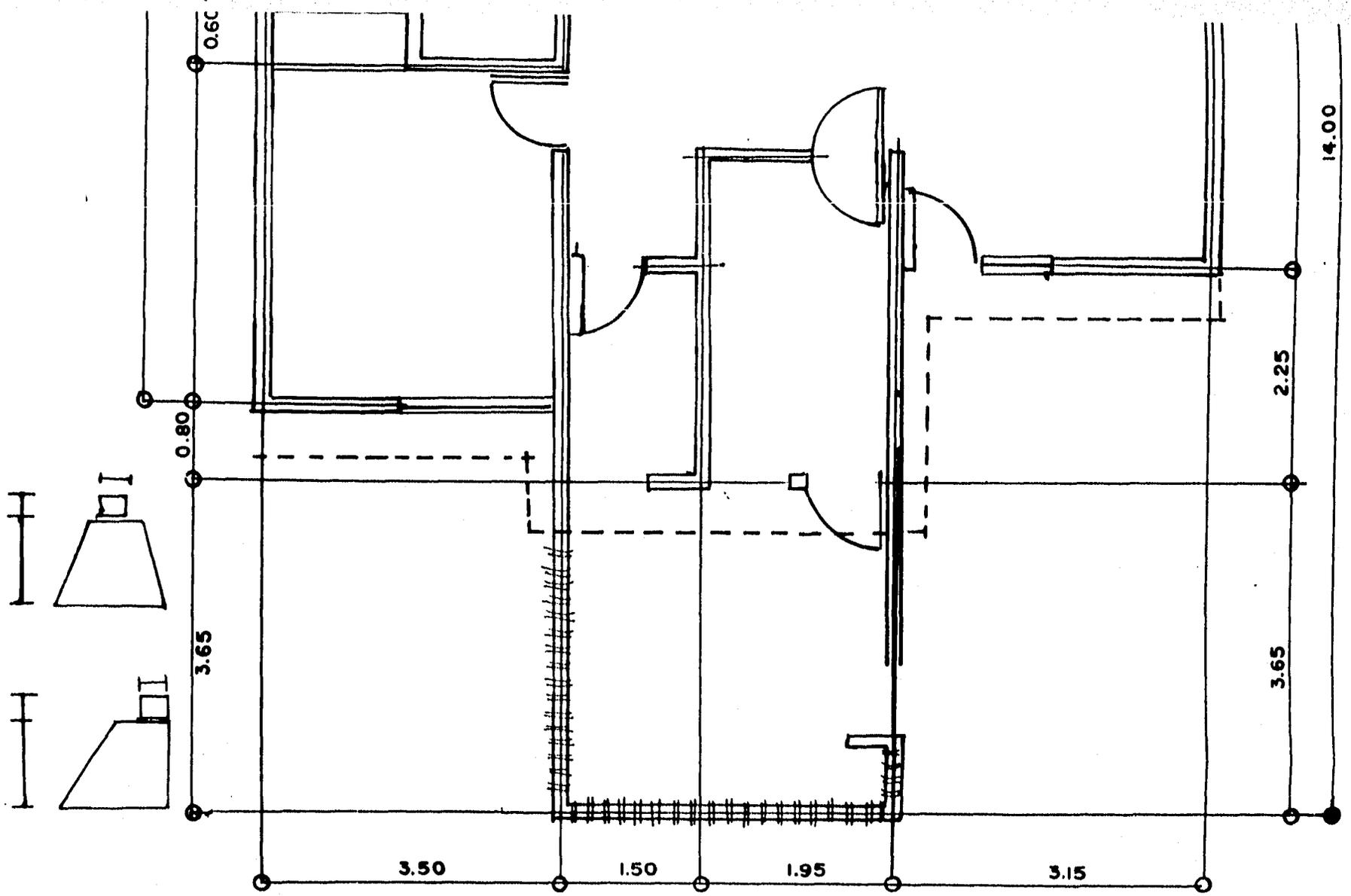
ESTIMADO DE COSTO Casa habitación Tipo A.1 Precios de 1994

Clave	Concepto	Cantidad	Costo	Cantidad por costo unitario	
04	TECHUMBRE				
04.01	Cimbra en losa aparente	100m ²	46061	4661 00	
04.02	Acero de refuerzo	600 kg	2 51	1506 00	
04.03	Concreto para losa	10m ³	280 00	2800	
04.05	Vaciado vibrado y curado de concreto	10m ³	6605	665 00	
04.06	Pintura en plafon	100m ²	1468	146800	
	SUMA				14825.00
05	PISOS				
05.01	Reillos de grava cementada	15m ³	62 00	930 00	
05.02	Firmes de concreto	100m ²	30 91	3051 00	
05.03	Pisos de cemento	10m ²	33 80	338 00	
05.04	Pisos de mosaico	85m ²	44 00	3740 00	
05.05	Sardineles	4m.l.	19 00	76 00	
05.06	Limpieza en pisos	85m ²	1 87	158 95	
	SUMA				8333 95
06	MURO SANITARIO				
06.01	Instalación hidráulica	1 lote	2,05000	2,02500	
06.02	Instalación sanitaria	1 lote	1,070 00	1,070 00	
06.04	Instalación de gas	1 lote	520 00	520 00	
06.05	Muebles de baño y cocina	1 lote	3,385 00	3,385 00	
06.06	Lambrín de mosaico	20m ²	56 00	1120 00	
	SUMA				8145 00
	RESUMEN TOTAL				72,440.71
01	Cimentación	14 69%	10,638 78		
02	Muros con refuerzo	16 14%	11,689 29		
03	Acabados y complementos de muros	25 96%	18,808 69		
04	Techumbre	20 47%	14,825 00		
05	Pisos	11 50%	8 333 95		
06	Muro sanitario	11 24%	8,145 00		



CASA HABITACION		CLAVE A-I
FACHADAS Y CORTE A - A'		
ACOTACION: mts	ESCALA GRAFICA 	





CASA HABITACION TIPO A-1		CLAVE A-1
PLANTA ARQUITECTONICA		
ESCALA GRAFICA		

1.1.17 IMPORTANCIA DE LAS JUNTAS DE COLADO Y DILATACION EN ESTRUCTURAS

JUNTAS

La función primordial de la mayoría de las juntas es controlar o minimizar el agrietamiento, permitiendo la contracción y otros cambios de volumen, o un movimiento relativo de las secciones adyacentes de la estructura. La excepción es la junta de construcción, ya que esta a menudo se diseña y se construye para permitir la continuidad por medio de la liga del concreto a lo largo de la junta. En los pavimentos se inserta un tipo especial de junta.

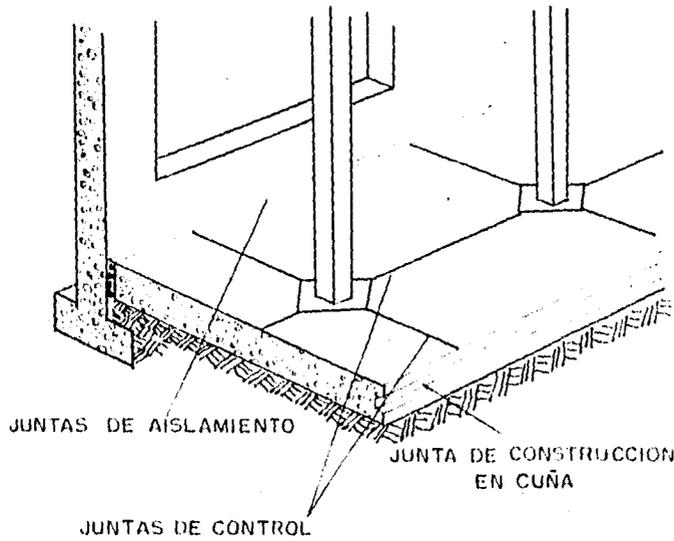
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

En cualquier sitio, donde se discontinua la colocación del concreto por cualquier motivo, es necesario instalar un diafragma y formar una junta de construcción. Por lo general, esta deberá construirse al finalizar las operaciones del día. En losas de gran tamaño se elige una localización predeterminada de las juntas. El diafragma puede ser de metal o de madera y debe colocarse precisamente con su parte superior coincidiendo con el nivel final de la losa. Un procedimiento constructivo consiste en instalar un dispositivo que transfiera la carga mediante una muesca machimbrada formada en la junta. En uniones lisas se requieren barras de anclaje de acero corrugado (figura). El propósito de utilizar estos dispositivos es ayudar a transferir cualquier carga aplicada a través de la junta y prevenir desplazamientos verticales de la losa. El concreto deberá colocarse con especial cuidado para estar seguros de que el material rellena perfectamente la parte adyacente al diafragma y a los bordes de la muesca. Las dovelas lisas deberán mantenerse firmemente en su lugar para que no se desplacen. Una junta que no es perpendicular a la dovela mas tarde puede producir agrietamientos en el concreto. La practica recomendada por el ACI para la construcción de pisos, establece que las juntas de construcción deben localizarse a 1.50 m como mínimo de cualquier otra junta a la cual sean paralelas. Algunas veces es posible disponer la junta de construcción de tal manera que pueda operar también como junta de control (figura).

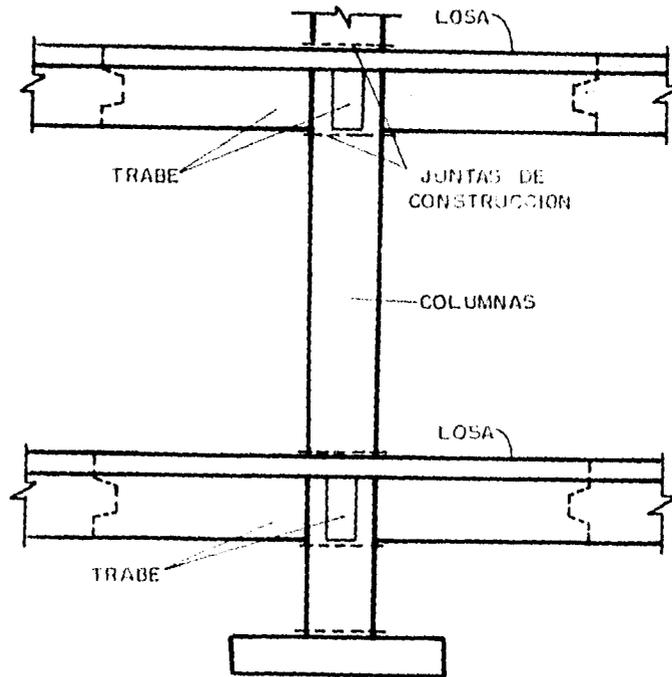
JUNTAS DE CONTROL

Cuando se seca el concreto de una losa grande se contrae y se producen grietas irregulares en esta a menos que se suministren medios para liberar el esfuerzo inducido en el concreto por la contracción, lo que se proporciona formando juntas de control en el concreto a intervalos regulares.

TIPOS DE JUNTAS



MÁNERAS DE FORMAR JUNTAS



Existen varios procedimientos para la construcción de juntas de control, uno de ellos consiste en hacer una ranura pequeña en el concreto fresco con un ranurador, justamente antes de proceder al aplanado (figura). Esto reduce el espesor de la losa a lo largo de la ranura, formando un plano de escasa resistencia en la losa porque el área de la sección transversal del concreto, que se encuentra abajo de la ranura, es menor que en cualquier otro punto de la losa.

Consecuentemente, cuando el concreto se contrae se agrieta en este plano poco resistente (fig.) y no en otro punto de la losa. Las ranuras en las calzadas y banquetas deben cortarse a intervalos iguales al ancho de la losa, pero no deberán estar espaciadas más de 6.00 m. En las losas grandes, las ranuras deberán hacerse a intervalos de 6.00 a 7.60 m en cada dirección, ha menos que haya juntas de construcción. La profundidad de las ranuras deberá ser de 19 mm. como mínimo o de una quinta parte del espesor de la losa, lo que sea mayor.

Otro método consiste en ahogar en el cemento fresco una tira labrada de madera, plástico o metal, que se retirara después de que el concreto haya empezado a fraguar, dejando una ranura en este (figura). En obras de considerable extensión pueden cortarse las juntas con una sierra después de que el concreto ha endurecido (figura). Hay sierras accionadas por energía eléctrica, provistas de cuchilla de diamante o de abrasivos. El tiempo de corte es crítico: si se realizan prematuramente se desprenderán partículas del agregado y el concreto se desmoronara, dando como resultado una ranura irregular y áspera; si se hace después de tiempo se dificulta el corte y pueden desarrollarse grietas antes de concluirlo. Los operadores experimentados pueden juzgar cuando esta listo el concreto para cortarlo, lo que usualmente puede hacerse entre 4 y 12 horas después de su colocación, dependiendo de la temperatura, la mezcla y otros factores.

Los bordes de las ranuras cortadas en el concreto fresco deberán redondearse ligeramente, asegurándose que la ranura este exenta de salientes de concreto o de partículas de agregado. Las juntas formadas mediante un corte o colocando una tira o tabla se rellenaran con mastique asfáltico para impedir que se introduzcan en ellas materias extrañas y para sellarlas contra la penetración de agua.

JUNTAS AISLANTES

Cuando se coloque concreto nuevo sobre estructuras existentes tales como muros, cimientos, pavimentos, escalones y banquetas, deberá haber una separación que permita movimientos tanto verticales como horizontales del concreto nuevo con respecto al viejo. Ocurrirá lo mismo cuando el concreto se coloque sobre cualquier otra área que presente restricciones a causa de estructuras de cualquier otro tipo. El movimiento horizontal es causado principalmente por la contracción del secado, y ocasionalmente, por la dilatación

o contracción térmicas. El movimiento vertical, por lo general, es resultado de asentamientos. El concreto nuevo deberá estar separado o aislado del viejo por una junta denominada junta aislante. Esta se construye insertando material premoldeado que sirva de junta entre la vieja y la nueva construcción (figura), el que deberá ser del ancho y del espesor de la losa y no deberá rebasar la cota de la rasante.

Puede fijarse a la construcción vieja pegándolo con asfalto o algún otro adhesivo similar antes de colar la losa. En el pasado las juntas aislantes se denominaban juntas de expansión.

JUNTAS EN PAVIMENTOS

Las juntas de construcción aislantes y de contracción tienen el mismo propósito ya sea en los pavimentos como en cualquier otro tipo de losa. Además, en los pavimentos muy anchos se requieren juntas articuladas o alabeadas. Algunas de ellas son premoldeadas y otras aserradas.

Una junta articulada es una junta longitudinal en un plano debilitado, construida en la misma forma que la de construcción. Usualmente se instalan barras de anclaje corrugadas a través de las juntas articuladas las cuales pueden ser prefabricadas o aserradas. Los requerimientos a este aspecto varían libremente entre las dependencias de carreteras, motivo por el cual deben revisarse las especificaciones y los planos de cada obra.

1.1.18 DETERMINACION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.

Para realizar una construcción ya sea de tipo habitacional, comercial, industrial ó algún otro tipo especial, se tendrá que hacer un análisis ó estudio de las características, necesidades y problemas de las posibles soluciones que implica dicho proyecto.

Conocer las características físicas del terreno; como elemento donde estará todo el peso de la construcción esta compuesto de diversos materiales y por consiguiente con propiedades específicas y capacidad de carga diferentes, adquiriendo formas distintas.

Cuando se trata de construir es necesario conocer qué tipo de terreno se tiene, y la investigación geológica se hace indispensable en ciertos casos en donde no basta el análisis y las pruebas de cada superficiales.

EL TRAZO.

Consiste en marcar sobre el terreno, según las indicaciones del plano, la situación exacta de la futura construcción, mientras que el levantamiento es el hecho de llevar a un plano lo que hay en el terreno.

El replanteo es la operación de clavar estacas a fin de marcar los puntos importantes del trazo

LA NIVELACION.

Es la medición de las diferencias de altura entre dos ó varios puntos.

La nivelación sirve para definir el relieve de un terreno fijando la altura de un cierto número de puntos. Todas las cotas de altura se dan con relación a un nivel de base ó banco de nivel.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Se denominan movimiento de tierras aquellos trabajos que se relacionan con la modificación del relieve del terreno. Esta modificación de niveles del suelo se realiza por la ejecución de desmontes, terraplenes y excavaciones.

El movimiento de tierras consiste en rebajas el nivel del terreno por extracción de las tierras; el movimiento de tierras es, el relleno de tierras para elevar aquel nivel.

El nivel conseguido con desmonte y terraplén se llama rasante.

EXCAVACION.

Llamamos excavación a toda operación que conste en abrir una cavidad sobre la horizontal. Las excavaciones sirven para la ejecución de los edificios, sus clases más comunes son:

- a cielo abierto
- en zanja
- en pozo

LA PLANTILLA:

Una vez ejecutada la consolidación del terreno se procede a colocar en el área requerida una plantilla para recibir la cimentación; esta plantilla tiene varias finalidades, principalmente tratar de lograr una mayor uniformidad en la repartición de cargas y una superficie pareja (a nivel) para el desplante de la cimentación.

CIMIENTOS.

Reciben el nombre de cimientos las bases en que se apoyan ó descansan los edificios, casi siempre estos cimientos están hechos en zanjas que se han abierto Primeramente y luego se rellenan de concreto, de mampostería ó de concreto cicispeo, el cuál es parecido a la mampostería.

El ancho y la profundidad de los cimientos, así como los materiales que hayan de emplearse y la manera de hacer cimientos dependen de la carga que deben soportar. (peso de muros y pisos)

ALBAÑALES.

Se llaman albañales de una construcción a la red de conductos que, enlazando las bajadas de aguas residuales y de aguas pluviales conduce tales aguas al exterior del edificio.

Las alcantarillas forman un sistema que, reuniendo los albañales particulares e industriales, recogiendo las aguas superficiales por medio de drenaje, las evacua hacia una corriente de agua.

MUROS.

Los muros son elementos que cargan la losa y los entrepisos de una construcción en combinación con los castillos ó columnas. Se clasifican de tres formas diferentes.

- A) MUROS DE CARGA.
- B) MUROS DIVISORIOS.
- C) MUROS DE CONTENCIÓN.

A) Muros de carga.

Su función básica es la de soportar cargas; como consecuencia, se puede decir que es un elemento sujeto a compresión.

B) Muros divisorios.

La función básica de este tipo de muros es la de aislar ó separar, debiendo tener además, características tales como acústicas y térmicas, impermeables, resistencia a la fricción ó impactos y servir de aislante.

C) Muros de contención.

Generalmente están sujetos a flexión en virtud de tener que soportar empujes horizontales. Estos muros pueden ser de contención de tierra, agua ó aire.

CASTILLOS DE CONCRETO ARMADO.

Los castillos a semejanza de las dalas, son elementos estructurales que sirven de amarre, tanto a bardas y muros de carga como a muros divisorios, rigidizándolos y evitando desplomes y pandeos por peso propio, presiones de viento y sismo.

COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO.

Las columnas son elementos estructurales que sirven para transmitir las cargas de la estructura al cimiento.

Las formas, los armados y las especificaciones de las columnas estarán en razón directa al tipo de esfuerzos que estén expuestas.

Su construcción en cuanto a su forma es muy variada, existen redondas, cuadradas, rectangulares, cónicas, etc.,.

TRABES DE CONCRETO ARMADO.

Las vigas ó trabes de concreto armado se utilizan para apoyar losas de techos, soportar muros ó salvar claros entre muros y columnas son elementos de sección variable.

LOSAS DE CONCRETO ARMADO.

Las losas de concreto se utilizan en construcciones definitivas. Son muy resistentes, rígidas, aislantes y pueden construirse de la forma que sea necesaria.

REPELLADO.

El repellado es un recubrimiento tosco que se da a los muros, como base para aplicar el aplanado fino, ó la pasta ó el recubrimiento de acabado que se requiera. Consiste en aplicar directamente sobre el muro, el mortero que se desee utilizar. El muro debe estar perfectamente mojado antes de aplicar el repellado para evitar que absorba el agua del mortero y este se desprenda.

APLANADOS.

El aplanado se ejecuta sobre un repellado, que debe estar suficientemente mojado para evitar agrietamientos usando en la operación final arena cernida, aplanando con plana de madera para lograr una textura adecuada y uniforme.

PULIDOS.

El pulido es un acabado más fino y se da sobre el repellado de mezcla bien mojado, consiste en dar una terminación de cemento roseando directamente la superficie por pulir y dándole un acabado con cuchara y llana metálica para lograr una superficie tersa.

INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA.

La instalación hidráulica de una casa - habitación ó un edificio esta formada por la tubería de abastecimiento de agua y la instalación sanitaria ó tubería que elimina las aguas de deshecho. La instalación hidráulica se puede hacer con tubo de fierro galvanizado ó con tubería de cobre.

INSTALACION ELECTRICA.

La red de distribución de energía eléctrica de una vivienda esta formada por varios elementos fundamentales: interruptor general, alambres ó conductores, tubos conductores, apagadores y salidas para contactos ó lámparas. Hay instalaciones eléctricas ocultas y visibles y éstas ultimas entubadas y sin entubar.

Las primeras son aquellas en las que el alambrado va oculto dentro de tubos de metal ó de plástico empotrados en muros y techos. En las segundas la instalación se encuentra sobrepuesta a muros y losas mediante grapas, quedando expuesta, ya sea dentro de tubos ó con los alambres a la vista.

La instalación eléctrica se ejecutará conforme al plano correspondiente de salidas, tuberías y alambrado.

PISOS.

Se le denomina piso al material con que se recubren las losas y los firmes interiores de una construcción ó sea la terminación que se les da a los mismos. Los materiales más económicos para terminar el interior de una vivienda son: el cemento con ó sin color, y el mosaico. Este último puede ser de acabado liso, marmoleado, grabado y de granito; el liso es el más económico.

CANCELERIA.

La cancelaría se compone principalmente de fierro, de aluminio y de madera, en puertas y ventanas de una construcción, van en interiores y exteriores, generalmente la cancelaría de madera se usa en interiores y la cancelaría de fierro y aluminio para exteriores.

1.1.19 PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE COLADOS DE CONCRETO: COLADOS MASIVOS, COLADOS DE TEMPERATURAS EXTREMAS Y OTROS.

CONCRETO MASIVO

El concreto masivo contiene agregado de tamaño máximo de 75 a 200 mm. para poder reducir los cambios de temperatura que causan el agrietamiento, el contenido de cemento debe mantenerse al nivel mas bajo que pueda producir la resistencia requerida y otra propiedades importantes. Se requiere menos cantidad de cemento cuando:

- A) La mezcla contiene agregado ,graduado de mayor tamaño máximo posible.
- B) El contenido de arena no es mas necesario para obtener la trabajabilidad adecuada.
- C) Se mantienen con seguridad revenimientos bajos de 2.5 a 5 cm.

EQUIPO DE VIBRADO

El concreto masivo presenta un problema especial para el vibrado, pero se puede compactar de modo satisfactorio con equipo que se ajuste a los requisitos para el colado con concreto masivo en presas de gravedad, pilas grandes, muros masivos, centrales de energía, etc. se requieren dos o mas vibradores que operen simultáneamente para colocar y compactar cantidades de 3 m³ o mas depositados de una sola vez en la cimbra.

En algunos lugares utilizan vibradoras de aire. El suministro de aire deba ser amplio y a presión adecuada, afín de obtener al instante una respuesta clara y los buenos resultados pueden proporcionar.

CIMBRAS .

Para economizar en cimbras y lograr un mejor control de la temperatura, el concreto masivo se cuela en capas delgadas por lo general de 1.5 a 2.3 m de espesor. Además de los requisitos para las cimbras normales, cabe señalar que las cimbras para concreto masivo a veces de las anclas inmersas en el concreto para asegurar su resistencia V posición correcta; por consiguiente, debe verificarse que tengan suficiente espesor y anclaje para resistir el impacto creado por la descarga rápida desde las tolvas accionadas mediante grúas o cables guía, así como las presiones comunes del concreto mientras se lleva a cabo el vibrado.

PRACTICAS DE VIBRADO.

La mejor practica indica que los colados sean de un espesor de 37,5 a 50 cm., profundidad que puede compactarse de manera sencilla sumergiendo un poco el vibrador en las capas inferiores el espesor del colado debe ser un múltiplo de la capa.

Cada capa esta compuesta por franjas adyacentes producto de la descarga de tolvas accionada por grúas o cables guía con capacidad de 3 a 9 m³ de concreto. El borde anterior de cada capa superior debe mantenerse de 1.2 a 1.5 m detrás del borde de la capa inferior de manera que no se mueva al vibrar la siguiente franja de colado colocada lo largo al borde de la capa inferior. De este modo el bloque se cuela con su espesor y áreas totales y con exposición mínima de la superficie. Esta practica reduce al mínimo el calentamiento del concreto preenfriado y el problema de las juntas frías entre las capas en clima cálido; en tiempo húmedo hace la operación menos vulnerable v mas fácil de cuidar.

Para la compactancia efectiva de grandes volúmenes de concreto colados de manera normal, es necesario que el personal de vibrado siga un procedimiento sistemático. La cuadrilla será mas efectiva si los obreros trabajan y se mueven como una unidad, en vez de que cada individuo trabaje por separado haciendo inmersiones al azar y demasiado espaciadas. Antes que nada, los vibradores deben sumergirse en posición casi vertical a distancias bastante uniformes, cerca de la parte superior de la descarga dejada por la tolva y deben sostenerse o moverse como sea necesario para aplanar el volumen descargado hasta la profundidad adecuada y extenderlo sobre el área que debe ocupar. Después, esta nueva área debe vibrarse de modo sistemático, haciendo que el vibrador penetre a través de todo el espesor de la capa y dentro de la precedente, pero manteniéndolo alejado de los bordes anteriores. Debe prestarse atención a la verificación de que los bordes en contacto con la franja y el colado precedentes estén perfectamente entrelazados. Cada operario de un vibrador debe tener su propia área de acción.

El vibrado debe continuar en cada punto, hasta que deje de salir aire atrapado. Dependiendo de la mezcla y del revenimiento. Esta operación toma de 10 a 15 minutos. Las inmersiones deben espaciarse y prolongarse por lapsos de tiempo suficientemente largos para que no quede duda de que la compactación ha sido completa, no solo cerca de la superficie, sino en todo el espesor de la cada v aun debajo de ella.

La parte superior del bloque terminado debe quedar nivelada y sin huellas de pasos, con el objeto de facilitar la limpieza subsecuente de las juntas, la vibración final debe ser efectuarla un operario calzado con " zapatos de triplay para nieve empleando un vibrador mas pequeño si es necesario.

La cantidad del concreto que puede manejarse con un vibrador depende de la capacidad de este último, de la experiencia y diligencia del operario y de la respuesta del vibrador a la mezcla particular de concreto que se este compactando. En condiciones óptimas, una cuadrilla eficiente puede compactar hasta 40 m³ por hora y por vibrador. Alrededor de las piezas ahogadas y cuando se emplea cimbras complicadas, dicha cantidad puede reducirse hasta la mitad.

CONCRETO PRETENSADO

Se designa así al método para preforzar miembros de concreto en el cual el refuerzo se tensa antes de que se cuele el concreto.

PROCEDIMIENTOS.

Apoyados en los macizos y mediante un gato hidráulico se tensa el cable y después se cuele la pieza. El control de la tracción se efectúa mediante el manómetro. La transferencia del presfuerzo se verifica por adherencia al "RELEVAR" el presfuerzo de los macizos de apoyo y ya que el concreto ha endurecido; así los cables no están anclados en los extremos de la pieza.

CONCRETO POSTENSADO.

En este método, el esfuerzo se tensa después de que se cuele y haya endurecido el concreto.

De hecho, los cables, en esta etapa, no quedan adheridos al concreto, evitando esto, al colocarse dentro de un ducto, o engrasados y forrados con un papel especial, que permite su deslizamiento durante el proceso de tensado.

Cuando los cables se alojan en ducto, y después de efectuado el tensado, se inyecta una lechada de cemento, con el objeto de proteger el acero de presfuerzo.

La transferencia del presfuerzo al concreto se verifica después de completar el proceso de tensado, evitando la recuperación de cable, mediante una cuña. Se denomina anclaje vivo, aquel sobre el cual se efectúa el tensado y anclaje muerto. El opuesto o sea el que permanece fijo.

TEMPERATURAS EXTREMAS

TIEMPO DE FRÍO Y TIEMPO DE CALOR,

No es necesario restringir las construcciones de concreto en tiempo de frío o de calor, siempre que se conozcan los efectos de las condiciones del mismo y se tomen las medidas de precaución necesarias. Ya sea que se trate de colocar concreto bajo el calor de verano del desierto o durante las temperaturas bajo cero

de las regiones del norte, existen técnicas que permiten superar cualquier condición adversa que pudiera presentarse. Las especificaciones establecen los siguientes requisitos:

REQUISITOS DE TIEMPO FRIO. Debe disponerse de equipo adecuado que permita calentar los componentes del concreto y proteger este último durante el tiempo de heladas o cercanas al congelamiento. Todos los materiales así como el refuerzo, cimbra, separadores y suelo, con los que el concreto quedara en contacto, deberán estar libres de hielo. No se utilizaran materiales congelados o que contengan hielo.

REQUISITOS DE TIEMPO DE CALOR. Durante el tiempo de calor, deberá prestarse particular atención a los componentes, métodos de producción, manejo, protección y curado para evitar excesivas temperaturas en el concreto o evaporación del agua, lo cual perjudicaría la resistencia o la vida de servicio del elemento o estructura.

TIEMPO DE CALOR

¿Cuando el colado de concreto en tiempo de calor puede ocasionar problemas?. Posiblemente, cuando la temperatura del aire durante el día alcance los 32 grados C, especialmente cuando la temperatura se combina con valores de humedad relativa de 25% o menos, y bajo condiciones de viento, debiendo tomarse entonces ciertas medidas de precaución, que se tendrán previstas de antemano en la obra.

El objeto de estas medidas es proteger al concreto fresco contra posibles daños debido a las altas temperaturas, proporcionar un curado adecuado a fin de que el concreto alcance su resistencia y durabilidad necesarias y minimizar la contracción, el agrietamiento y su pulverización. Las altas temperaturas pueden afectar de manera adversa la resistencia, la durabilidad, el agrietamiento y otras propiedades del concreto. La resistencia última puede ser no tan alta como la que se obtiene cuando el concreto mezclado y curado se sujeta a temperaturas moderadas.

Cuando sube la temperatura, también sube la cantidad de agua requerida para el mezclado. Por cada 10° C que suba la temperatura, el concreto necesita aproximadamente 4 litros más de agua. Si la temperatura del concreto fresco aumenta de 10 a 380 C, cada metro cúbico de concreto requerirá 19.5 litros más de agua para mantener el mismo revenimiento. Este efecto se intensifica a mayores temperaturas. Dicho de otra manera, en promedio, un alteración de 3% en el total de agua cambia en 2.5 cm. el revenimiento, pero al ir subiendo la temperatura requiere de mayor cantidad de agua para dar el mismo efecto.

El aspecto práctico de esto es que, si se agrega agua y no se hacen los ajustes necesarios en las proporciones de la mezcla, se obtendrá una resistencia baja, una durabilidad reducida y todos los demás problemas inherentes al exceso de agua.

CONTRACCION Y AGRIETAMIENTO.

Como resultado de una mayor demanda de agua, indirectamente aumenta la contracción y, por ende, la tendencia al agrietamiento. Además de ello, las altas temperaturas también tienen otros efectos: el agrietamiento aumenta en tiempo de calor, afectando las propiedades tanto plásticas como las de dureza del concreto; la rápida evaporación del agua del concreto fresco origina la formación de grietas plásticas antes del fraguado.

Estas grietas pueden empezar a formarse aun antes de allanar el concreto, especialmente cuando se trata de una losa de poco espesor.

Aun cuando el concreto haya endurecido, sigue estando sujeto a los efectos del calor; la superficie del concreto recién colado sigue perdiendo agua por evaporación, lo cual se manifiesta en la formación de grietas, o bien, estas pueden desarrollarse debido al cambio de volumen del concreto ocasionado por una baja en la temperatura inicial.

FORMA DE REDUCIR LOS EFECTOS POR EL CALOR.

Una construcción de concreto libre de este problema, puede lograrse preparando y planeando previamente las operaciones de tal manera que la obra este lista para resistir el calor antes de que este empiece. Esta preparación se inicia en la planta de mezclado y se continua en todas las etapas del manejo del concreto hasta que ha terminado el curado. Básicamente se trata de mantener el concreto tan fresco como sea posible en todas las etapas, minimizando al mismo tiempo las pérdidas de trabajabilidad.

MATERIALES.

El control de la temperatura del concreto empieza con el control de la temperatura de sus componentes. Por lo que atañe a la temperatura del cemento, lo único que se puede hacer a la fábrica de cemento que este se embarque lo más fresco posible. No obstante, por lo que respecta al agua y a los agregados, es posible tomar ciertas medidas con el fin de mejorar su temperatura, lo que se traducirá en mayores beneficios.

MEZCLADO Y SUMINISTRO.

Virtualmente todo el concreto para edificios es premezclado y la mayoría se mezcla en el camino a la obra. El tiempo de mezclado debe ser el mínimo que permita la calidad y la uniformidad necesarias para el concreto, debiendo evitarse el mezclado excesivo. Cuando la revolvedora requiere hacer un largo recorrido o se retrasa, la mezcladora deberá detenerse antes de llegar al número de revoluciones requeridas y el resto del mezclado realizarse poco antes de la descarga, mientras más tiempo pasa en la revolvedora, mayor será el aumento de la temperatura.

COLADO Y ACABADO.

Los trabajos deben organizarse de manera que el concreto pueda ser recibido y colocado lo antes posible. Las bombas, los vibradores, transportadores y demás equipo en general, deberán tener una capacidad adecuada; además, deberán tomarse algunas disposiciones preventivas de manera que, si algo llega a fallar un elemento principal tal como una grúa o una bomba, pueda reemplazarse o sustituirse por un equipo alterno, con un mínimo de retraso de operaciones. Deben disponerse vibradores extra en la obra y contarse con un equipo completo de trabajadores.

CURADO.

Sabemos que el curado se define como la protección del concreto para prevenir la pérdida de humedad y mantenerlo a una temperatura razonable. Cuando el curado se realiza de manera adecuada y en el momento preciso, se minimizarán muchas deficiencias que pueden desarrollarse en el concreto fraguado. El mejor curado, cuando se procede de manera correcta, es el agua.

La aplicación del agua deberá ser inmediata y continua. Si se deja secar la superficie del concreto entre una y otra aplicación de agua, se producirán grietas cuarteaduras.

PRECAUCIONES QUE DEBEN TENERSE EN TIEMPO DE CALOR.

PLANEACIÓN PREVIA. Abastecerse previamente de los materiales y el equipo necesario y programar los trabajos para evitar demoras.

- Organizar eficazmente los trabajos, con la mano de obra y el equipo adecuado para manejar el concreto y coordinar apropiadamente todas las etapas para prevenir demoras.
- Agilizar el movimiento de los materiales y el concreto.
- Rociar los depósitos de agregado grueso.

- Refrescar previamente los agregados con agua fresca o chorros de aire frío en las tolvas de dosificación.
- Emplear hielo triturado en el agua de mezclado; todo el hielo se deberá haberse fundido en el momento en que la revolvedora descarga el concreto.
- Emplear un retardador reductor de agua en el concreto, bajo estricta supervisión y control.
- No emplear un acelerador de concreto.
- Pintar las revolvedoras de color blanco o colores claros.
- Evitar el mezclado excesivo. Si una revolvedora se retrasa, parar la mezcladora y agitar intermitentemente.
- Trabajar de noche.
- Proporcionar sombra o aislamiento a la tuberías de agua y a los depósitos, pintarlos de blanco o cubrirlos con arena o lienzos húmedos.
- Investigar y evitar un posible fraguado falso en el cemento.
- Para una losa desplantada sobre la tierra, deberá saturarse previamente la base. Esta deberá estar húmeda, mas no fangosa, cuando se cuele el concreto.
- Utilizar chiflones de aspersion para bajar la temperatura y aumentar la humedad.
- Rociar el área de trabajo para bajar la temperatura de evaporación.
- Proteger el concreto y el área de trabajo con parasoles y rompevientos.
- Iniciar el curado lo antes posible, aplicando malos materiales seleccionados para el mismo tan pronto como la superficie de concreto aguante y no se dañe por dicho proceso.
- Si se retrasa el curado o si el concreto se coloca en tiempo seco y de mucho calor, deberá por aspersion (no regada) la superficie del concreto, inmediatamente después del acabado final.

TIEMPO DE FRIO. Cuando se hace referencia al tiempo de frío, no solo se consideran las temperaturas bajo cero, sino que también las temperaturas promedio en cualquier hora del día que no sean mayores de 40 C. Los periodos de transición en primavera y otoño en ocasiones pueden ser épocas de peligro. A principios de la primavera, unos cuantos días de calor pueden ser engañosos y hacernos pensar que el frío ha terminado, pero de repente se puede venir una onda fría que nos encuentre desprevenidos; esto mismo también puede suceder en otoño.

EFFECTOS DEL TIEMPO DE FRIO.

A temperaturas sobre cero, el grado de hidratación del cemento disminuye conforme baja la temperatura. Esto afecta invariablemente el desarrollo de la resistencia. A temperaturas bajo cero, el concreto fresco se daña

permanentemente si se llega a congelar, estos daños se reconocen inmediatamente en cualquier momento

RESISTENCIA.

Excluyendo el problema de la baja resistencia inicial, el concreto frío es un buen concreto. Los resultados de diversas observaciones demuestran que la resistencia final del concreto elaborado y curado a temperaturas entre 4 y 210 C es mas elevada que la del concreto curado de manera estándar. Tanto la durabilidad como otras propiedades necesarias se afectan de manera similar. El concreto debe mantenerse en un estado húmedo para que estas propiedades aumenten y no debe permitirse que se congele. Los resultados de las pruebas de laboratorio y observaciones de campo, muestran en su totalidad que la resistencia es afectada, a pesar de lo que pueda suceder posteriormente.

DURABILIDAD. La temperatura baja en si no tiene efecto significativo sobre la durabilidad del concreto.

OTROS EFECTOS .

La adecuada protección del concreto no es factible sin implicar ciertos gastos, ya que los calentadores, el aislamiento, los confinamientos y demás medidas de protección cuestan dinero. La eficiencia del personal puede reducirse y afectar el costo adicional, debiendo comparar este con el costo que implicaría retrasar la obra, a fin de determinar si se continúan los trabajos de concreto bajo las restricciones impuestas por el tiempo de frío, cuando el concreto se encuentra protegido contra el frío intenso, se evita al congelación y, si el curado se realiza de manera adecuada, se obtendrá un buen concreto.

CONTROL Y PROTECCIÓN.

Producción del concreto.

En los climas en los que rara vez se registran temperaturas bajo cero, pero en los que la temperatura durante el día ocasionalmente bajan a 40 C, normalmente se provee de un algún medio para calentar el agua de la mezcla, pero no se requiere tomar ninguna otra medida. Cuando, durante la noche, se esperan temperaturas de congelamiento, es necesario prever medios de protección mas elaborados. Puesto que es difícil calentar los agregados uniformemente o a una temperatura determinada previamente, esto no se hace, ya que basta calentar el agua del mezclado para asegurar la entrega del concreto a la temperatura requerida.

Los preparativos para la realización de las operaciones de fabricación, manejo y colado del concreto en tiempo de frío deben hacerse antes, y no después, de que este se presente. Deberá contarse con los medios de calentamiento y de

protección necesarios, al igual que con provisiones de cloruro de calcio que se emplearan aditivos a modo de aditivos acelerantes.

Por lo general; el concreto estructural para edificios debe colocarse a una temperatura mínima de alrededor de 130 °C en las secciones de poco espesor o de 10 °C en las secciones mas gruesas, como por ejemplo los cimientos. La temperatura entre la planta y el sitio de la obra.

LA MEZCLA DEL CONCRETO.

Las mezclas normales de concreto pueden utilizarse aun durante el tiempo mas frío sin necesidad de alterar las proporciones. El fraguado rápido es propicio ya que reduce el periodo de tiempo en el que el concreto necesita protegerse. La protección del concreto trata de evitar los daños que produce el congelamiento hasta que alcance la suficiente resistencia para resistirlo. Si puede acelerarse el desarrollo de la resistencia, pueda acortarse el periodo de protección.

MANEJO Y COLOCACION.

Es esencial una estrecha comunicación entre la planta de mezclado y la obra para asegurar el manejo del concreto con un mínimo de retraso.

Los camiones revolvedores deberán descargarse rápidamente y llevar el concreto hasta la cimbra lo mas pronto posible.

Toda la nieve, escarcha y hielo deberán removerse de las cimbras, acero de refuerzo, materiales ahogados en el concreto y elementos similares, antes de proceder al colado. El concreto jamas deberá colocarse en un terreno congelado, debido a que, cuando se deshiela el suelo, puede manifestarse una perdida de apoyo. Si el concreto se coloca sobre el suelo congelado, sin cimbra, dicho suelo puede absorber gran parte del calor del concreto, originando su congelamiento, o bien, el concreto puede endurecerse muy lentamente, aun cuando la temperatura del aire sea relativamente caliente.

Un procedimiento usual es envolver la totalidad de la estructura con lienzos alquitranados, de polietileno, triplay de madera, tableros aislantes, papel u otro materiales herméticos y suficientemente resistentes para soportar las cargas del viento y de la nieve.

1.2 ACERO

1.2.1 LONGITUD, FORMA, NUMERO DE PIEZAS Y PESO DEL ACERO DE REFUERZO EMPLEADO EN UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO

El concreto tiene una excelente resistencia a la comprensión, o sea, que puede soportar la aplicación de grandes cargas, pero comparativamente tiene poca capacidad para resistir cargas que tiendan a doblarlo o a fracturarlo. Las cargas de esta naturaleza se denominan de flexión y de tensión. Refuerzo es el termino que se emplea para describir las varillas de acero o mallas de alambre ahogadas en el concreto para darle resistencia a la tensión. También se utilizan otros terminos tales como acero de refuerzo varillas de refuerzo o para armado.

1. LA NECESIDAD DE REFUERZO

En un elemento de concreto que trabaje como trabe, se aplican sobre el concreto cargas a la flexión o al pandeo, que producen esfuerzos de tensión en la cara de la viga que se encuentra a mayor distancia del punto de aplicación de la carga.

El acero de refuerzo también se utiliza con fines diferentes a los de suministrar a las trabes resistencia a la tensión. Es un tanque circular para agua, la presión de esta dentro del deposito tiende a originar que este se reviente. Los zunchos de acero embebidos en el concreto proporcionan a la estructura resistencia a la tensión y evitan que eso ocurra. En la misma forma, una tubería de concreto puede resistir la presión interna del agua.

El acero de refuerzo se utiliza para reducir el agrietamiento de las losas a causa de la dilatación o de la contracción del concreto, que son resultado de los cambios de temperatura y de humedad. El refuerzo no impedirá la formación de las grietas, pero las distribuirá y ayudara a que sean mas pequeñas. El refuerzo pequeño de este tipo se denomina "acero por temperatura". (Algunas veces en lugar de utilizar acero de refuerzo se divide la losa en cuadros de 3 a 6 metros cuadrados por medio de algún tipo de junta, para lograr el mismo propósito).

Los estribos son ganchos en forma de U o de W elaborados con varillas de diámetro pequeño, que se colocan verticalmente alrededor del acero principal en la sección transversal de la viga para resistir la tensión diagonal que se desarrolla en esta como resultado de la fuerza cortante. Los estribos siempre se colocan a una separación menor en las proximidades de los apoyos (fig.). Las columnas se refuerzan con estribos o espirales colocados formando un ángulo recto con el refuerzo longitudinal, para proporcionarle resistencia al pandeo. Por lo general, el refuerzo se coloca en el concreto para mejorar la resistencia a la tensión o al estiramiento. En ciertas estructuras especiales para cargas muy grandes, el

refuerzo se emplea ocasionalmente para soportar parte de la carga de compresión.

2. TIPOS DE ACERO DE REFUERZO

VARILLAS. Existen dos tipos de varillas de refuerzo que son las lisas y las corrugadas. Las primeras son barras redondas lisas que se emplean para ciertos fines, tales como espigas lisas en las juntas de contracción, donde las varillas deben deslizarse libremente en el concreto, pero deben suministrar resistencia al esfuerzo cortante a través de la junta. Las espirales para columnas son, por lo general, varillas lisas.

Las varillas corrugadas, que son el tipo estándar de refuerzo, son laminadas con corrugaciones que consisten en pequeñas protuberancias en su superficie, que le proporcionan una adherencia mecánica satisfactoria con la pasta de cemento. Los distintos fabricantes laminan sus varillas con diferentes tipos de corrugación, pero todos deben ajustarse a las normas especificadas.

El tamaño de las varillas de refuerzo lo indica el número de la varilla y corresponde al diámetro nominal de esta en octavos de pulgada. El diámetro nominal de una varilla corrugada es igual al de una varilla lisa que tenga el mismo peso por metro lineal, que la varilla corrugada. (tabla). Los números siempre se indican por medio del signo #: por ejemplo, varilla #6.

VARILLAS DE REFUERZO ESTANDAR

No. de varilla	Peso en kg/m	Diámetro en cm	Área de la sección transversal cm ²	Perímetro
Varillas de refuerzo estándar ASTM				
2	0.248	0.635	0.323	1.996
3	0.560	0.953	0.710	2.992
4	0.994	1.270	1.290	4.001
5	1.552	1.588	2.000	4.986
6	2.235	1.905	2.839	5.984
7	3.042	2.223	3.871	6.982
8	3.973	2.540	5.097	7.981
9	5.060	2.865	6.452	9.002
10	6.404	3.226	8.194	10.135
11	7.907	3.581	10.065	11.252
Varillas refuerzo grande ASTM				
14	11.384	4.300	14.516	13.513
18	20.239	5.733	25.807	18.009

Las varillas de refuerzo se laminan en caliente en hornos de hogar abierto o en hornos eléctricos, a partir de lingotes, rieles usados de ferrocarril seleccionados y relamidas y ejes de carros de carga seleccionados y relamidas. El grado del acero indica su resistencia mínima a la fluencia en kilogramos por centímetro cuadrado.

Cuando una varilla de acero se estira por tensión en una maquina de ensayos, se hace un poco mas larga con cada incremento de carga dentro de ciertos limites, este alargamiento es proporcional al valor de la carga. En algún punto la varilla empieza a estrecharse, o a reducir el diámetro, y continua alargándose sin incremento alguno de la carga. La carga que origina que la varilla empiece a estrecharse se denomina "punto de fluencia". La varilla continua cediendo o estirándose hasta que empieza a recuperar su resistencia y se requiere de una carga adicional para producir un mayor alargamiento y, finalmente, obtener la falla de la varilla. La carga a la falla se conoce como "resistencia ultima".

Los grados de acero actualmente estipulados por las especificaciones estándar son los Grados 40,60 y 75 en acero de lingotes, Grados 50 y 60 en acero de rieles y Grados 40 y 60 en acero de ejes. Los grados del acero de refuerzo los especifica el proyectista y deben aparecer en los planos y en las listas de varillas.

Las especificaciones estándar estipulan marcas de identificación laminadas en la superficie en un lado de la varilla, que indiquen su tamaño, el fabricante, el tipo de acero y, en las barras de Grados 40 y 75 las marcas de su graduación, indicando la resistencia en el punto de fluencia. Las varillas Grados 40 y 50 no requieren de marcas de su graduación, pero deben indicar:

1. Fabricante (usualmente una inicial)
2. Tamaño de la varilla (# 3 hasta # 18)
3. Tipo (lingote nuevo, eje, o riel).

MALLA DE ALAMBRE SOLDADO. Es una malla que consiste de alambre estirado en frio, normalmente de forma cuadrada o rectangular, con soldadura del refuerzo en todas las intersecciones. El alambre utilizado puede ser liso o corrugado (figuras). La malla de alambre soldado comúnmente designada por las iniciales WWF, frecuentemente se emplea en losas como acero de temperatura. Los grados mas pesados se están empezando a utilizar como refuerzo estructural en otros elementos estructurales. La WWF elaborada con alambres pequeños se encuentra disponible en rollos; las mas pesadas vienen en laminas planas.

La identificación del tipo de WWF se lleva a cabo designando el alambre liso por la letra "W" seguida de un número que indica el área de la sección transversal en milímetros cuadrados. El alambre corrugado se designa por medio de la letra "D" seguida del numero del área. La notación común es utilizar las letras WWF seguidas por el espaciamiento de los alambres longitudinales, a continuación el de los transversales y, finalmente, por los calibres de los alambres longitudinales

y transversales. Por ejemplo, WWF 15.2 x 30.5 W16 x W26, indica que la malla que se describe a continuación tiene las siguientes características.

ESPACIAMIENTO DE LOS ALAMBRES LONGITUDINALES	15.2 CM.
ESPACIAMIENTO DE LOS ALAMBRES TRANSVERSALES	30.5 CM.
CALIBRE DEL ALAMBRE LONGITUDINAL	16
CALIBRE DEL ALAMBRE TRANSVERSAL	26

Puede observarse que los términos "longitudinal" y "transversal" se refieren al procedimiento de manufactura de la malla y no tiene relación alguna con la posición de esta en la estructura.

Si la malla fue elaborada con alambre corrugado en lugar de alambre liso, debería designarse en la misma forma excepto con lo respecta a la sustitución del número D correspondiente al calibre del alambre: WWF 15.2x30.5 D16xD26.

Una ventaja que tiene la WWF es la rapidez y la facilidad con que puede instalarse, obteniéndose economías considerables de tiempo y trabajo.

Distribuye los esfuerzos de la carga amplia y uniformemente, porque los elementos de acero están muy cercanos. Es especialmente adaptable como acero de temperatura perpendicular al esfuerzo principal en una losa, para controlar el agrietamiento que resulta de los esfuerzos por contracción y por dilatación.

EMPARRILLADOS DE VARILLA. El esfuerzo debe apoyarse y fijarse rigidamente en el molde antes de vaciar el concreto. Además de sostener el acero en su lugar, los apoyos deben de ser lo suficientemente fuertes para soportar el peso del refuerzo y del los trabajadores que caminan sobre este, debe estar lo bastante cerca uno del otro de manera que el acero no se pandee entre ellos; no deben manchar ni oxidar el concreto expuesto a la intemperie y no deben tener otro efecto perjudicial sobre el concreto. Los apoyos de las varillas pueden ser de metal, concreto u otro material autorizado.

Frecuentemente se utilizan pequeños bloques precolados de concreto, normalmente con alambres insertados en ellos que sobresalen ligeramente para sujetarlos con el refuerzo, especialmente en cimientos y losas construidas directamente sobre el terreno. Generalmente se utilizan apoyos de varillas de alambre elaboradas en fabrica. Estos pueden ser de alambre acero liso, de alambre acero galvanizado o de alambre acero inoxidable. La porción inferior a menudo se cubre con plástico para impedir la oxidación que podría dañar el concreto expuesto a la intemperie, o pueda montarse en un tramo de placa de acero delgada, denominadas placa de arena, para evitar que los pies derechos pisen en el terreno.

ALAMBRE PAR AMARRES.

Las varillas de refuerzo, una vez colocadas en la cimbra, deben unirse por medio de amarres para resistir movimientos o desplazamientos. El amarre se efectúa con tramos cortos de alambre de hierro suave denominado " alambre para amarres ", normalmente es del num. 16 y ocasionalmente es del num. 14. En promedio se requiere de 5 a 7 kilogramos de alambre para amarrar una tonelada de varillas.

MANEJO E INSPECCIÓN .

Para enviarse al lugar de la obra el acero de refuerzo debe de estar libre de aceite, grasa, costras de laminado sueltas, pintura o cualquier otro tipo de recubrimiento que pudiera interferir con la adherencia. El recubrimiento ligero de oxido que normalmente se encuentra presente no es perjudicial; de hecho realmente puede mejorar la adherencia. La resistencia del concreto probablemente tiene mayor control sobre la adherencia que la condición de la superficie de la varilla. El oxido grueso, que corroe al acero en tal medida que puede reducir el área de su sección transversal, puede ser la causa del rechazo . Si una varilla parece estar oxidada en exceso, debe limpiarse y pesarse una muestra para determinar si se ajusta a las especificaciones de referencia.

El acero debe almacenarse en la obra sobre plataformas o algún otro apoyo alejado de la tierra para protegerlo contra deterioros y el polvo. en sitios donde los trabajadores no caminen sobre el. Debe evitarse el almacenarlo en un sitio normas tiempo del que sea indispensable, porque puede propiciarse una oxidación excesiva o su contaminación

El acero debe cortarse y doblarse preferentemente en la fabrica y no en la obra. Si es necesario doblarlo en esta, debe hacerse en frío. Únicamente debe procederse al calentamiento cuando lo apruebe expresamente el responsable. De ser así, debe calentarse la varilla lentamente sin llegar al rojo. La varilla, una vez doblada debe enfriarse lentamente con el aire. Un enfriamiento rápido con corriente de aire frío o agua es perjudicial y no deberá permitirse.

Se deben verificar que los materiales de refuerzo son de la graduación, dimensión, tipo y en cantidad correctas, y que las varillas estén cortas y dobladas convenientemente. Todos los atados de varillas deben identificarse apropiadamente por medio de etiquetas indestructibles.

ACERO PARA CONCRETO PRESFORZADO.

El concreto presforzado, es un concreto en el que se indujo una fuerza de compresión determinada para proporcionarle una resistencia adicional. Para

lograrlo, se aplican cargas de tensión en los tendones de acero del concreto y la tensión se transmite a este como una fuerza de compresión.

TIPOS DE COMPRESIONES.

El acero para concreto presforzado consiste en un alambre o toreen sin recubrimiento, aliviado de esfuerzo y con alta resistencia a la tensión o, menos frecuentemente, en varillas de alta resistencia.

1.2.2 HABILITACION Y COLOCACION EN OBRA DEL ACERO DE REFUERZO ACERO DE REFUERZO.

FABRICACION

Si fabrican varillas de acero de refuerzo en la planta de laminación, normalmente se cortan de una longitud de 18 m . Algunas laminadoras surten varillas de mayor longitud cuando así se solicita, pero las de 18m son las mas largas que pueden transportarse en camión, las de mayor longitud deben transportarse por ferrocarril o en barcazas. De la planta de laminación, las varillas se envían al contratista encargado de su habilitación, quien realizara los preparativos necesarios para que el acero pueda ser utilizado en la estructura.

PLANOS DEL TALLER Y LISTAS DE VARILLA.

Los diagramas de colocación (conocidos como planos de taller), la formulación de las listas de varillas y los programas de trabajo deben ser elaborados por el estructurista en el departamento de cálculo del fabricante. Con base en los planos estructurales y arquitectónicos del proyecto, el habilitador prepara los planos de colocación, en los cuales se indica la manera en que deben cortarse y doblarse las varillas, su posición en la estructura y los accesorios y detalles necesarios. La lista de varillas es una relación de materiales o del esfuerzo de una parte de la estructura que pueden ser transportados en camión en uno o mas viajes, estas listas son tomadas de los planos de colocación.

Las varillas se clasifican de acuerdo a su diámetro y longitud ya sea de que vayan rectas o con dobleces. En dichas listas deben indicarse las marcas de identificación de las varillas cuando se a necesario), las dimensiones de los dobleces, el grado del acero, al igual que otros datos como el nombre del cliente, nombre y ubicación de la obra, numero de orden, elementos en donde serán colocadas (tal como columnas, losas y vigas del primer piso, etc.) y una referencia con respecto al numero de plano del taller .

En las obras mas complejas, en ocasiones es necesario preparar un programa de trabajo, este, que frecuentemente forma parte del plano de colocación, incluye un grupo similar de elementos en la estructura, tales como ciertas columnas y trabes que son mas o menos idénticas en cuanto a su refuerzo. Es muy semejante a la lista de varillas, pero describe en forma detallada las características del acero y proporciona datos relacionados con su colocación sobre la cimbra.

DOBLADO.

Una vez aprobados los planos del taller por el ingeniero, el habilitador procede a cortar las varillas rectas a la medida y a empalmarlas; se doblan las que así lo requieren, siguiendo la forma común aprobada por el H ACI) Instituto Americano de Concreto.

Las varillas de tipo especial se habilitan de acuerdo al plano de taller.

Todos los dobleces del acero se efectúan a la temperatura ambiente (doblado en frío), Los dobleces en caliente únicamente se realizan bajo la aprobación del ingeniero del proyecto o cuando se requiera de manera específica, recurriendo a las Normas Oficiales de Construcción.

Cuando las limitaciones de una estructura no proveen suficiente espacio para permitir el empotramiento de una varilla recta con un anclaje adecuado, su extremo su extremo puede doblarse en forma de gancho.

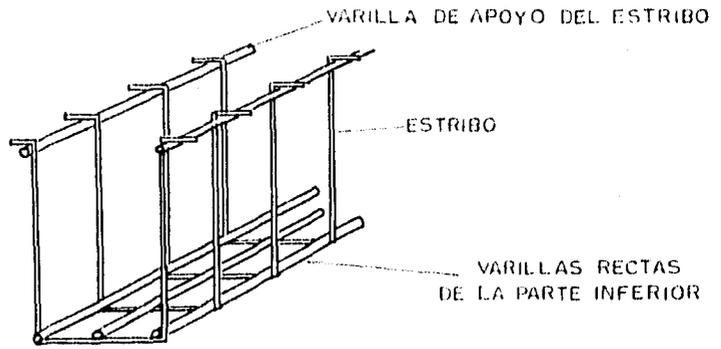
Los requerimientos generales para doblar el acero de refuerzo se especifican de la siguiente manera:

GANCHOS Y DOBLECES. 1.GANCHOS. En la zona sísmica No 1, el término gancho estándar, como aquí se emplea, significa:

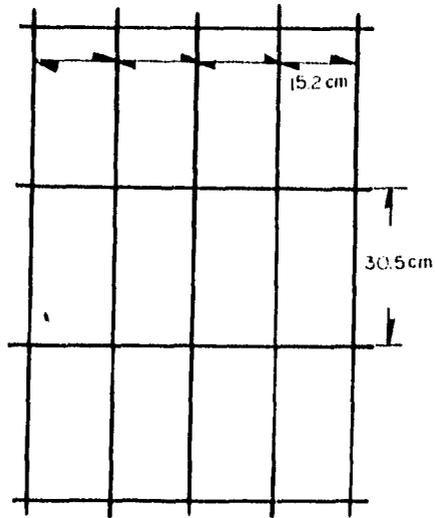
- A. Una vuelta semicircular y un tramo recto de por lo menos cuatro diámetros de varilla pero no menor que 63 mm. en el extremo libre de la misma, o
- B. Una vuelta a 90 grados y un tramo recto de por lo menos 12 diámetros de la varilla en el extremo libre de la misma, o
- C. Exclusivamente para el anclaje de estribos y amarres, ya sea una vuelta a 90 o 135 grados y un tramo recto de por lo menos seis diámetros de la varilla pero no menor que 63 mm. en el extremo libre de la misma .

Tres ejemplos de dobleces estándar de acuerdo a con las Normas del IAC. que ilustran la forma como deben indicarse y sus dimensiones.

1. En las zonas sísmicas No. 2 y 3 una vuelta de 135 grados como mínimo y un tramo recto de por lo menos seis diámetros de la varilla pero no menor que 10 cm. en el extremo de la misma .
2. Diámetro mínimo de doblado. El diámetro de doblado en la parte inferior de la varilla para ganchos estándar, siempre que no se trate de estribos o amarres, no deberá ser menor que los valores que se indican en la tabla No. 26C, excepto para las varillas No. al No. 11, inclusive de Grado 40, únicamente con ganchos a 1800, en donde el diámetro mínimo será de cinco diámetros de la varilla.



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL REFUERZO DE UNA TRABE



MALLA RECTANGULAR TIPILA DE ALAMBRE SOLDADO

3. Ganchos de estribos y amarres y dobleces que no sean ganchos estándar. El diámetro de la parte interior de los dobleces para los estribos y amarres no deberá ser menor a 38 mm. en las varillas del No. 3, de 50 mm. En las del No. 4 y las de 63 mm. en las del número 5.

Los dobleces en todas las demás varillas deberán tener diámetros en la parte interior de la varilla no menores a los establecidos en esta sección.

TOLERANCIAS

El corte y doblado de las varillas deben realizarse con precisión.

Si las varillas no se cortan a la longitud requerida o no se doblan en ángulos adecuados jamás podrán colocarse en su posición correcta en la cimbra y el miembro de concreto puede carecer de la resistencia deseada en una área crítica que pudiera conducir a la falla de la estructura. Por ese motivo, la precisión es indispensable, no debemos olvidar que todo procedimiento que implica realizar mediciones, debe existir un margen de tolerancia al realizar dichas mediciones. Con respecto a la habilitación del esfuerzo, pueden aplicarse las siguientes tolerancias.

Los ganchos de las varillas pueden doblarse en ángulos de 90, 135 b 1800 . Los panchos de 90 b 1350 son estándar para los amarres de estribos v columnas, y los de 90 b 1800 no son para todas las demás varillas.

Longitud total de una varilla recta 25 mm.

Longitud total de una varilla doblada 25 mm.

Dimensión H

Diámetro exterior de un amarre en espiral o circular 13 mm.

Longitud exterior de un lado de un estribo o un amarre cuadrado o rectangular 13 mm.

AMARRADO Y ETIQUETADO

Las varillas de un mismo diámetro, grado de acero, longitud y configuración o doblado deben juntarse y atarse. Cuando únicamente se requieren unas cuantas varillas de distinta longitud o tipo; aun cuando sean diferentes pueden atarse juntas. Cada grupo de varillas que tenga un peso cercano a 1600 kg. puede atarse b unirse con flejes de alambre o acero del No. 12 b del No. 9.

En cada atado debe colocarse una etiqueta resistente en la que aparezca la identificación completa de las varillas.

Frecuentemente las etiquetas son de una hoja de metal delgada, en las que aparece la información en relieve. En un lado de la etiqueta aparece el nombre y la dirección del remitente, el nombre del contratista y la dirección de la obra (en ocasiones utiliza una segunda etiqueta), una descripción detallada del acero, indicando el grado y diámetro de las varillas, el número de piezas, longitud, la marca de identificación y el número de orden. La marca de identificación es un número que se da a determinado grupo de varillas y idénticas de acuerdo con la lista de varillas y el plano de colocación.

La marca un número de identificación se basara en el sistema mas adecuado que se utilice en la obra en construcción. En los planos estructurales se indicara el sistema empleado para identificar los cimientos, columnas, trabes, vigas, etc., mediante series de números y letras. El piso o nivel en el que se utilizara un determinado grupo de varillas se indicara por medio del número de identificación y el habilitador, a su vez, con base en estos números, marcara las varillas.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO Una de las primeras cosas que debe hacer el sobrestante y el inspector es revisar los planos arquitectónicos y estructurales, junto con los planos de colocación y las listas de varillas, de manera que puedan relacionarse las marcas y otros detalles.

Algunas obras están acondicionadas de tal manera que los atados de acero de refuerzo, puedan ser izados directamente del camión para ser llevados hasta el área de construcción en donde se utilizaran. Esto es conveniente, pero requiere una programación estricta por lo que se refiere a su habilitación, entrega, equipo de izamiento y colocación para que la construcción pueda llevarse sin interrupciones. Si hay suficiente espacio en el sitio de la obra a menudo se hacen los arreglos necesarios para poder almacenar el acero, proporcionando cierto grado de flexibilidad a las operaciones.

COLOCACIÓN DEL ACERO El refuerzo está sujeto a un manejo y desplazamiento bruscos después de que ha sido fijado en su posición en las cimbras, por lo que requiere que las operaciones de colocación sean precisas y seguras.

Los trabajadores caminan o suben sobre el acero; y las pasarelas apoyarse en el. Por este motivo es obvio que el acero deberá estar bien amarrado y apoyado.

Las capas de varillas deben estar separadas por medio de silleas metálicas (espaciadoras) de configuración tal que puedan cubrirse con el concreto. Las varillas deben ir separadas de las superficies horizontales por medio de dichas silleas. Los estribos verticales deben pasar siempre alrededor de los elementos principales de tensión y sujetarse firmemente a ellos.

El uso de guijarros, pedazos de piedras fragmentadas o de ladrillo, tubo metálico, bloques de madera y materiales similares para mantener el acero en su posición no deben ser permitidos.

La practica correcta es la de apoyar el acero en silletas o bloques de mortero a la altura requerida, como se ilustra en la figura o bien colar el concreto al nivel propuesto para el acero, colocar el acero en su lugar y después completar el colado de la loza.

CONDICION DEL ACERO El primer paso a seguir al colocar el refuerzo es el de asegurarse que se está utilizando el acero apropiado. Después de verificar los planos y las listas de varillas de acuerdo con las marcas de identificación, se procede a checar los datos para asegurarse que están colocando las varillas indicadas. El acero debe estar libre de lodo, aceite, pintura u otros recubrimientos que pudieran interferir en su liga con el concreto.

Durante la fabricación de las varillas en la planta, pueden formarse escamas como resultado de proceso de calentamiento y enfriado del acero, estas escamas, en su mayoría, se desprenden durante la habilitación y el manejo de las varillas y las que quedan firmemente adheridas no son perjudiciales.

El acero oxidado puede emplearse siempre que no haya sido afectada la tolerancia de las dimensiones mínimas incluyendo la altura de las corrugaciones, y que cumpla con lo estipulado en las especificaciones antes de que se inicie el fraguado de concreto.

Después de haber sido cepillado con cepillo de alambre. Para verificar esto, se corta determinado tramo de acero y se cepilla enérgicamente con un cepillo de alambre y posteriormente se compara su peso con el peso específico que se ilustra en la tabla.

El acero puede llegar a mancharse con aceite de cimbra u otro material después de haber sido colocado, estos materiales deben removerse por medio de un trapo impregnado con algún solvente adecuado.

COLOCACION SOBRE LA CIMBRA En las losas, vigas de poco espesor y miembros similares, el acero puede colocarse después de haber terminado de cimbrar. En ocasiones es conveniente armar el acero en forma de " jaulas, en las que las varillas

TEMA 2 PROCEDIMIENTOS PARA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE MADERA.

2.1 CIMBRADO Y DESCIMBRADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO HIDRAULICO.

CIMBRAS DE MADERA, METALICAS Y ESPECIALES.

CIMBRAS

Sabemos que el concreto armado es, en nuestra época, uno de los materiales de construcción más versátiles, puesto que con él se puede realizar una variedad de formas infinitamente más grande que las realizadas anteriormente con otros materiales de construcción como la piedra, la madera o el fierro. El concreto armado tiene la ventaja de combinar la resistencia de la piedra y el acero con la plasticidad del barro, brindándonos así la posibilidad de darle casi cualquier forma por medio de un molde apropiado, que denominaremos " cimbra ", cuya forma toma al endurecer.

Las cimbras, generalmente, se pueden hacer bien sea de madera (tabla, triplay o derivados como el fibracel) ó metálicas. Por su diseño las cimbras pueden ser para un sólo uso, desarmable deslizantes y rodantes, casos en que es posible usarlas en repetidas ocasiones.

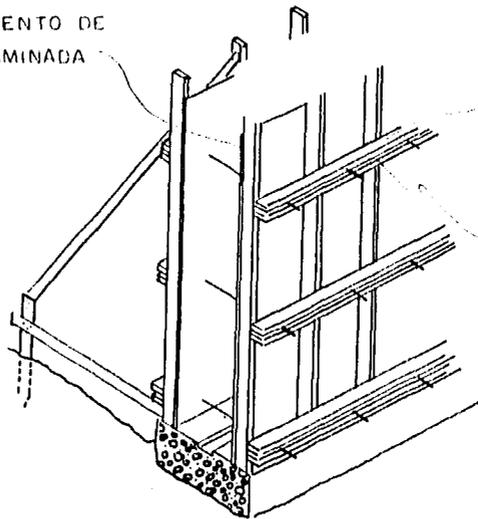
CIMBRAS DE MADERA

Ha sido la madera el material más usado para su fabricación y la mayoría de ellas se construyen basándose en la experiencia, lo que para obras ordinarias es el sistema adecuado.

Mas no así para otro tipo de diseños en que no es posible hacerlas empíricamente, sino que es necesario el proyectarlas y calcularlas estáticamente en todos los diversos miembros que las constituyen, tomando en cuenta las fatigas ordinarias de trabajo y de seguridad, factores que se traducen en economía al haber resuelto correctamente el problema.

La madera comúnmente usada tiene un coeficiente de trabajo aproximadamente de 50 kgs. por cm^2 para casi todos los esfuerzos que se presentan. Por ser un material que podemos considerar homogéneo, su fatiga de trabajo es similar tanto a la compresión como a la tensión cuando éstas son producidas por una flexión, pero en el caso de compresiones puras, como en postes, pies derechos, tornapuntas, etc., debe tomarse en cuenta la relación de esbeltez de la pieza para evitar el flambeo, y en el caso de tensión pura debe revisarse el cálculo por

REVESTIMIENTO DE
MADERA LAMINADA

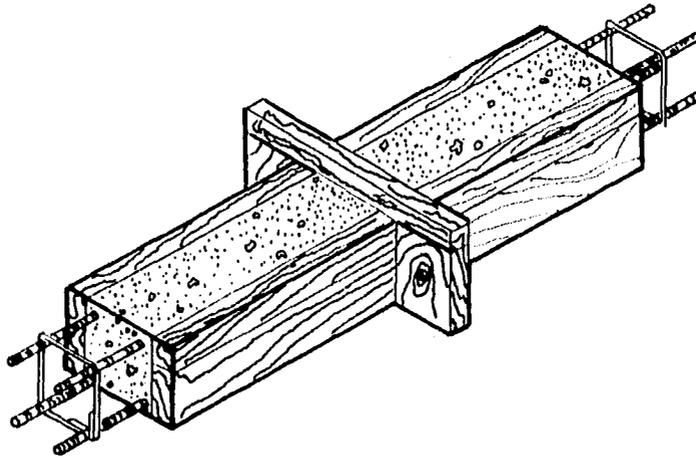


LARGUERO DOBLE
DE 5x10 cm

TRAVESAÑOS VERTICALES
DE 5x10 cm

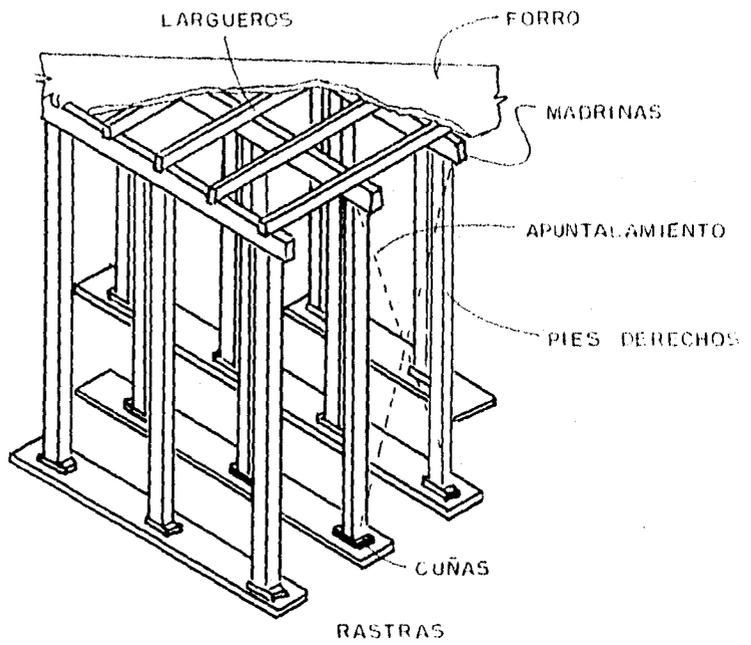
TIRANTE

CIMBRA DE UN MURO



CIMBRA DE UNA TRABE

CIMBRA DE UNA LOSA PLANA



penetración de los pernos que transmitan dicha tensión y por esfuerzo cortante en los planos tangentes a las perforaciones.

Las cimbras o moldes se ejecutan comúnmente de madera por ser un material que adopta con relativa facilidad diferentes formas y cuyo costo era, pues ha dejado de serlo ya, relativamente bajo. Una cimbra de madera en contacto directo con el concreto y en la cual se ha empleado una buena obra de mano, puede ser usada de 4 a 6 veces. Si el elemento no está en contacto directo con el concreto, como sucede en el caso de puntales, postes, refuerzos de tarimas, largueros, madrinas, contraventos, etc., su vida útil comúnmente se calcula de 10 a 12 usos.

CIMBRAS PARA CONCRETO APARENTE

Para obtener un perfecto acabado de las piezas coladas con madera, pueden seguirse varios procedimientos, según el efecto final que se desea obtener. Desde luego el procedimiento más indicado es el de terminar las piezas de contacto cepillándolas y puliéndolas perfectamente. En algunos casos se acostumbra mejorarlo mediante el empleo de otros materiales como triplay, fibracel, lámina metálica y otros, que darán al concreto una superficie completamente lisa, desvirtuando por otra parte la calidad y textura propia del material. Es imprescindible desde luego, el uso de vibradores para poder obtener un trabajo Perfecto en lo que a apariencia respecta.

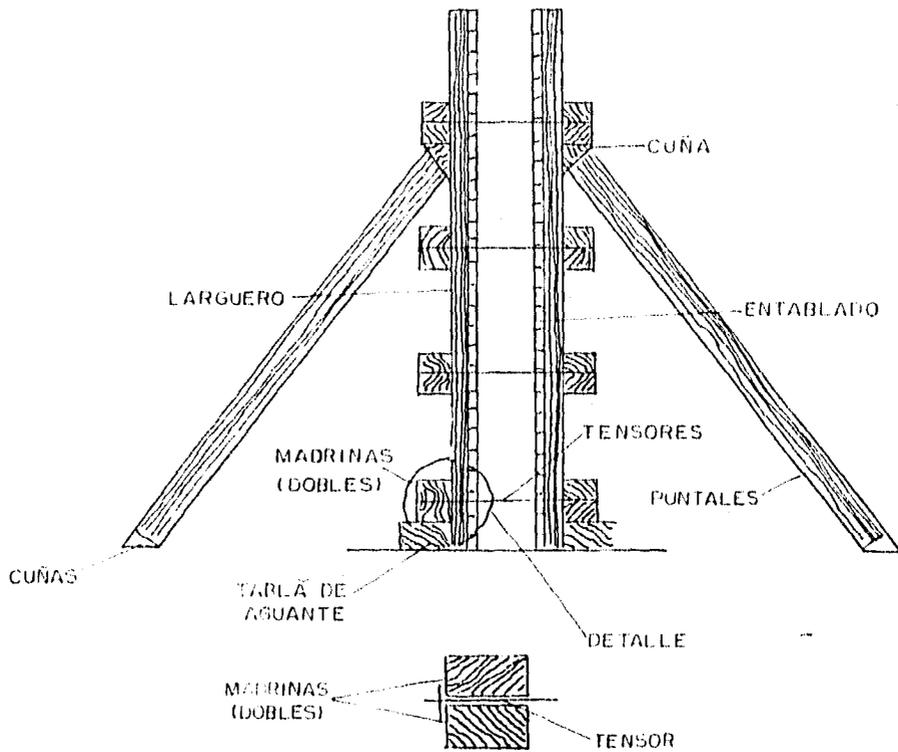
CIMBRAS ESPECIALES

Pueden quedar comprendidas dentro de este grupo, aquellas cimbras o moldes, que se ejecutan para colar formas que se apartan por completo de las anteriormente descritas, tales como arcos, bóvedas, y superficies curvas con diversas características.

Para muchas de ellas el trabajo moldeado es probablemente más importante que el trabajo de colado, y el proyecto de las mismas debe hacerse estudiando perfectamente todos los detalles.

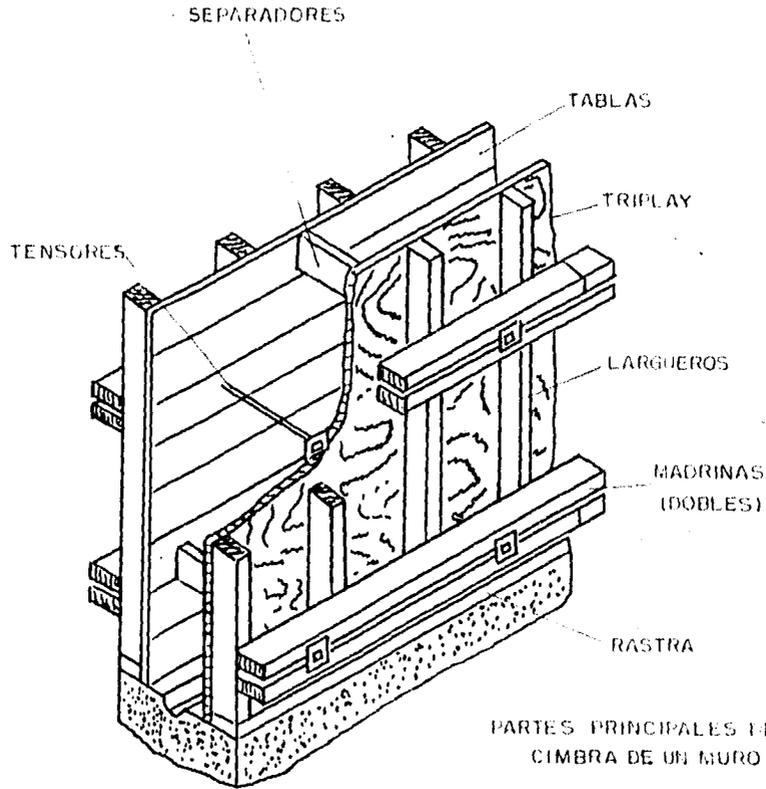
En general tienen un costo sumamente elevado, dado que se necesita utilizar verdaderos carpinteros especializados en este tipo de trabajos, y el número de horas que toma su ejecución es muy grande en comparación con el tipo de cimbrado normal. Así pues, comenzaremos por analizar aquéllas que por su procedimiento de operación no se pueden considerar como cimbras fijas.

PARTES DE LA CIMBRA EN UN MURO

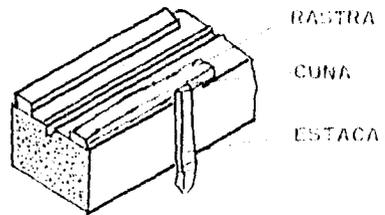


CIMBRA DE UN MURO

CIMBRA DE MUROS

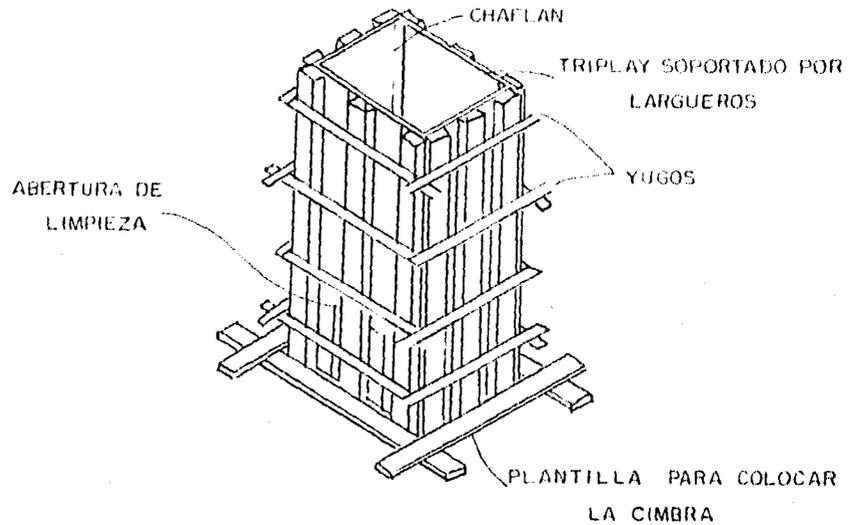


PARTES PRINCIPALES DE LA CIMBRA DE UN MURO

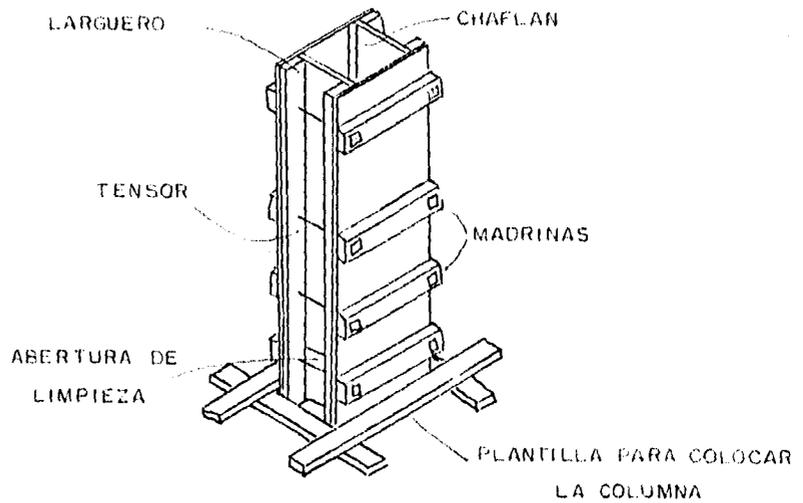


COLOCACION DE LA RASTRA

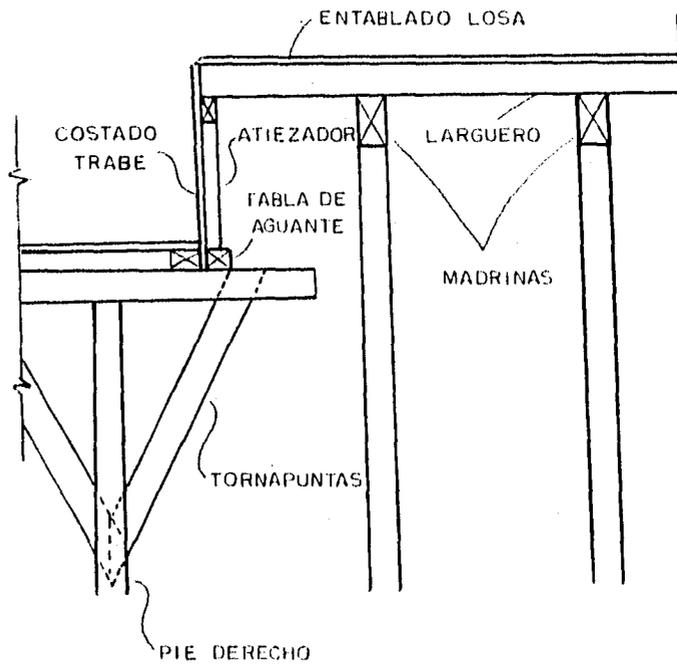
CONSTRUCCION DE CIMBRAS



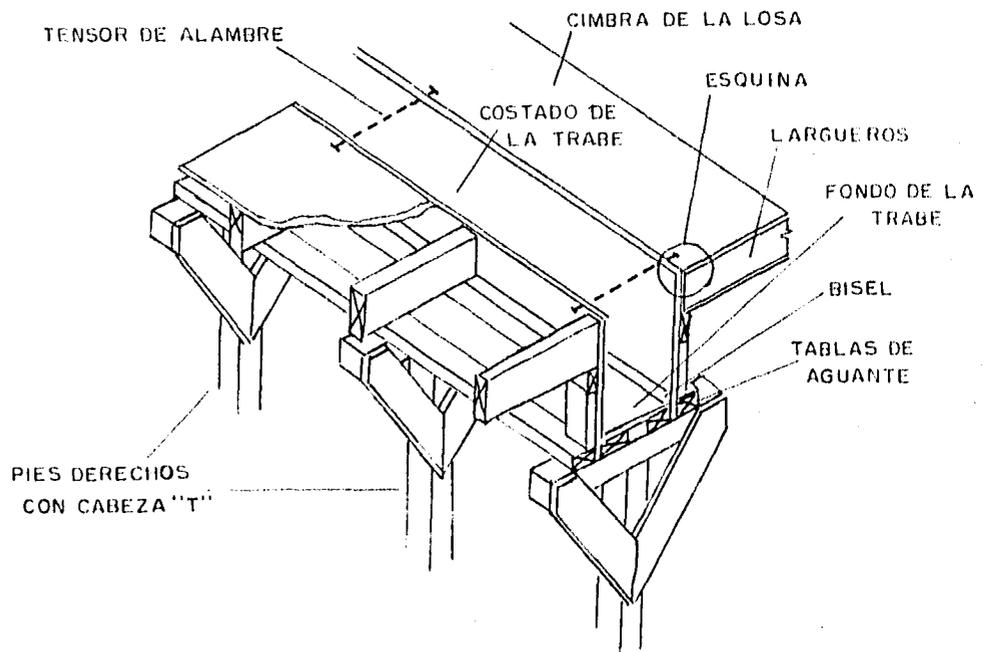
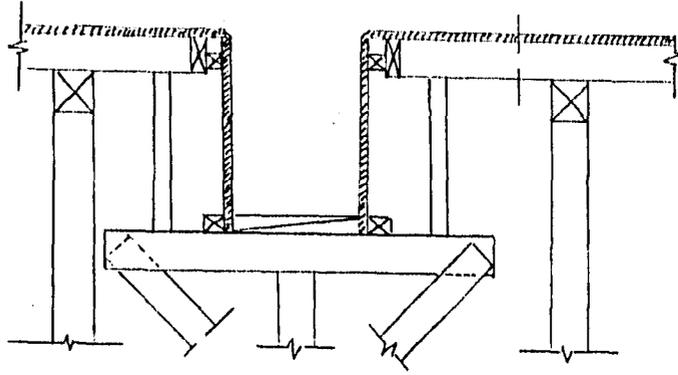
CIMBRA DE UNA COLUMNA DE GRAN SECCION



SISTEMA DE CIMBRA LOSA TRABE



ARREGLO TÍPICO DE UNA CIMBRA PARA
TRABE Y LOSA



1. CIMBRAS DESLIZANTES Y RODANTES

A) CIMBRAS RODANTES. Cuando tiene que efectuarse en una obra el colado de una serie de elementos iguales, tanto en sección como en longitud, se utilizan comúnmente las cimbras de tipo rodante o deslizante.

La cimbra rodante es muy útil en la ejecución de una serie de trabajos durante la construcción de obras de entrejes iguales, túneles y otros casos especiales en los que ameriten el estudio, proyecto y ejecución de este tipo de cimbras. En todos ellos, en lugar de cimbrar toda superficie por cubrir, se construye el molde de una sección solamente, la cual es montada sobre camiones, carros o estructuras horizontales, formadas generalmente por vigas y polines, que dan apoyadas en tubos o ruedas, permitiendo así deslizar la cimbra y colocarla en el claro siguiente. Siguiendo este sistema se utiliza un juego de cuñas o cualquier otro dispositivo similar, con objeto de colocar el molde en su posición definitiva antes de efectuar el colado, una hecho el cual se retiran, permitiendo entonces que la cimbra baje y desprendiéndola de la su superficie inferior es pasada al claro siguiente para proseguir, en esta forma, el colado de toda la superficie. En algunos casos el descenso de la cimbra debe ser de cierta consideración para poder librar al correr, las trabes o elementos que hayan quedado por la parte inferior.

Estas estructuras se construyen de la forma mas estable posible, haciendo las uniones por medio de tuercas y tornillos, contraventeandolas convenientemente y colocando en su parte inferior un entarimado de vigas o arrastres, con el objeto de evitar los hundimientos y facilitar el movimiento deslizante.

También se utilizan frecuentemente en la ejecución de los colados de gran claro y altura, en los cuales se utilizaría una enorme cantidad de madera para construir la infraestructura en su totalidad y desde luego este sistema se usa cuando todos los tramos son iguales, o con muy pequeñas variaciones unos respecto de otros. Es el caso de la construcción de arcos de concreto en iglesias, hangares, bodegas, teatros, auditorios", etc.

B) CIMBRAS DESLIZANTES. Las cimbras deslizantes tienen su mejor exponente en la cimbra utilizada para la construcción de silos o chimeneas, para lo cual se habilita un juego completo de cimbra de aprox. 1.50 mts. de altura para todo el perímetro, y se efectúa el colado continuo sosteniendo y elevando la cimbra por medio de gatos de tornillo, ya sean manuales o eléctricos, los cuales se apoyan sobre barras de acero duro empotradas en la cimentación y que quedan unidos a la cimbra por medio de puentes convenientemente colocados. Estas cimbras adoptan una sección triangular truncada, siendo menos anchas en su parte inferior con objeto de evitar que se peguen al colado.

CIMBRAS METALICAS Al elevarse cada día mas el costo de la madera por tala desproporcionada de la riqueza forestal del país, los técnicos proyectistas se han visto obligados a idear sistemas que ahorren el consumo, prolongando lo mas posible el uso de la madera, o bien usando otros materiales, como la lamina de acero cuyas ventajas no tienen competencia de determinados tipos de trabajo. Son muy utilizadas para el colado de losas en pavimento, guarniciones y banquetas, así como en columnas, losa, y trabes en lo que respecta a estructuras. México se encuentra todavía bastante atrasado en el empleo de este tipo de cimbras no obstante que se ha hecho el intento, en repetidas ocasiones, por diversas compañías extranjeras de introducir, diversas líneas de cimbras metálicas, pero el costo de las mismas ha sido siempre desproporcionado para la forma en que se trabaja en nuestro medio. Su uso es, desde luego, muy recomendable para todos aquellos trabajos en serie y en que se justifique el costo de la misma. En ella se evita totalmente el uso de madera, ya que los pies derechos, postes y torna puntas son sustituidos por elementos metálicos telescópicos, cuya duración es muy grande y cuya colocación y ensamblado es sumamente sencillo.

El acabado que toman las piezas coladas por este procedimiento es perfecto en su apariencia, quedando las superficies libres las superficies de toda irregularidad, por lo que es posible, y esta es la tendencia al emplearlos, el dejar el concreto aparente, sin aplicar ningún recubrimiento posterior.

CIMBRAS DE OTROS MATERIALES.

A) CIMBRAS DE TUBO DE CARTON O FIBRA (SONOTUBO). Por las razones que se han mencionado y muy en especial por lo que respecta a la manufactura de cimbras para columnas redondas, ha tenido gran aceptación en México el uso de cimbras hechas a base de papel kraft en forma de tubos, las cuales no es posible usarlas mas que una sola vez, pero ofrecen grandes ventajas en lo que respecta a su costo y al magnifico acabado aparente que dan a las plazas. Su aplicación y uso se detallan en la parte correspondiente

B) CIMBRAS HECHAS CON LAMINA DE FIBRACEL. Es un material intermedio entre la madera y la cimbra metálica que disminuye el costo de la misma, obteniéndose un acabado similar a aquellas en que se emplea cimbra metálica. Puede usarse en forma simple, al igual que el triplay o el recubrimiento de cimbras hechas con el sistema usual de madera en las que, por lo tanto ya no es necesario cuidar su acabado pues no trabajaran como superficies de contacto sino simplemente, como elementos estructurales de la misma emplean tubos de dicho material, colocado dentro de las mismas la sección de concreto previamente calculada y quedando como superficie exterior la del tubo de asbesto. En algunos casos y no siendo un procedimiento muy usual, se utilizan laminas lisa en condiciones similares a las de FIBRACEL o triplay.

Este sistema invento mexicano proporciona grandes ventajas para la economía y velocidad en la construcción de estructuras de ferroconcreto, así como en su resistencia, y es usado actualmente ya también en los Estados Unidos en vista de las enormes ventajas que proporciona. Cada operación del descimbrado se utiliza sin movimientos, en el cimbrado de elemento que sigue. El proceso de trabajo es radicalmente distinto al acostumbrado hasta ahora, comprendiendo dos etapas: la construcción de las columnas y traveses de la estructura, hecha de abajo hacia arriba; y la construcción de pisos en sentido contrario, de arriba hacia abajo.

El principal elemento de este novedoso sistema consiste en un aditamento llamado litera, que da servicio semejante al de la cabina de un elevador, y por medio del cual se ejecutan todos los trabajos de construcción de la estructura. Esta litera consta de dos pisos y un techo, separados entre sí 4 o 6 postes y cuya distancia es igual a la del piso del edificio. El techo se encuentra previsto de una serie de garruchas o elementos en donde colocar estas para facilitar la maniobra de descimbrar las columnas y traveses de la estructura, así como el sitio donde almacena las cimbras.

Puede la litera, además la litera puede llevar una instalación eléctrica y andamios fijos y colocarse en dos de ellas, la bodega de herramienta y una pequeña oficina para el ingeniero residente, locales que van subiendo conforme la estructura. El techo puede estar formado por laminas ligeras o ser un segundo piso que cubra totalmente el espacio comprendido por las traveses que forman un marco horizontal superior y servir también para el transporte de concreto.

VENTAJAS TECNICAS.

- a) Se reduce el tiempo de transporte del concreto, aun tratándose de columnas.
- b) El fierro colocado no puede ser movido ni doblado al efectuarse el transporte del concreto.
- c) El concreto recién hecho esta a la sombra, el curado de las vigas y columnas se hace
- d) directamente y por arriba de, y al curar una pieza se curan simultáneamente las inferiores.
- e) El trazo y localización de centros de las columnas se hace una sola vez. e) No puede cometerse el error de colar una columna excéntrica con respecto a su columna inferior.

VENTAJAS ECONOMICAS.

- a) La madera en vigas y columnas sirve para mas de 20 veces y en las losas para mas de 30.
- b) Se eliminan todos los movimientos horizontales de la madera y todos los verticales se hacen con mayor sencillez, con diferenciales que van cambiándose de claro en claro.
- c) Las cimbras, instalaciones y trazos de ejes de fierro se hacen una sola vez.
- d) Siempre se trabaja protegidos al sol y de la lluvia.
- e) Pueden cambiar de sección las vigas, columnas y losas, así como de claro o altura, sin necesidad de construir nuevas cimbras.
- f) Se eliminan las torres, para elevar el concreto.
- g) Los edificios se terminan varios meses antes de que cualquier otro de los sistemas usuales.

2.2 DISEÑO DE CIMBRAS DE MADERA PARA LOSAS, TRABES, MUROS Y COLUMNAS DE CONCRETO.

'Una cimbra debe ser capaz de soportar todas las solicitaciones que se le impongan, ya sean cargas verticales o laterales, hasta que el concreto sea capaz de tomarlas por el mismo.

Estas cargas incluyen el peso de:

- Concreto fresco.
- Acero de refuerzo.
- Cimbra peso propio.

Además de varias cargas vivas que se presentan durante el proceso constructivo, como son:

- Descargas de concreto.
- Movimiento del equipo sobre la cimbra.
- Acciones de viento.

Estas producen fuerzas laterales que han de ser soportada por la cimbra.

También han de considerarse la asimetría de la carga de concreto, impactos del equipo y cargas concentradas producidas por el concreto en los lugares de descarga. Ver fig. 19. PESO PROPIO. La cimbra de madera pesa generalmente (cuando es normal) de 50 a 75 kg/m². cuando este peso es pequeño en comparación con.

Peso del concreto + carga viva.

Puede despreciarse.

cargas vivas.

El ACI Comité 347, recomienda usar un valor de 250 kg/m² por concepto de carga viva.

Este valor incluye peso de trabajadores, equipo, andadores e impacto.

Cuando se usan volquete motorizados para mover el concreto sobre la cimbra este valor deberá incrementarse a 400 kg/m².

EL diseño de cimbras se basa en el conocimiento de las cargas y presiones que actual sobre nuestra cimbra, así como de los esfuerzos resistentes y de los materiales que usaremos para diseñarlas.

Aunque existen gran cantidad de materiales para cimbrar, y cada uno de ellos tiene ventajas sobre los demás, la madera y el triplay siguen siendo, por su fácil trabajabilidad, bajo precio y disponibilidad uno los materiales mas utilizados para diseñar cimbras en edificación.

Sin embargo, aunque la madera y el triplay son los materiales mas usados para cimbrar, los mismos principios generales que se explican en este trabajo, pueden ser especificados para diseñar una cimbra con cualquier material, siempre y cuando, conozcamos sus esfuerzos resistentes a flexión, compresión, tensión, cortante, etc.

El grado de precisión con el que se diseña una estructura, debe ser congruente con las incertidumbres en las características de los materiales y las magnitudes de las cargas.

En el diseño de cimbras, estas incertidumbres son considerables de manera que, por lo general, no se justifica un gran refinamiento en el cálculo.

Por otra parte, en el diseño de cimbras, es frecuente que rijan consideraciones ajenas a la resistencia. Es entonces usual recurrir a simplificaciones como las siguientes:

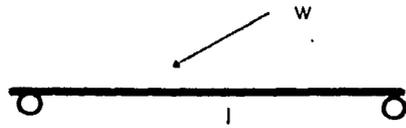
- 1) Suponer que las cargas están uniformemente distribuidas aun cuando esto no sea rigurosamente cierto.
- 2) Se resolverán las cimbras tratándolas como estructuras isostáticas, esto es como vigas simplemente apoyadas en el caso de cimbras de contacto, largueros y madrinas.

En general, una cimbra consiste de un elemento de contacto que retiene al concreto fresco, y elementos de soporte necesarios para mantener en su lugar y dar firmeza al elemento de contacto .

El soporte directo del entablado se logra con miembros llamados largueros, estos a su vez son soportados por las madrinas, y las madrinas son soportadas por miembros verticales llamados pies - derechos o bien por tensores (en muros y columnas) .

FORMULAS APLICABLES EN CIMBRAS

(1) Viga simplemente apoyada carga uniforme

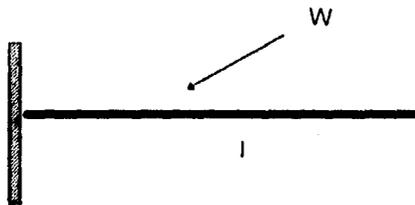


$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{5wl^4}{384EI}$$

$$V_{\max} = \frac{wl}{2}$$

(2) Viga en voladizo carga uniforme.

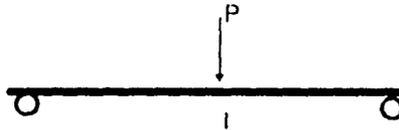


$$M_{\max} = \frac{wl^2}{2}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{5wl^4}{8EI}$$

$$V_{\max} = wl$$

(3) Viga simplemente apoyada con carga concentrada en el centro



$$M_{\max} = \frac{Pl}{4}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{Pl^3}{48 EI}$$

$$V_{\max} = \frac{P}{2}$$

FLECHAS: O DEFLEXIONES

La flecha permisible dependerá del acabado deseado. Una pequeña flecha que en un acabado rugoso puede pasar inadvertida, puede ser de importancia en una superficie muy lisa, sometida a una observación visual cercana.

Un valor aceptable y frecuentemente usado en el diseño de cimbras es el recomendado por el ACI:

$$\begin{aligned} A_{\max} &= l/360 && \text{para concreto no aparente.} \\ A_{\max} &= l/400 && \text{para concreto arquitectónico.} \end{aligned}$$

donde l es el claro libre entre apoyos.

En las fórmulas de flechas o deflexiones aparece el factor E que se refiere al módulo de elasticidad del material a flexar. I es el momento de inercia, en la dirección considerada cuando se use madera mojada o muy húmeda, se recomienda usar el mínimo valor de E para el cálculo de deflexiones.

$$\Delta_{\max} = \frac{5 w l^4}{384 E I} \quad \text{Ec(1)}$$

Además

$$\Delta_{\max} = \frac{l}{360} \quad \text{Ec(2)}$$

Por lo tanto, igualando las flechas máximas tenemos, despejando l

$$\begin{aligned} \frac{5 w l^4}{384 E I} &= \frac{l}{360} \\ \frac{5 w l^4 (360)}{384 E I} &= l \\ \text{Si } l &= l \Delta \\ l \Delta &= 0.6 \sqrt{\frac{E I}{W}} \quad \text{Ec(3)} \end{aligned}$$

l = máxima longitud libre entre apoyos para producir una deflexión de L/360.

Flexión

El diseño por flexión se basa en el esfuerzo de flexión máximo permisible, y en la comparación del momento actuante con el momento resistente de la pieza.

El momento flexionante actuante sobre una viga simplemente apoyada con carga uniforme es:

$$M_{\max} = \frac{Wl^2}{8} \quad \text{Ec(4)}$$

Donde W es la carga uniformemente distribuida en kg/cm y L es el claro libre entre apoyos.

El momento resistente de un miembro según la fórmula de la escuadria es:

$$f = \frac{M y}{I}$$
$$S = \frac{I}{y} = \frac{b h^3}{12 h} = \frac{b h^2}{6}$$
$$f = \frac{M}{s}$$

$$M_r = f s \quad \text{Ec(5)}$$

donde: M_r = momento resistente
 f = máximo esfuerzo permisible en flexión
 s = módulo de sección

Por lo tanto igualando el momento actuante y el momento resistente y despejando l tenemos:

$$\frac{W l^2}{8} = f_s S$$

$$l = \sqrt{\frac{f_s S}{w}}$$

si $l = l_r$

$$l_r = 2.83 \sqrt{\frac{f_s S}{w}} \quad \text{Ec(6)}$$

l_r = Longitud máxima entre apoyos para que una pieza con determinado módulo de sección S , no sobrepase su máximo momento resistente.

CORTANTE

Aunque la flexión suele regir el dimensionamiento de vigas de madera, pueden presentarse situaciones en que sea crítica la fuerza cortante.

El máximo esfuerzo cortante en una viga de sección rectangular es:

$$v = \frac{3 V}{2 b h} \quad \text{Ec(7)}$$

donde para una viga simplemente apoyada bajo carga uniforme

$$v = \frac{w l}{2} \quad \text{Ec(8)}$$

donde: l = claro libre entre apoyos de la viga en cuestión.
 w = carga uniformemente distribuida en kg/cm
 b = ancho de la pieza.
 h = altura de la pieza.



el esfuerzo cortante " v " no debe sobrepasar el valor del esfuerzo cortante permisible para el tipo de madera en cuestión.

Sustituyendo Se Ec(8) en la fórmula Ec (7) tenemos:

$$v = \frac{3 W l}{4 b h}$$

y despejando: l

$$l = \frac{4 v b h}{3 W}$$

$$\text{Si } l = l_{\Delta}$$

$$l_v = \frac{4 v b h}{3 W} \quad \text{Ec(9)}$$

v = máximo esfuerzo cortante según el tipo de madera

lv = máxima longitud entre apoyos que una viga puede resistir, para que dadas sus dimensiones no se sobrepase el valor del esfuerzo permisible para cortante, del tipo de madera en cuestión.

El diseño por consiguiente puede determinar las dimensiones de una pieza cuando existen claros muy sobrecargados.

2.3 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MADERA

La madera fue probablemente el primer material usado para fines estructurales por el hombre y a través de los siglos, ha seguido desempeñando un papel importante en la construcción de obras de todo tipo.

En actualidad se observa el interés creciente sobre material, que obedece gran parte a su naturaleza viva. En efecto, la madera puede producirse y cosecharse; es el único recurso natural renovable dotado de buenas propiedades estructurales. En esta época en que nos preocupan, por una parte, la crisis de energéticos y minerales y, por otra, la progresiva contaminación ambiental, es evidente el interés en un material como la madera, cuya transformación en material de construcción implica menor consumo de energía y menor contaminación del aire y del agua que los caracteriza de la fabricación del acero, el cemento, el aluminio, los ladrillos y los plásticos.

La naturaleza viva de la madera se refleja en el complejo de su estructura. Tanto sus cualidades como sus limitaciones se derivan de esta estructura." Las fibras con la característica constitutiva esencial de la madera. La fibra le da su belleza, su expresión resistente, su estructura vital". Las variadas texturas de la madera.

Desde el punto de vista estructural la madera tiene indudables ventajas. Una de las más importantes es su ligereza: es uno de los materiales que puede desarrollar una mayor fuerza de tensión ó compresión por unidad de peso. Consecuentemente su comportamiento en flexión es también a y el acero.

En cuanto a los aspectos constructivos, cabe señalar que la madera es un material relativamente fácil de trabajar con herramientas sencillas, lo que hace posible el logro de una gran diversidad de secciones y formas. Su ligereza implica costos de transporte y montaje bajos, lo que es significativo cuando se trata de sistemas de construcción a base de prefabricación.

Otras ventajas de la madera son su gran capacidad para absorber energía y resistir impactos, lo que hace que resulte particularmente apropiada para estructuras como las de los muelles, su alta resistencia a la fatiga, sus características como aislante tanto térmico como acústico, y la facilidad con que su superficie puede pintarse.

Deben mencionarse también algunos inconvenientes de la madera como material estructural. Uno es la forma en que la madera se encuentra en la naturaleza: en piezas rectas, de longitud mayor que sus dimensiones transversales. Tanto el tamaño como la forma imponen restricciones a las escuadrías posibles.

Desventajas adicionales de la madera son su tendencia a las variaciones volumétricas con los cambios de humedad del ambiente, el aumento progresivo con el tiempo de las deformaciones bajo carga permanente, de dificultad de realizar uniones adecuadas, el peligro de pudrición bajo la acción de determinados organismos vivos, y el peligro de incendio.

Probablemente el máximo consumo de madera para fines estructurales ha correspondido a la vivienda y aún hoy en muchos países sigue siendo el material preferido para la construcción de habitaciones. Sin embargo, el uso de la madera no ha estado limitado a edificios de dimensiones relativamente reducidas como son las viviendas. Se ha empleado también con éxito en la construcción de techos de claros considerables para iglesias, edificios industriales y lugares de reunión.

Los primeros puentes indudablemente fueron troncos de árboles y todavía se construyen puentes provisionales, e incluso algunos permanentes, con madera, cuando los claros no son muy grandes.

Es frecuente el uso de la madera en muelles y otras estructuras portuarias. La madera ha desempeñado siempre un papel importante en diversas estructuras auxiliares de la construcción tales como andamios, cimbras y obras falsas.

Otras aplicaciones estructurales importantes son los durmientes de ferrocarril y los postes para líneas telefónicas y para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Son varios los sistemas estructurales a los que se puede recurrir para construir viviendas.

POSTE Y DINTEL.

Uno de los sistemas más antiguos utilizados para construir estructuras de madera es el de poste y dintel, que consiste en apoyar vigas sobre postes. Se caracteriza por el empleo robustos colocados a separaciones relativamente grandes, con los que forman estructuras reticulares espaciales.

La construcción con poste y dintel brinda gran libertad a la planeación arquitectónica. Para los pisos y techos se puede recurrir a una gran variedad de alternativas como el techo de tablonos indicado en la figura, lo mismo sucede con los sistemas de muros. Puesto que éstos no se requieren para resistir las cargas verticales, función que corresponde a los postes exclusivamente, es posible prever ventanales de grandes proporciones. Frecuentemente se saca partido de las cualidades estéticas de la madera dejando aparentes las vigas y los postes. En tal caso el tratamiento apropiado de las uniones puede ensalzar el atractivo

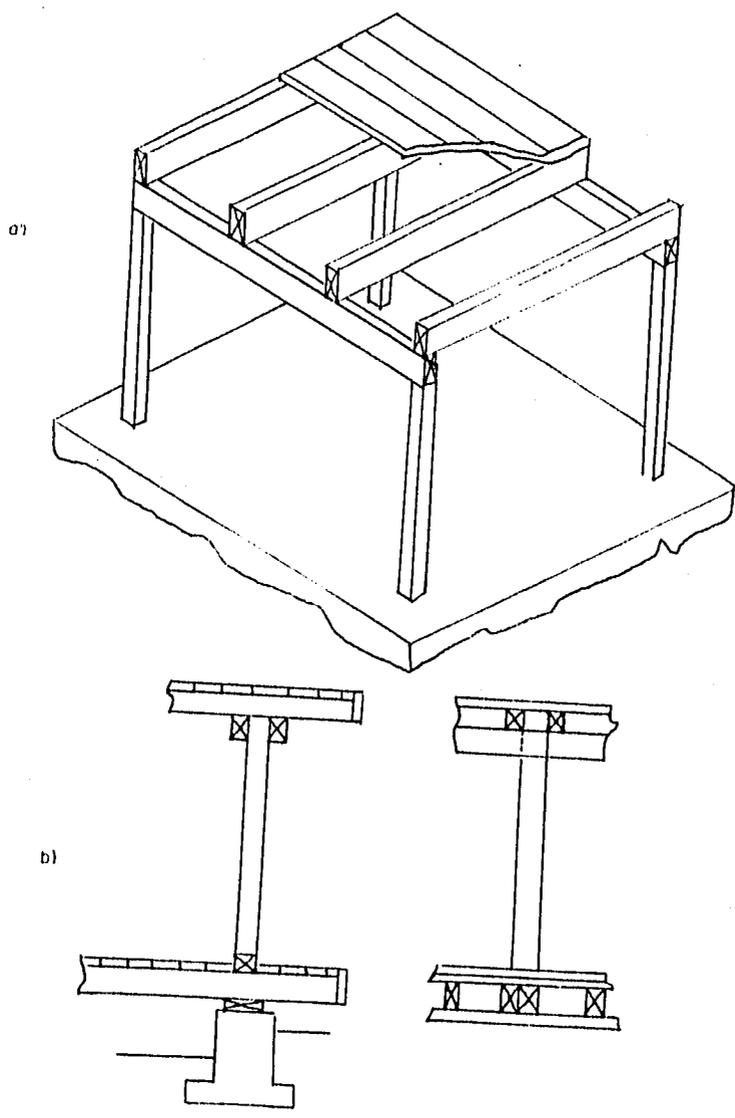
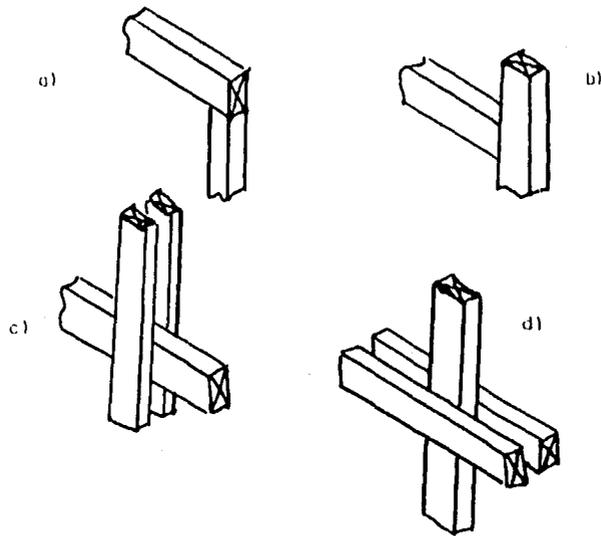


FIGURA CONSTRUCCION CON POSTE Y DINTEL

RELACION ENTRE VIGAS Y COLUMNAS EN
ESTRUCTURAS DE POSTE Y DINTEL



del proyecto. Si se emplean vigas de madera laminada encolada es posible lograr espacios libres de grandes proporciones. Debe advertirse que el sistema de poste y dintel no suele resultar económico debido al costo de las piezas robustas de madera maciza ó de madera laminada que se requieren.

Un aspecto importante del diseño de estructuras de poste de dintel es la forma de obtener suficiente resistencia y rigidez frente a las fuerzas horizontales. Dadas las incertidumbres en el grado de continuidad que puede lograrse en las uniones entre las vigas y las columnas y entre éstas y la cimentación es recomendable buscar la estabilidad adecuada con muros convenientemente localizados y diseñados para que resistan las fuerzas horizontales sin deformaciones excesivas. La rigidez necesaria se puede obtener por medio de rellenos de mampostería, barras en diagonal que formen triangulaciones, diafragmas de madera contrachapada u otros elementos equivalentes adecuadamente unidos al esqueleto de postes y vigas. Los techos ó pisos deben diseñarse como diafragmas con capacidad para transmitir las fuerzas horizontales a los muros de cortante de mampostería. Conservadoramente puede despreciarse la contribución de los postes a la resistencia a estas fuerzas horizontales.

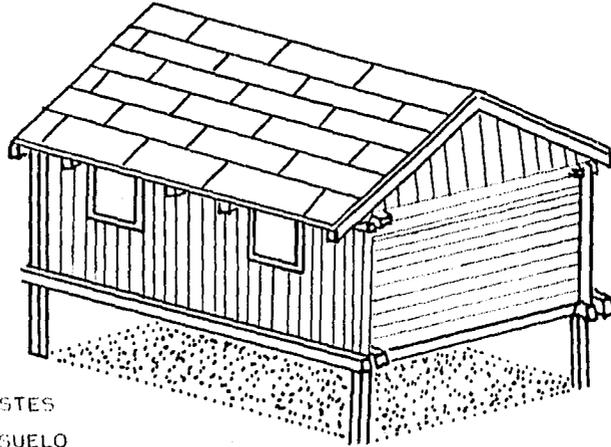
POSTES HINCADOS EN EL SUELO

Una modalidad de la construcción de poste y dintel consiste en hincar los postes en el suelo en lugar de apoyarlos sobre una base o cimiento. Los postes pueden ser de madera en rollo o rectangulares.

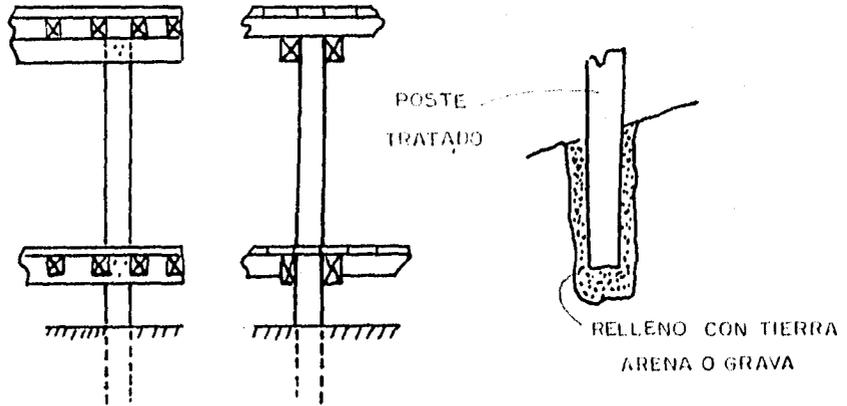
Los postes hacen a la vez de cimentación y de superestructura. Gracias a su empotramiento en el suelo contribuyen eficazmente a la estabilidad de la estructura frente a las fuerzas laterales. El sistema es apropiado para construcciones en terreno accidentado ó en terreno con rellenos. Permite elevar el piso respecto al nivel del suelo a un bajo costo, lo que es de interés en muchas edificaciones rurales. Un aspecto que debe vigilarse es la protección de los postes con un preservador adecuado.

VIVIENDAS DE ARMAZON DE MADERA

El sistema estructural más comúnmente empleado en la actualidad en la construcción de viviendas de madera es el que en este texto se denomina de " armazón ". Se caracteriza este sistema por el ensamble mediante clavos de piezas estándar de dimensiones pequeñas (un espesor de unos cuatro a cinco centímetros es usual) para formar estructuras espaciales. Los muros están constituidos por piezas verticales forradas con triplay ó duela. El piso está formado por viguetas que soportan una cubierta también de triplay ó duela. A veces, para mejorar la rigidez, se recurre a elementos diagonales formando



a) VIVIENDA DE POSTES
HINCADOS EN EL SUELO

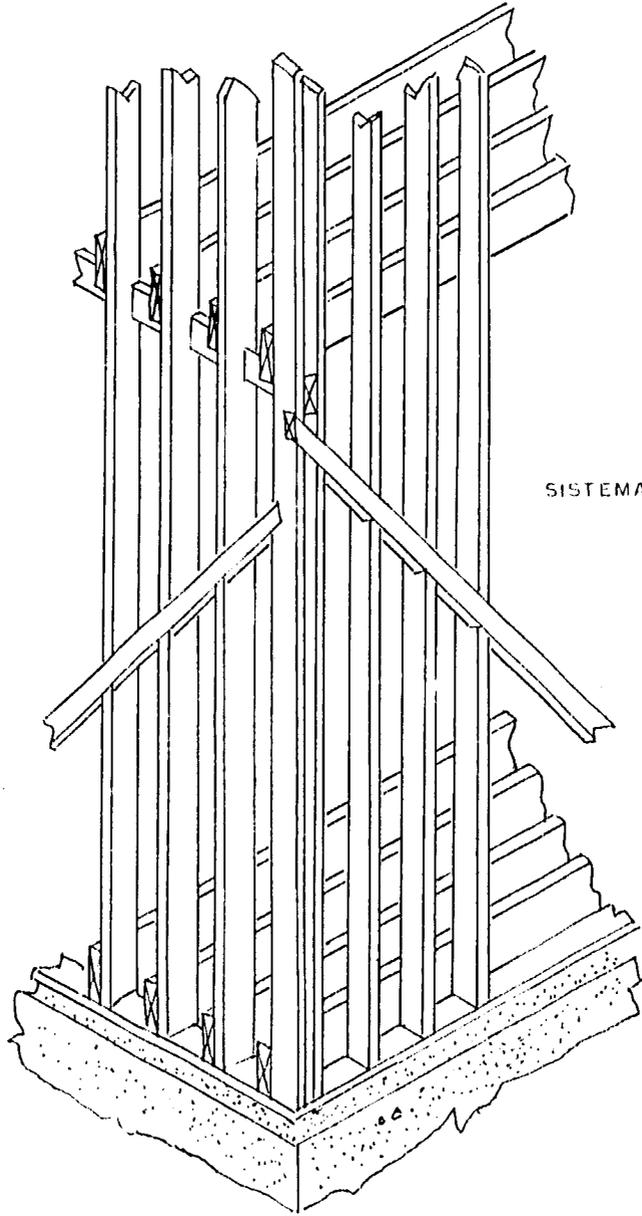


b) DETALLES DE ESTRUCTURA
DE TECHO PLANO

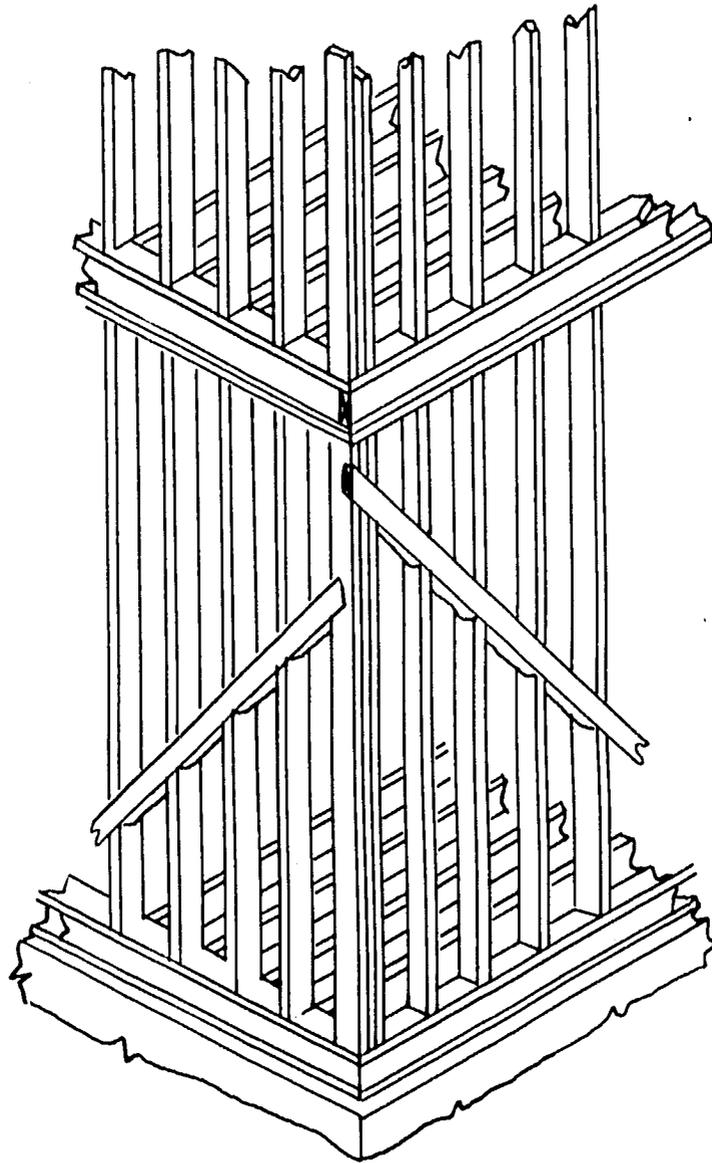
c) DETALLE TIPICO DE
EMPOTRAMIENTO DE
UN POSTE

FIGURA DETALLES DE ESTRUCTURAS DE
POSTES HINCADOS EN EL SUELO

MADERA



SISTEMA "SALLOON"



SISTEMA PLATAFORMA

sistemas triangulados. Para el techo se emplean viguetas, cuando los claros son pequeños ó armaduras ligeras con diversos materiales de techado.

Tanto las piezas verticales como las viguetas y las armaduras se colocan a separaciones relativamente pequeñas. Los espaciamientos usuales son 30, 40 y 60 cm y, menos frecuentemente, 120 cm. Todas estas dimensiones permiten un aprovechamiento eficiente de las medidas comerciales del triplay y de diversos materiales apropiados para el recubrimiento de los muros.

Las estructuras de este tipo exhiben un excelente comportamiento ante las acciones sísmicas ya que además de tener poca masa, tanto en sus muros como sus pisos actúan como diafragmas. Por supuesto su resistencia a las acciones del viento también es satisfactoria: con detalles de unión y de anclaje adecuados pueden soportar vientos huracanados.

Existen dos variantes básicas, en una, el sistema denominado: " almacén de globo ", por su ligereza, en edificios de más de un nivel los elementos verticales son continuos de nivel a nivel, desde la cimentación.

En épocas más recientes esta variante ha ido cayendo en desuso, siendo desplazada por el sistema de plataforma, cuyas características esenciales pueden apreciarse en la figura.

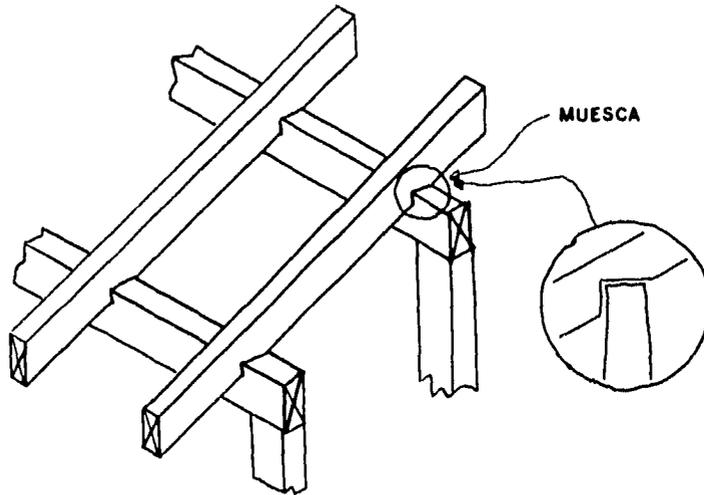
En esta variante, se construye primero una plataforma sobre la cimentación, se erigen las piezas verticales de los muros con una altura igual a la planta baja, y se construye otra plataforma sobre estas piezas, sobre la que se levantan los elementos verticales del segundo piso. Esta forma de proceder permite una mejor planeación de actividades puesto que en una etapa temprana de la construcción, se cuenta con un espacio cubierto en el que se pueden iniciar los trabajos de instalaciones y acabados. Además el sistema se presta al empleo de paneles u otros componentes prefabricados, que suelen producirse con alturas de un nivel.

ESTRUCTURAS EN A.

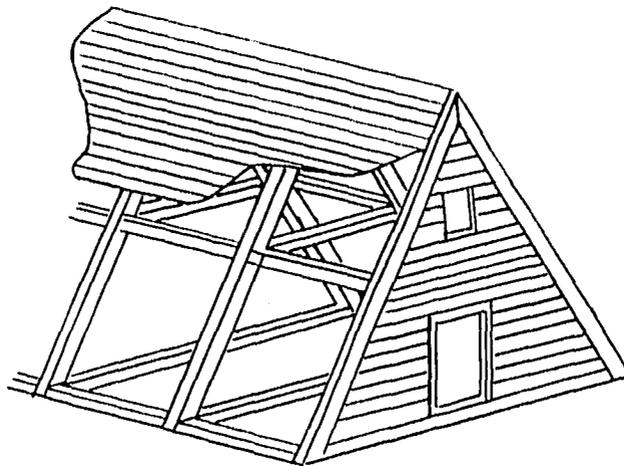
Las estructuras en A se han utilizado con éxito en viviendas vacacionales. Sin embargo debe advertirse que su forma, ventajosa desde el punto de vista de la estabilidad que proporciona, impide un aprovechamiento eficiente del espacio.

ESTRUCTURAS MIXTAS.

Los sistemas mixtos de mampostería para los muros y madera para los pisos y techos son tradicionales en México. Estos sistemas tradicionales pueden mejorarse diseñando los elementos de madera con bases ingenieriles. Una alternativa de interés podría consistir en una combinación de muros de mampostería, pisos de viguetas de madera y techos de armaduras ligeras, un

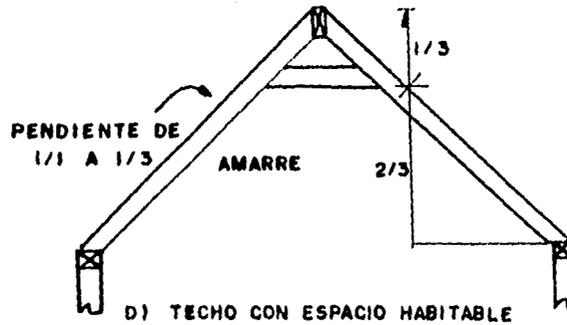
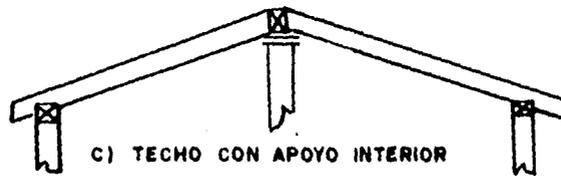
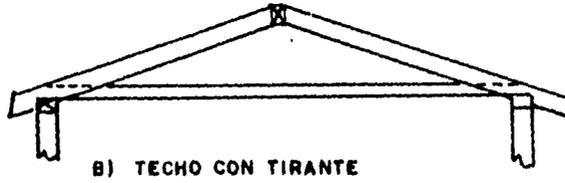
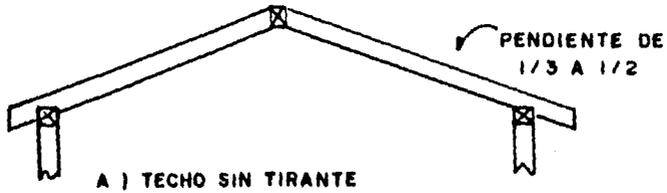


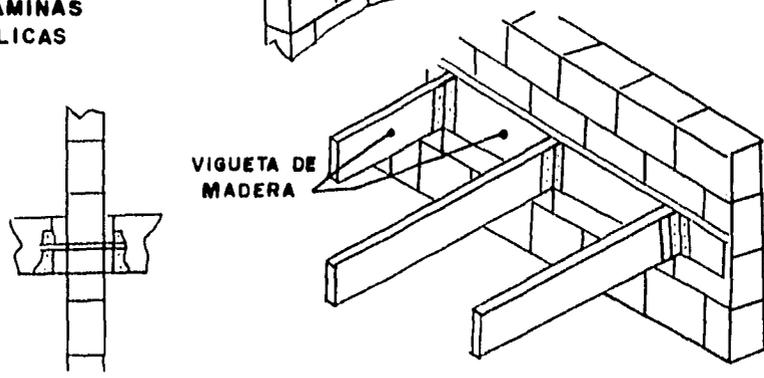
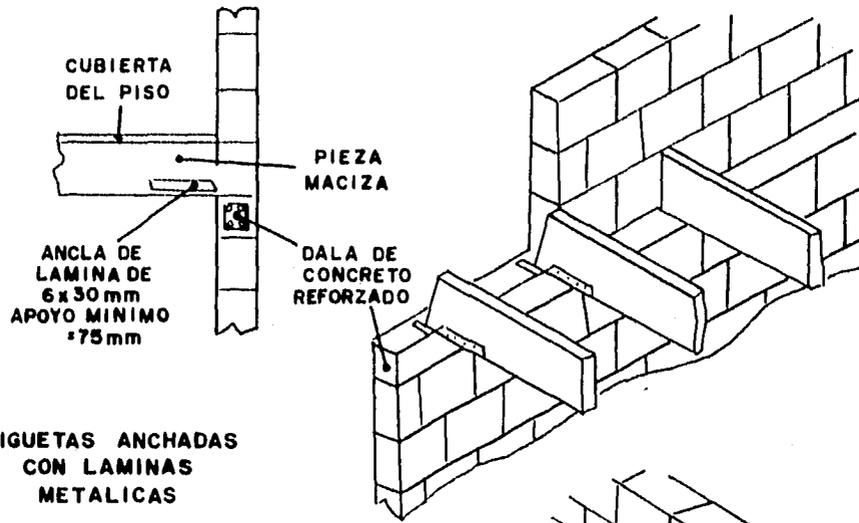
TECHO INCLINADO DE VIGUETAS DE MADERA



VIVIENDA CON ESTRUCTURA EN "A"

TECHOS DE DOS AGUAS
CON VIGUETAS





aspecto del diseño de estructuras mixtas que requiere especial atención es el de la unión entre la mampostería y los elementos de madera, sobre todo cuando los pisos y techos, actuando como diafragmas, transmiten fuerzas horizontales a los muros.

CIMENTOS

Uno de los aspectos más ventajosos del uso de la madera en la construcción de viviendas es el bajo costo de la cimentación que resulta del reducido peso de la estructura.

Existen dos casos básicos, cada uno de los cuales puede tratarse de diversas maneras: edificios en los que el piso de la planta baja consiste en una losa apoyada sobre el suelo. A veces la cimentación se construye de manera suficiente para poder aprovecharlo como sótano.

En la figura se ilustra una cimentación para el muro exterior de una vivienda con losa de concreto apoyada sobre el suelo. Consiste en una zapata de concreto simple ó reforzado y un muro de mampostería de tabique, bloque de concreto simple. El ancho de la zapata depende de la capacidad del suelo. Debe centrarse con la resultante de las cargas que actúen sobre ella. Para desplantar los muros de madera se ancla una pieza de madera de 2 x 6 pulg. sobre la parte superior del murete. En el detalle (b) se muestra una forma de anclar esta pieza. También es posible usar clavos hincados con pistola. Si el murete es de concreto el anclaje puede lograrse por medio de correas metálicas ancladas en el concreto y fijadas a la madera por medio de clavos (detalle (c)). Si la estructura está expuesta a fuerzas de importancia debidas a viento ó sismo el anclaje tanto de la pieza de apoyo al murete como del muro de madera a la pieza de apoyo debe detallarse con cuidado.

En el detalle (b) se muestra una manera de proteger la estructura de madera contra la humedad. Suele recomendarse que la pieza de apoyo se trate con preservador y que se prevea una distancia mínima de 15 cm entre ella y el suelo. La pieza de apoyo debe estar correctamente nivelada. Esto se puede lograr por medio de una capa de mortero. Una posible desventaja de la alternativa mostrada son los movimientos relativos entre el murete y la losa que pueden presentarse si el suelo es de baja capacidad. Estos movimientos pueden afectar los acabados del piso. En lugar de la cimentación de zapata y murete puede utilizarse un cimiento de piedra braza como el que es tradicional

Para construir las cimentaciones que se acaban de describir es necesario excavar una zanja lo suficientemente amplia para que los albañiles puedan trabajar.

La zanja puede rellenarse de concreto simple ó concreto ciclópeo sin necesidad de utilizar cimbra, salvo para la porción que sobresalga del suelo. En la figura se

muestra un detalle típico. También en este caso es necesario prever detalles que protejan la madera contra la humedad así como un anclaje adecuado.

Los trabajos de excavación pueden reducirse notablemente construyendo la estructura de madera sobre una losa de concreto reforzado. La losa debe engrosarse y reforzarse convenientemente debajo de los muros perimetrales y de los muros de carga interiores. Suele colarse sobre una capa de grava cementada ó de un material análogo. Como protección contra la humedad puede tenderse una membrana de polietileno sobre la grava cementada antes del colado del concreto. Los detalles de anclaje y de protección de las piezas de apoyo para el desplante de los muros de madera son semejantes a los de los cimientos descritos anteriormente.

Los pisos a base de losas ó firmes de concreto colados directamente sobre el suelo presentan algunos inconvenientes. Por ejemplo, el sistema no se presta a terrenos con pendiente ya que puede requerirse una excavación de alguna importancia para formar la superficie plana necesaria para el colado de la losa. Tampoco es apropiado en climas fríos por la dificultad de prever un aislamiento térmico adecuado. Estos inconvenientes pueden obviarse mediante el empleo de pisos "suspendidos" de viguetas y cubiertas de madera.

Una cimentación para piso suspendido se recomienda un espacio mínimo de 45 cm de altura que permita la inspección y reparación del piso. Debe mantenerse una distancia mínima de 15 cm entre cualquier elemento de madera y el suelo. Además debe contarse con ventilación adecuada. Los extremos interiores de las viguetas del sistema de piso se apoyan sobre vigas de madera maciza formadas por una ó varias piezas que transmiten la carga a pedestales sobre zapatas aisladas. La colocación de la pieza de apoyo es un aspecto crítico de la construcción puesto que ésta sirve de guía para el montaje del resto de la estructura. Debe alinearse correctamente y nivelarse con cuidado con una capa de mortero como se indica en el detalle (c) de la figura, en este detalle se muestra también la cara de material aislante que suele especificarse.

El empleo de una cimentación corrida como la descrita para los muros de una vivienda con piso suspendido cuando el suelo tiene una capacidad adecuada, implica una superficie de apoyo superior a la estrictamente necesaria, con el consiguiente desperdicio de materiales. Esto puede evitarse apoyando el muro sobre los cimientos aislados. Estos cimientos pueden consistir en pedestales de mampostería apoyados sobre zapatas, semejantes a la cimentación para un apoyo interior.

Las dimensiones de las pilas dependerán de las características del suelo y de la importancia de las acciones del viento y de los sismos a las que pueda estar expuesta la estructura. Pueden ser de concreto simple ó de concreto reforzado,

según sus proporciones. La excavación puede hacerse a mano cuando el suelo lo permite el concreto se cuela directamente, sin necesidad de cimbrar.

En una variante, apropiada para suelos de baja capacidad se cuela una zapata en el fondo de un agujero de dimensiones adecuadas sobre la que se apoya en una columna de concreto ó concreto reforzado. La columna puede colarse con una cimbra ordinaria de madera ó con un tubo de cartón.

En la figura, se muestra una alternativa que consiste en postes de madera, debidamente tratados, apoyados sobre una zapata de concreto. Los postes generalmente son de madera rolliza ó piezas cuadradas de 4x4 pulg. ó 6x6 pulg. Cuando existe riesgo de fuerzas laterales de importancia el agujero puede rellenarse concreto en el que puede fijarse el poste por medio de anclas metálicas. Las separaciones entre cimientos dependen de la capacidad de carga; suelen ser del orden de 2.5 S 3.5 m

SISTEMAS DE PISO

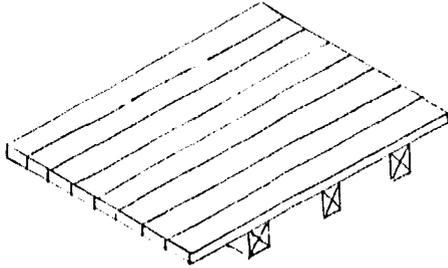
Los sistemas de piso de madera pueden clasificarse en dos grandes grupos: los formados por viguetas a separaciones pequeñas sobre las que se apoya una cubierta de duelas ó de triplay, y los formados por vigas robustas a separaciones relativamente grandes, que soportan tablones.

El primero de los sistemas mencionados es el más frecuentemente utilizados en la construcción de viviendas. Las viguetas tienen un ancho nominal de 5 cm (2 pulg), 20 cm (8 pulg) ó 25 cm (10 pulg), dependiendo de la carga que deba soportar el piso. Las separaciones usuales son 30 cm (12 pulg), 40 cm (16 pulg) y 60 cm (24 pulg) y, menos frecuentemente, 120 cm (48 pulg). Se acostumbra proporcionar apoyo lateral a las viguetas por medio de detalles como los de la figura.

Las duelas, que en algunos casos tienen machihembrado, pueden colocarse sobre las viguetas diagonalmente, ó perpendicularmente respecto a las viguetas, siendo la primera alternativa la más común. Cuando la duela estructural es perpendicular a las viguetas, si se utiliza duela superpuesta para el acabado del piso ésta debe quedar perpendicular a la duela estructural. La colocación en diagonal de la duela estructural tiene la ventaja de permitir colocar las duelas de acabado tanto perpendicular como paralelamente a las viguetas.

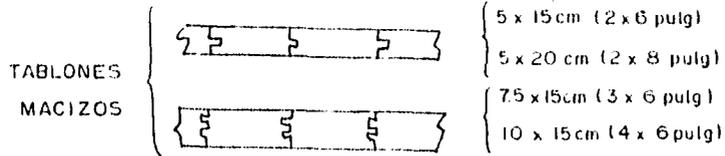
El segundo sistema mencionado, el de vigas y tablones, es de uso menos común que el de viguetas a separaciones pequeñas. Suele asociarse con la construcción de poste y dintel. Dadas las separaciones relativamente grandes entre las vigas no son aplicables las recomendaciones basadas en acción solidaria, comentadas anteriormente.

FIGURA PISO DE VIGAS Y TABLONES

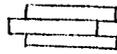


b) TIPO DE TABLONES

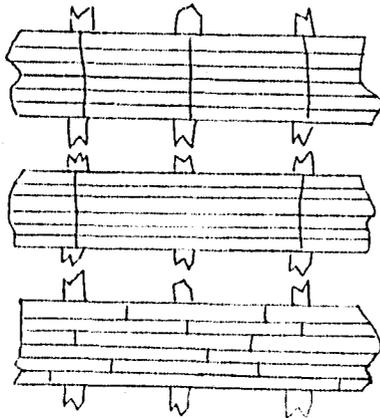
a) PISO DE VIGAS Y TABLONES



TABLONES
LAMINADOS



PERALTES DE 7.5 cm A 12.5 cm
ANCHOS DE 15 cm A 25 cm



TABLONES LIBREMENTE APOYADOS

TABLONES CONTINUOS EN
DOS CLAROS

TABLONES DE LONGITUDES
DIFERENTES
DISPUESTOS ALEATORIAMENTE

c) ARREGLOS VISUALES

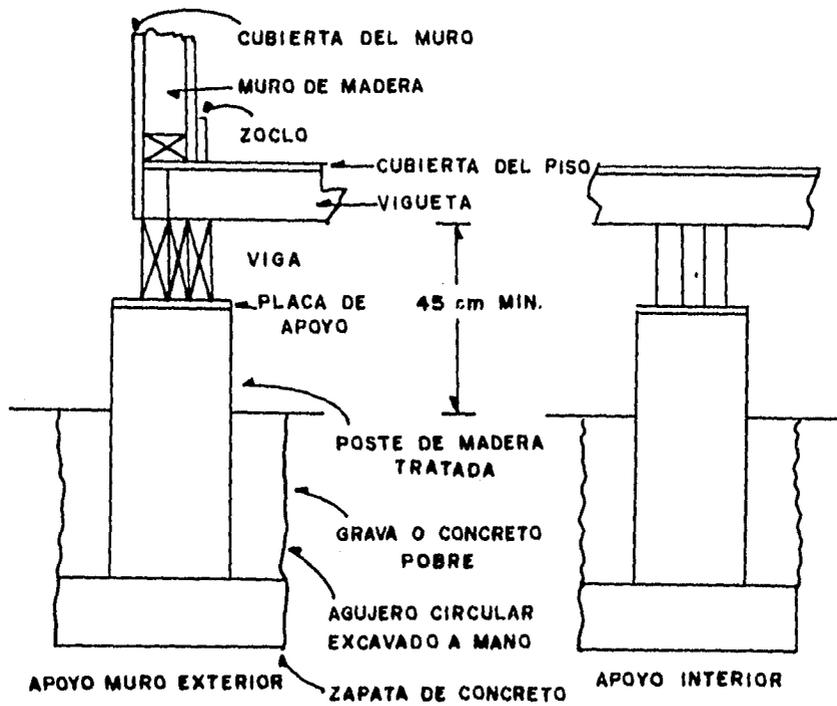


FIGURA CIMENTACION CON POSTES CORTOS DE MADERA

A) PISO CON DUELAS DIAGONALES

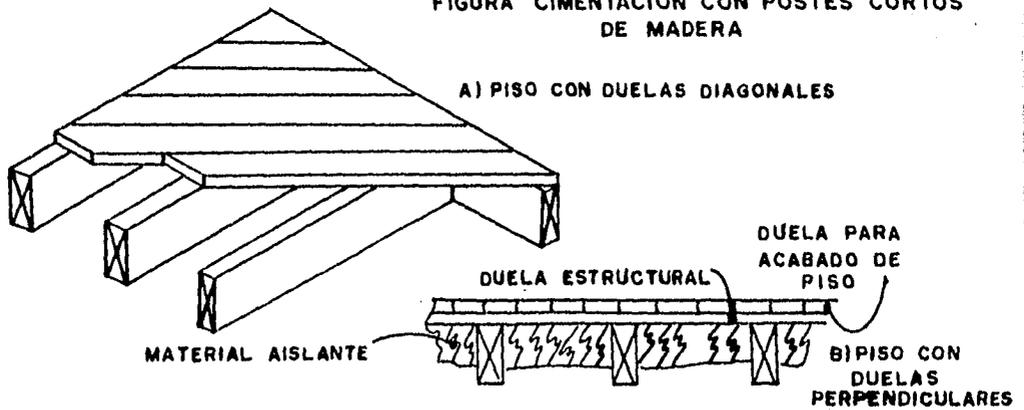


FIGURA PISOS DE VIGUETAS Y DUELAS

Para un mejor comportamiento ante cargas concentradas los tablones suelen tener algún tipo de machihembrado como los mostrados en la figura . Pueden ser macizos ó laminados de varias piezas de peralte menor. En la figura citada se dan las dimensiones usuales.

Los tablones pueden disponerse de diversas maneras. Los tablones libremente apoyados exhiben mayores deflexiones que los tablones continuos en dos ó más claros. Si los tablones están machihembrados no es necesario que sus extremos coincidan con los apoyos. Esto permite aprovechar totalmente las piezas, sin necesidad de hacer recortes cuando éstas se suministran con longitudes variables, como sucede en la práctica frecuentemente.

Además de los dos sistemas de piso básicos que se han descrito existen numerosas, muchas de ellas a base de paneles prefabricados de diversos tipos.

SISTEMAS DE TĒCHO.

Además de soportar su peso propio y el de los materiales de techado y del cielo raso así como las cargas vivas y accidentales que pudieran presentarse, el sistema de techo de una vivienda debe proteger los espacios interiores contra la intemperie, en primer lugar garantizado un desagüe adecuado. A veces deberá preverse también el peso de instalaciones diversas e incluso el de un tanque de agua. Otro aspecto a considerar es el aislamiento térmico.

La elección del tipo V la forma del sistema de techo es una de las decisiones de mayor importancia en el diseño de una vivienda. Influye en ella la forma de la planta del edificio y la distribución de los espacios interiores, el tipo de los materiales de la techumbre y del cielo raso, las condiciones climatológicas y el efecto visual deseado.

Quizá el sistema de techo más usado en viviendas es el de armaduras ligeras. Menos frecuentes son los techos de armaduras combinadas con correas para soportar los materiales de techado. Los techos planos así como los techos de un agua pueden construirse con sistemas de viguetas a separaciones pequeñas ó de vigas con tablones.

Cuando existe un muro de carga intermedio, los extremos interiores de las viguetas pueden apoyarse sobre él, con lo cual se evitan los empujes horizontales. Con pendientes grandes y utilizando una pieza horizontal de amarre se puede lograr un espacio habitable. También en este caso es necesario tomar en cuenta la presencia de empujes horizontales.

SISTEMAS DE MUROS.

Al igual que en los techos en el diseño de los sistemas de muros, además de las consideraciones estructurales, intervienen otros aspectos: deben ser duraderos y estéticamente aceptables, contribuir a mantener un ambiente interno grato con un mínimo de consumo de energía, evitar la entrada del agua de lluvia, disponer de una razonable resistencia a los incendios y contar con suficiente aislamiento acústico. A veces también debe preverse espacio para instalaciones diversas. En un diseño adecuado es necesario conciliar todos estos requisitos, que a veces pueden tener implicaciones contrapuestas.

Desde un punto de vista estructural pueden distinguirse los muros que deben soportar tanto cargas verticales como fuerzas horizontales, tales como los propios de los sistemas, de armazón tipo plataforma ó tipo " armazón de globo ", y los muros cuya función estructural se limita a proporcionar rigidez ante las fuerzas horizontales, como sucede con los muros de los sistemas de Poste y dintel. En cuanto a su localización los muros pueden clasificarse en exteriores ó interiores.

Los muros exteriores suelen estar formados por piezas verticales con dimensiones nominales de 5x10 cm (2x4 pulg) ó, menos frecuentemente, de 5x15 cm (2x6 pulg), espaciados a 40 cm (16 pulg) ó 60 cm (24 pulg) con una cubierta de triplay ó de duela. El espesor del triplay varía de 5/16 a 1/2 pulg.

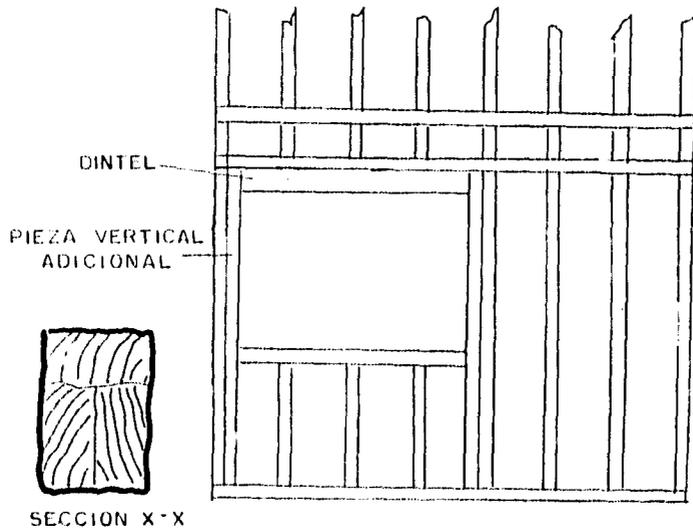
Las duelas pueden tener anchos de 4, 6, 8 y 10 pulg., con espesores de 3/4 de pulg. a 1 pulg. Las piezas verticales soportan las cargas gravitacionales mientras que la cubierta resiste las fuerzas laterales.

Características de los muros de triplay. Como se señaló en esta sección, estos muros exhiben un excelente comportamiento ante fuerzas horizontales. Los muros con cubierta de duela también tienen un comportamiento adecuado si las duelas se colocan a 45° respecto a las piezas verticales. Las duelas horizontales son más fáciles de colocar que las duelas diagonales, pero su resistencia a las fuerzas laterales es menos satisfactoria. En la figura se muestran las dos formas de colocar las duelas. Para contar con suficiente rigidez cuando se utilizan duelas horizontales, deben colocarse piezas diagonales en la forma indicada en esta figura.

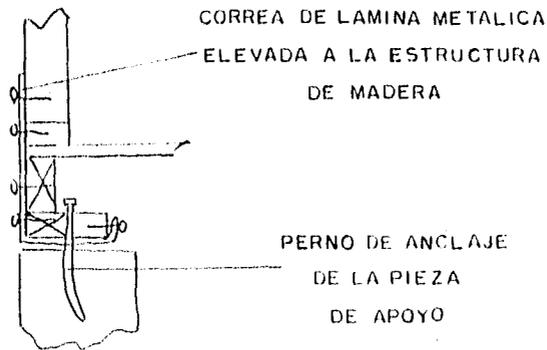
En los muros deben preverse huecos para ventanas y puertas. En la figura se ilustra una manera de formar estos huecos.

Cuando la vivienda está expuesta a fuerzas horizontales de importancia es necesario que los muros estén adecuadamente anclados a la cimentación. En la figura se muestra un detalle de anclaje típico. Además de los elementos estructurales que se han descrito los muros deben contar con otros elementos para poder cumplir con las funciones que deben desempeñar. Existe una gran

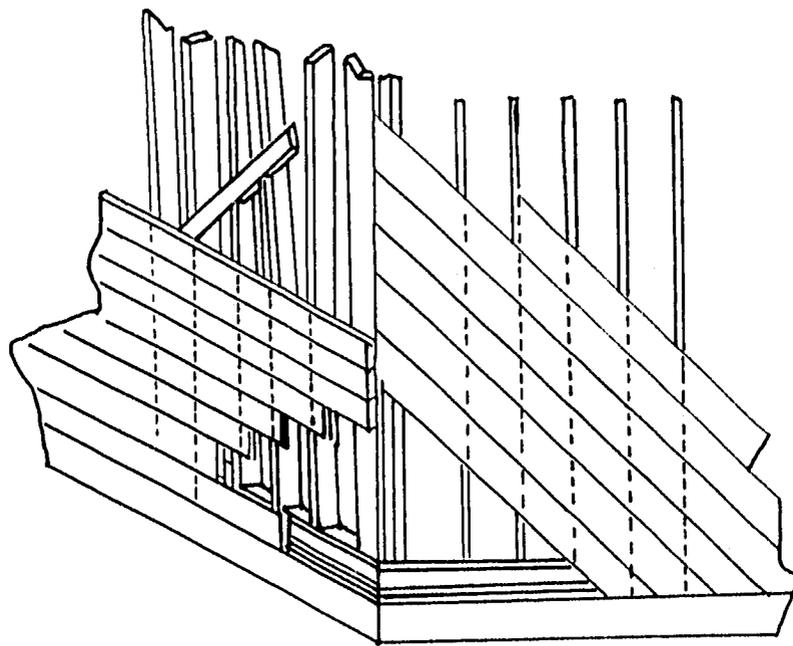
MURO DE MADERA



DETALLE DE UN HUECO EN UN MURO DE MADERA



ANCLAJE DE MURO CON CORREAS METALICAS



MUROS DE DUELA

diversidad de alternativas a las que se puede recurrir según los materiales disponibles y las condiciones climatológicas del lugar. En la figura se muestra una variante típica de un muro exterior, apropiada para un clima templado. Sobre la cara exterior de la cubierta de duela o triplay se coloca una capa de papel especial que tiene varias funciones: protege la vivienda contra la intemperie en una etapa temprana de construcción, proporciona una segunda línea de defensa contra la penetración de la lluvia a través del revestimiento exterior y permite la eliminación del vapor que pueda atravesar la membrana protectora interior o que proceda de la madera de los elementos estructurales. Para realizar estas funciones adecuadamente el papel debe impedir el paso del agua pero permitir el paso del vapor de agua.

Para los acabados exteriores existe una amplia gama de opciones que van desde distintas combinaciones de duelas o triplay hasta aplanados de distintos tipos y revestimientos a base de piezas pequeñas de materiales plásticos, asfálticos o de asbesto cemento, con formas variables.

A veces se emplea como revestimiento un muro de ladrillo, que queda separado del muro de madera un espacio hueco con un ancho mínimo de 2.5 cm. Este hueco mejora la capacidad del aislamiento térmico del sistema.

TEMA 3. "PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN, DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA.

3.1 TIPOS DE MAMPOSTERIA, ZAMPEADOS, MORTEROS ANDAMIOS.

TIPOS DE MAMPOSTERIA.

Los elementos de mampostería son los que están formados por piezas de dimensiones pequeñas, con respecto al tamaño del elemento que forman, unidas por los morteros aglutinantes. Las piezas pueden ser de piedras naturales ó artificiales. La mampostería de piedras naturales se usa principalmente en cimientos y la de piedras artificiales en muros que pueden tener función estructural (muros de carga) ó ser independientes de la estructura resistente.

Tradicionalmente la mampostería se ha asociado a procedimientos artesanales, tanto en la fabricación de las piezas, como en lo que respecta al proceso constructivo. Sin embargo, desde hace muchos años se fabrican piezas de alta resistencia y buen control de calidad y se han empleado técnicas constructivas muy supervisadas que han permitido su empleo en obras cada vez más atrevidas. En algunos países se distingue la mampostería convencional de la que llaman " ingenieril ", la cual se diseña y construye en forma mucho más tecnificada.

En México las construcciones a base de muros de carga de mampostería han sido muy populares en edificios de pocos pisos, principalmente con la modalidad de reforzar los muros con dadas y castillos. El límite usual en edificios ha sido de 5 ó 6 pisos. La ventaja principal del empleo de muros de carga es que el mismo elemento que sirve para subdividir los espacios, para proteger de la intemperie y para dar aislamiento y protección del fuego, tiene función estructural. Otras ventajas son que el sistema constructivo no requiere de equipo elaborado y costoso y es intensivo en uso de mano de obra no muy especializada. Por estas ventajas, la construcción a base de muros de carga de mampostería resulta conveniente cuando el espacio arquitectónico está muy subdividido y la distribución de áreas y elementos de separación es regular, tanto en planta como en elevación.

Las desventajas del empleo de muros de carga son la falta de flexibilidad en la subdivisión de los espacios que resulta de la imposibilidad de remover las paredes divisorias; la dificultad de ejercer un control de calidad estricto, tanto en el material como en la construcción, lo cual obliga al empleo de factores de seguridad muy altos en el diseño y la baja resistencia en tensión y fragilidad ante

deformaciones en su plano, que obligan al empleo de refuerzo y limitan su aplicación en zonas sísmicas.

La forma más eficiente en que trabaja la mampostería es ante el efecto de cargas axiales. La resistencia de un muro ante este tipo de esfuerzo depende principalmente de la resistencia de las piezas que la forman y de manera mucho más secundaria de la calidad del mortero. La resistencia de compresión de un elemento de mampostería de distintas combinaciones de piezas y morteros, varía entre el 30 y 50% de la resistencia de las piezas que lo forman.

La resistencia de la mampostería a flexión normal a su plano, como la que puede ser debida a empuje de viento ó a excentricidad de la carga axial, es muy baja debido a la escasa resistencia en tensión de las juntas entre piezas y mortero.

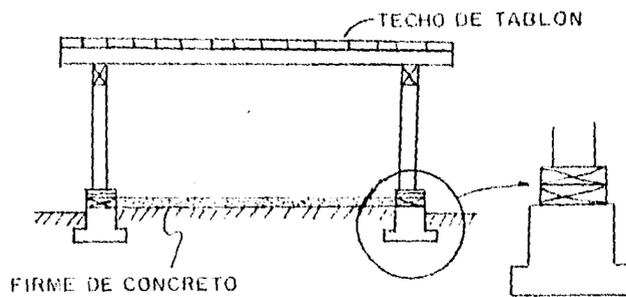
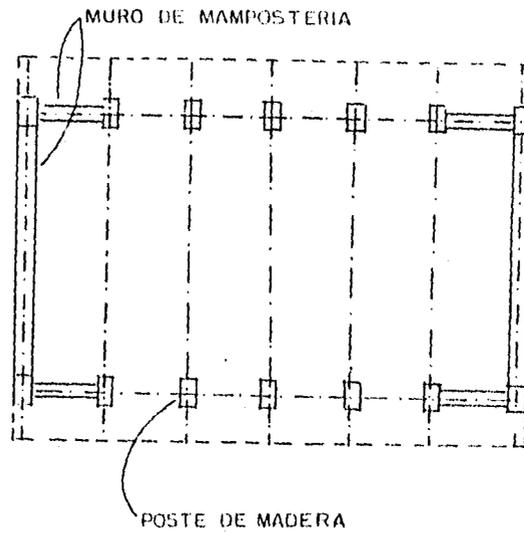
Un efecto muy crítico en la mampostería es el de las cargas laterales que actúan en su plano, como las debidas a empujes de sismo ó a hundimientos diferenciales. Estas cargas tienden a producir distorsiones en el muro y esfuerzos de tensión principales en dirección normal a una de las diagonales del muro, los cuales pueden provocar una falla a través de una grieta que atraviesa diagonalmente al muro.

Un aspecto particularmente importante del comportamiento ante cargas laterales de muros de mampostería es el carácter frágil de la falla, ó sea, la posibilidad de un colapso brusco una vez alcanzada la capacidad del muro.

Una fuente muy frecuente de daños y colapsos es la presencia de huecos de puertas y ventanas no reforzadas, en los que la concentración de esfuerzos que se presenta en las esquinas provoca la inclinación de grietas diagonales que llevan a la falla de todo el muro.

SISTEMAS ESTRUCTURALES EN MAMPOSTERIA

- A) Mampostería no reforzada. Las construcciones de tabique y bloque sin refuerzo han tenido un comportamiento muy deficiente ante el efecto de sismos ó de movimientos de las cimentaciones; adolecen de dos defectos muy graves: la liga deficiente que se logra entre muros transversales, por el simple cuatrapeo de las piezas.
- B) Construcciones de mampostería confinada. Se denomina así a los muros que estarán rodeados en su perímetro por castillos y dadas que forman un marco que encierra tableros relativamente pequeños, proporcionándoles una capacidad de deformación mucho mayor que la del muro no reforzado y una liga muy efectiva con los elementos adyacentes. El Procedimiento constructivo para la mampostería confinada es bastante lento.
- C) Construcciones de mampostería con refuerzo interior. En años recientes se ha popularizado en diversos países un sistema constructivo que consiste en



ESTRUCTURA DE POSTE Y DINTEL
 CON MUROS DE CORTANTE
 DE MAMPOSTERIA

reforzar los muros de piezas huecas con barras verticales en los huecos de las piezas y horizontales en las juntas ó en piezas especiales. El procedimiento constructivo se denomina " mampostería reforzada " y se emplea tanto con bloques de concreto, como con tabiques huecos de barro. Existen diversas modalidades constructivas. En zonas sísmicas lo más usual es rellenar completamente los huecos con un concreto muy fluido que se va colando a medida que se va construyendo el muro. La experiencia sobre el comportamiento sísmico de este tipo de construcción no es muy amplia y es relativamente favorable.

D) MUROS DE RELLENO. En construcciones cuya estructura principal esta constituida por marcos de concreto o de acero, es frecuente el empleo de muros de mampostería, ya sea como paredes divisorias independientes de la estructura principal o como diafragmas que llenan completamente una crujía. En el segundo caso el marco y el muro actúan en conjunto como una sola unidad estructural de gran rigidez.

NUEVAS FORMAS CONSTRUCTIVAS EN MAMPOSTERIA

Se han desarrollado, nuevas técnicas para la construcción y refuerzo de los muros, las cuales presentan algunas ventajas sobre las tradicionales.

Algunas de las alternativas mas interesantes se describen a continuación.

A) Refuerzos especiales en la mampostería convencional.

Con el fin de mejorar la ductilidad de los muros y reducir el deterioro de su rigidez y resistencia ante el efecto de cargas alternadas, se han estudiado en el Instituto de Ingeniería de talles de refuerzo aplicables, ya sea, a muros confinados con castillos o a muros con refuerzo interior o ambas. La adición de barras de refuerzo de pequeño diámetro (4 mm.) y de alta resistencia (6000 kg/cm²) en las juntas horizontales, aumenta ligeramente la resistencia, restringe la propagación del agrietamiento del muro y reduce el deterioro ante la repetición de cargas. Este refuerzo puede colocarse también en muros de piezas macizas con castillos, produciendo una distribución mas uniforme de los refuerzos cortantes en toda la longitud del muro y evitando las altas concentraciones de esfuerzos que se producen en los extremos de los castillos cuando el muro se agrieta diagonalmente.

B) Mampostería con junta seca y con refuerzo en las caras exteriores.

La Mampostería con junta seca consiste en colocar las piezas sin mortero en las juntas, formando el muro con la simple sobre posición de las piezas. La liga estructural del muro puede lograrse mediante el empleo de piezas machihembradas en las que se produce un anclaje mecánico e las piezas, o

mediante un aplanado en las dos caras del muro que proporcione continuidad al conjunto.

Las piezas huecas machihembradas permiten la colocación del refuerzo en los huecos verticales, lo cual aunado a la trabazón mecánica las piezas, posiblemente dé lugar a un sistema constructivo en zonas sísmicas.

Recientemente se ha introducido comercialmente a un mortero a base de cemento, aditivos que proporcionan alta adhesividad y fibra de vidrio; este colocado como aplanado en muros con junta seca, les proporciona una alta resistencia a la tensión. Un procedimiento de este tipo que ha sido ampliamente usado y que resulta muy eficiente es el de reforzar muros con una malla de acero (electrosoldada o tela de gallinero) anclada perfectamente al muro y recubierta por un aplanado de mortero de cemento. Este procedimiento se ha empleado esencialmente para refuerzo de muros agrietados y es muy eficiente en incrementar la resistencia de las cargas laterales de los muros.

C) MAMPOSTERIA POSTENSADA.

Como se ha visto, la capacidad de carga de los muros de mampostería está limitada por su baja resistencia a esfuerzos de tensión, producidos por flexión o por esfuerzos cortantes. La resistencia a estos efectos puede mejorarse substancialmente si se introducen en los muros esfuerzos de compresión mediante técnicas de postensado. Aunque el postensado reduce la capacidad útil de los muros a carga axial, esta rara vez es crítica en zonas sísmicas y normalmente son mucho más importantes las ventajas que el presfuerzo proporciona, que son las siguientes:

Se evita el agrietamiento por flexión en muros esbeltos, se aumenta la rigidez y al resistencia en flexión de los muros, se incrementa la resistencia a fuerzas cortantes porque se reduce los esfuerzos de tensión diagonal y se logra una distribución de carga más uniforme en la cimentación.

En cuanto al procedimiento de presfuerzo deben evitarse los sistemas de anclaje a base de cunas y resulta conveniente el empleo de un sistema de postensado en que los cables puedan tensarse en etapas de acuerdo con el proceso constructivo reduciéndose así, o eliminándose las pérdidas de presfuerzo.

La versión de construcciones para el distrito federal es más estricta en cuanto a los requisitos de diseño sísmico para construcciones de mampostería. Las fuerzas sísmicas de diseño se hacen depender de la ductilidad de los sistemas estructurales y, como los distintos sistemas a base de muros de mampostería son poco dúctiles, deben diseñarse para fuerzas mucho mayores que las que corresponden, por ejemplo, a una estructura a base de marcos de concreto

ZAMPEADO

Si a consecuencia de la escasa resistencia del terreno de cimentación, las zapatas de los pilares aislados tienden a juntarse, es preferible establecer un zampeado general. El zampeado general presenta la disposición de una plataforma ó tablero de cimentación que transmite las cargas de la construcción al terreno mediante una superficie igual ó superior a la de la obra. Es una especie de piso invertido que recibe la solicitación unitaria del terreno y descansa sobre los puntos de apoyo de la construcción.

Puede constar de una sencilla losa, gruesa, ó de vigas longitudinales y transversales que enlazan los apoyos portantes que sostienen una losa más delgada. Se recurre a una losa en forma de seta invertida cuando la disposición de los pilares excluye la solución del retesamiento por medio de nervaduras.

Las ventajas de las cimentaciones sobre zampeado general son, por una parte, una cierta disminución de los riesgos de asiento y, por otra, el excelente enlace que proporciona a las bases de la obra. En cambio esta solución debe rechazarse cuando el terreno de cimentación es de resistencia irregular, porque las diferencias en el asiento de una base semejante pueden comprometer la estabilidad de la obra.

En general puede adoptarse esta solución:

- a) Cuando el terreno es poco resistente pero homogéneo.
- b) Cuando la superficie de la construcción es pequeña en relación con su volumen (silos, rascacielos. etc.)
- c) Cuando se quiere en sótano seco en una construcción asentada en una capa acuífera subterránea (para realizar una entubación en forma de cubeta).

La ejecución de un zampeado va precedida de la formación de una capa de concreto que haga posible la colocación de la armadura sobre una superficie limpia. El zampeado se suele hacer con armado dosificado a razón de 300 kg de cemento Portland por metro cúbico.

ANDAMIOS

Recibe el nombre de andamio la construcción provisional que sirve como auxiliar para la ejecución de las obras, haciendo accesibles unas partes de ella que no lo son y facilitando la conducción de materiales al punto de trabajo.

De características similares a los andamios son las estructuras utilizadas para la formación de tribunas, porta anuncios, stands de ferias y exposiciones, entoldados, protección de fachadas, etc. Todas estas estructuras tienen en común

su provisionalidad y, en muchos casos, después de ser desmontados, sus elementos quedan en condiciones de ser utilizados de nuevo.

Los andamios son estructuras auxiliares, ligeras y provisionales, que se utilizan en la construcción, para la realización de diversos trabajos.

Estos andamios pueden ser de muy diversos tipos y materiales, de acuerdo con las diferentes condiciones de trabajo tales como altura, situación, peso, etc.

Por su forma de operar, los andamios pueden ser:

1. FIJOS
2. COLGANTES
3. RODANTES

Por sus materiales: de madera o metálicos, que son los más comúnmente usados.

1. FIJOS. El andamio más sencillo es el constituido por dos bancos de madera sobre los cuales se coloca un tablón. Este tipo de andamio es muy usado para la ejecución de trabajos de albañilería, como la hechura de muros, colado de cadenas y castillos y colocación de materiales de recubrimiento a pequeñas alturas. En la ejecución de los trabajos de yesería y pintura de muros y plafones, se construyen plataformas constituidas a base de caballetes ó bancos y tablonés.

Cuando la altura se incrementa, los bancos ó caballetes se convierten en verdaderas estructuras contraventeadas, sobre las cuales se colocan plataformas de tablonés soportadas por vigas ó polines. Este tipo de andamios puede apoyarse sobre los muros de la construcción, ó bien hacerse libre de éstos, en cuyo caso se constituye una torre. Para su construcción en madera se usan pies derechos formados por una o varias vigas horizontales y tablonés para proporcionar los carriles de circulación. Su cimentación se hace generalmente por una ampliación de base constituida por vigas de madera, denominados arrastres.

Otro tipo muy común de andamio es el denominado de caballete, sumamente práctico y que consiste en un puntal de madera con un arresre en la pared y otro en el suelo.

Es un andamio económico y que da muy buen resultado cuando se encuentra convenientemente hecho, y sólo tiene la limitación de su altura ya que se aplica en construcciones bajas.

Existe también el tipo de andamio fijo pero no apoyado en el suelo como este tipo de andamio se apoya en los repisones de las ventanas, de ser posible, prolongándose en el interior de construcción hasta el techo, donde se atróqueta. En caso de no existir ventanas, puede hacerse mediante unos agujeros practicados en el muro. Es un andamio que presta mucha seguridad y que puede

hacerse aislado ó corrido, en cuyo caso se debe unir en tal forma que quede lo más rígido posible.

2. COLGANTES. Este tipo de andamios es probablemente el más usado en la actualidad para construcciones de considerable altura y está constituido por medio de " hamacas ", que son entarimados de madera con claros de 4 ó 5 metros, apoyados sobre marcos metálicos apropiados, los cuales se suspenden de vigas ó puntales colocados en el techo ó losa superior del edificio por medio de cables de henequén ó de acero y garruchas ó ganchos.

3. RODANTES. Estos tipos de andamios son similares a las torres ya descritas para andamios fijos, con la diferencia de que en su parte inferior se encuentran montados sobre ruedas en tal forma que es posible arrastrarlos.

Es de recomendar la construcción de este tipo de andamios en tubería metálica, de preferencia de aluminio, con lo que aparte de obtener un fácil manejo de ellos, se obtiene además una indefinida conservación de los mismos. Este tipo de andamios es muy usado para trabajos en salones sumamente largos, en los ramos de albañilería, yesería, pintura, y cualquier tipo de instalaciones.

4. RAMPAS. A este pequeño pero importante detalle se le debe prestar especial atención al proyectar un andamio, y al proyectar, en general, cualquier tipo de circulación provisional que se usa en una obra.

Las anchuras convenientes y recomendables para ellas, así como para andamios en general, son las siguientes:

1. Para aplanados: de 40 a 60 cms.
2. Si son destinados para subir a operarios: 60 cms.
3. Si es también para subir materiales: 80 cms.

Las rampas deben ser cuidadosamente estudiadas y es conveniente aplicar las siguientes las siguientes especificaciones generales:

1. Deben tener una pendiente máxima de un 17 %.
2. Se debe tener un peralte máximo entre huella y huella, de 30 cm.
3. Después de tres metros de altura, es necesario el poner pasamanos con objeto de impedir accidentes.
4. Es conveniente para formar las huellas en estas rampas, poner una tabla clavada a las vigas de apoyo y sobre ella colocar otra tabla, cuya superficie quedará en posición horizontal para facilitar el ascenso y descenso de operarios.

3.2 MUROS DE CONTENCION Y BOVEDAS.

MUROS DE CONTENCION

Los muros de contención se construyen con el fin de limitar la ocupación de terreno por los taludes tanto en terraplén como en desmonte. Están destinados a contener el empuje de las tierras. Hay que distinguir dos tipos principales:

Los muros de gravedad se oponen al empuje lateral de las tierras por efecto de su propio peso. La obra que los forma no sufre esfuerzo.

Los muros ligeros ofrecen, gracias a la bien estudiada forma de su perfil, una posibilidad de economía de materiales, aún conservando una excelente estabilidad. Esta solución trae consigo el empleo del concreto estando las armaduras situadas en las zonas de tracción de perfil.

Para obtener una solución económica, es necesario proceder a un estudio minucioso del problema pues, en efecto, el muro de gravedad exige una más importante de materiales, en cambio ofrece la ventaja de una realización más cómoda y fácil. El conjunto ligero de concreto armado trae consigo, a veces (para los muros de desmonte), un sensible aumento del movimiento de tierras y exige un encofrado cuidadoso de las dos caras aparte de la colocación de la armadura apropiada. Procede, pues, que se tenga en cuenta la solución más económica para cada caso particular, pero solo cuando ya se hayan calculado los dos perfiles de los muros.

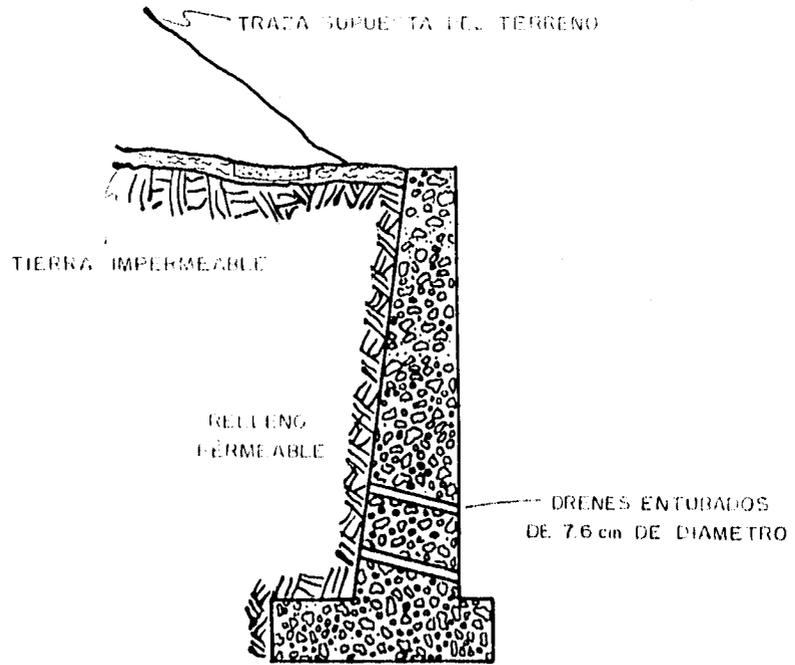
Antes de emprender el cálculo de la realización de un muro de contención, conviene conocer perfectamente las características del terreno sobre el que se situará, puesto que un suelo poco resistente exige un ensanchamiento más importante de la cimentación.

Por otra parte, la permeabilidad del terreno, los peligros de una saturación eventual de agua, no deben perderse de vista; este último estudio servirá igualmente para el dimensionado del drenaje situado aguas arriba del muro.

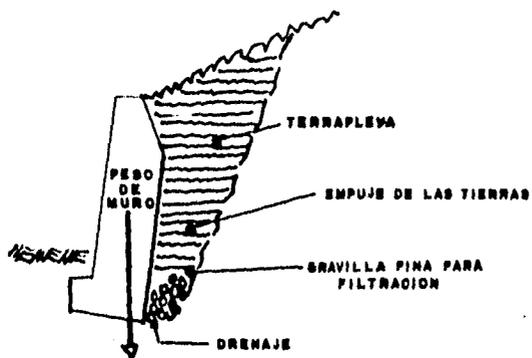
Los muros, según hemos visto, pueden ser construidos con mampostería ordinaria o con concreto.

La elección del material depende de los recursos existentes en las inmediaciones de la obra.

MUROS DE CONTENSION

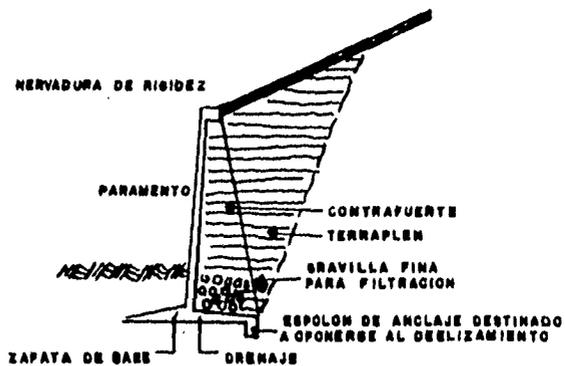


CIMENTACIONES



PERFIL DE UN MURO DE GRAVEDAD

PERFIL DE UN MURO DE ARMADO CONCRETO



DIMENSIONADO

La determinación de las características dimensionales de los muros de contención implica el conocimiento de los terrenos desde el punto de vista de su densidad y el ángulo de su talud natural.

La longitud del muro considerada en los cálculos es generalmente de 1 m.

BOVEDAS

La bóveda es una estructura que cierra un espacio por su parte superior, de la misma forma que el arco cierra un vano ó una abertura. Al igual que el arco, la bóveda se compone de elementos constructivos de menor tamaño que la superficie que cubren. Por consiguiente, gravitan sobre el vacío para sostenerse han de transmitir su peso y las cargas que soportan de uno a otro hasta los apoyos.

A diferencia de los techos planos, sometidos a esfuerzos de flexión, las bóvedas sólo soportan esfuerzos de compresiones uniformemente a apoyos continuos ó centrados sobre apoyos aislados.

Las denominaciones que hemos dado a los distintos elementos, dimensiones, superficies y líneas de los arcos se aplican también a las bóvedas, como se puede comprobar en la figura, a ellas cabe añadir las siguientes:

MUROS FRONTALES: Son los muros que cierran la bóveda en sus partes abiertas.

LUNETO: Es la abertura practicada en una bóveda por otra bóveda que penetra en ella.

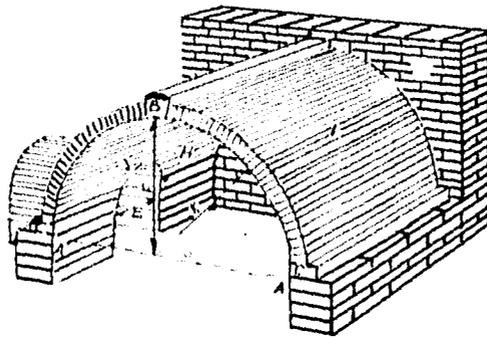
TRAMO DE LA BÓVEDA: Se denomina así al elemento individual de una bóveda mayor, formada por la sucesión de otras menores.

NAVE: Es el nombre que recibe la bóveda mayor, compuesto de varios tramos; también es el espacio cubierto por esta sucesión de tramos de bóveda.

ARCO TOTAL: Es el arco que separa dos bóvedas situadas una a continuación de la otra.

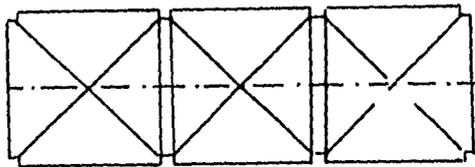
ARCO FRONTAL: Línea de intersección de la bóveda con un muro frontal.

ARISTAS Ó LINEAS DE ARISTAS: Son las líneas que se forman en el encuentro de dos superficies de bóveda y que forman esquina saliente.

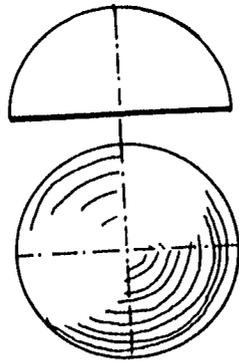


**DATOS CARACTERISTICOS
DE LAS BOVEDAS**

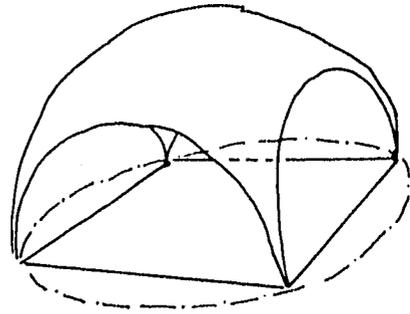
- | | | |
|------------------|--------------|-------------------------------|
| A - ARRANQUE | E - LUNETO | I - TRASDOS |
| B - CLAVE | F - FLECHA | J - ARISTA |
| C - SALMER | G - LUZ | K - DIRECTRIZ DE
LA BOVEDA |
| D - MURO FRONTAL | H - INTRADOS | |



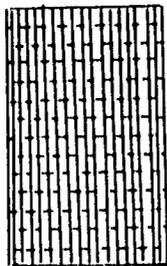
**VISTA EN PLANTA DE UNA SUCESION
DE BOVEDAS**



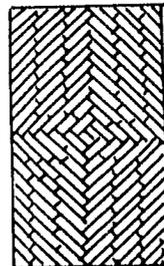
ALZADO EN PLANTA
DE UNA CAPSULA
ESFERICA



BOVEDA VACIA



APAREJO RECTO
PARA BOVEDAS
DE CAÑON



APAREJO EN ESPIGA
PARA BOVEDAS
DE CAÑON

ESPINAZO: Línea definida por los puntos más altos de la bóveda.

CLASES

En general, puede distinguirse entre dos clases de bóvedas:

- Las cilíndricas.
- Las de revolución ó cúpulas.

Según que estén formadas por una sola superficie geométrica ó por acuerdo ó intersección de varias, se establecen dos grupos:

- Bóvedas simples.
- Bóvedas compuestas.

BOVEDAS CILINDRICAS.

También llamadas bóvedas de cañón, son las más antiguas utilizadas en la historia de la construcción. Pueden considerarse generadas por un arco llamado directriz, que se traslada a lo largo de un eje horizontal ó inclinado, que pasa por el centro de línea de arranque.

BOVEDAS DE CANON SEGUIDO.

Se distinguen las de cañón recto, cañón oblicuo y las de cañón en bajada. Las de cañón recto, las más corrientes, son las definidas por una superficie cilíndrica de eje horizontal, perpendicular al paramento de cabeza. La más difundida es la de directriz circular cuyo intradós es una semicircunferencia.

BOVEDAS POR ARISTA Y BOVEDAS DE RINCON DE CLAUSTRO.

Son bóvedas compuestas, formadas ambas por la intersección de dos bóvedas de cañón. Si en una bóveda de cañón de planta cuadrada se practican dos cortes según planos verticales diagonales, se obtienen dos elementos de bóvedas distintos, a los que se les da los nombres de "lunetos" ó "cuñas" y de "témpanos ó husos cilíndricos".

Cada luneto tiene dos puntos de arranque y una línea de espinazo; cada tímpano tiene, en cambio, una línea de arranque y un punto de vértice, que es el punto de intersección de las aristas ó arcos diagonales.

- La bóveda por arista resulta del acoplamiento de cuatro lunetos.
- La bóveda de rincón de claustro resulta de la agrupación de cuatro témpanos.

BÓVEDA ESQUIFADA.

Es una bóveda de cañón con sus frentes cerrados por dos tímpanos. Viene a ser una bóveda de rincón de claustro, pero sobre planta rectangular.

BÓVEDA ESTRELLADA.

Son bóvedas por artistas mejoradas con un aumento del número de aristas ó nervios entre los fundamentales. La adición de nervios intermedios da lugar a la formación, en planta, de figuras estrelladas, de donde viene el nombre de estas bóvedas. Pueden trazarse más ó menos complicadas como el modelo representado en la figura.

BOVEDAS DE REVOLUCION O CUPULAS.

Puede considerarse generadas por un arco de generatriz que gira alrededor de su eje vertical. Su intradós será, por lo tanto, una superficie de revolución.

También pueden derivarse de una bóveda de rincón de claustro sobre planta poligonal de infinito número de lados.

CUPULA DE BASE CIRCULAR.

Es una bóveda cerrada, sobre planta circular ó elíptica, cuyo nombre se deriva de la forma de su generatriz. Así obtenemos: de un arco de medio punto, la cúpula propiamente esférica, del arco rebajado, la cúpula rebajada; del arco apuntado, la cúpula apuntada, etc. Cuando la base es elíptica, ó sea, una elipse (como una "circunferencia alargada") se obtiene la cúpula elíptica.

BOVEDA VAIDA.

Es la bóveda esférica a la que se han cortado, mediante planos verticales, los casquetes que sobresalen de la planta inscrita. Los arcos frontales tienen la misma forma que la generatriz.

CONSTRUCCIÓN DE BOVEDAS.

Se distinguen tres sistemas básicos de construcción de bóvedas, según el material empleado:

- Bóvedas de dovelas.
- Bóvedas tabicadas.
- Bóvedas moldeadas.

El primer sistema consiste en el acoplamiento de pequeños elementos, las dovelas, que pueden ser de piedra labrada en forma paralelepípeda, ó de ladrillo colocado en rosca.

En el segundo sistema las bóvedas se resuelven por medio de láminas curvas de varias hojas de rasillas.

Por último, las bóvedas moldeadas se construyen vertiendo una masa pastosa, por ejemplo, hormigón, sobre moldes convenientemente dispuestos.

BÓVEDAS DE DOVELAS.

En las bóvedas de cañón se diferencian tres formas principales de aparejo recto, aparejo de espiga y aparejo circular.

APAREJO RECTO.

Las hiladas son paralelas a los muros de apoyo según muestra la figura. Las dovelas ó ladrillos se disponen al igual que en un muro de media asta, un asta ó más. La única diferencia está en que las llagas, en lugar de horizontales, son normales al intradós de la bóveda.

Este aparejo proporciona un buen enlace transversal, pero no longitudinal. Necesita cimbra continua.

APAREJO EN ESPIGA.

Las hiladas forman un ángulo de 45º con la línea de la clave. Hay dos variantes: en la primera las hiladas empiezan en los ángulos que forman los arcos frontales con la línea de arranque. Enlazando estas líneas en diagonal.

Este aparejo evita toda junta continua de rotura y un buen operario puede construir la bóveda con sólo cerchas de guía.

En la segunda variante las hiladas a 45º parten del centro de la bóveda ó clave, en aspa. A causa de la dificultad que presenta la colocación de las piezas de arranque, solamente se utiliza cuando los muros no han de subir más arriba de las líneas de apoyo.

APAREJO CIRCULAR.

Las hiladas son en planta perpendiculares a las líneas de arranque, excepto los arcos frontales y otro en el centro de la bóveda que son de aparejo recto.

Las hiladas no son rectas, sino arqueadas, con la concavidad hacia la clave, formando como anillos alrededor de ésta.

BOVEDAS COMPUESTAS.

Por complicadas que sean las bóvedas compuestas, el aparejo de cada tímpano se reduce a la aplicación lógica de las formas fundamentales que acabamos de ver.

Así, en las bóvedas de rincón de claustro puede utilizarse el aparejo recto endentándose las hiladas en las aristas.

Si las dovelas son de sillería, pueden labrarse dovelas especiales para los rincones a aristas entrantes.

El aparejo arqueado ó en espiga también da muy buen resultado en los rincones de claustro, endentándose las espigas sobre las líneas medias de la planta.

En las cúpulas las dovelas se colocan se colocan sor hiladas circulares ó anillos, cuidando de la exacta inclinación de las juntas.

En las bóvedas de crucería, la habilidad en escoger el aparejo adecuado, determina junto con una esmerada ejecución, el mayor ó menor grado de belleza de la bóveda.

Lo más difícil en todas estas bóvedas es la formación de las aristas, que en la mayoría de las veces conviene que sean reforzadas en su trasdós.

Las dificultades en la correcta formación de las aristas se simplifican mediante la aplicación de nervios, que tanto pueden ser de ladrillo como de sillería.

BÓVEDA TABICADAS.

Las bóvedas tabicadas se distinguen de las demás en que actúan como láminas curvas y por las características del material utilizado en su construcción, puede prescindirse del empleo de cimbras y otros medios auxiliares, complejos y costosos que son imprescindibles en los otros tipos de bóvedas.

3.3 CIMENTACIONES Y MUROS

LA CIMENTACION

Se entiende por cimentación a la estructura o parte de la misma destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará sobre ella, y a transmitir sobre el terreno en que se encuentra desplantada las cargas correspondientes en una forma estable y segura para garantizar que la aplicación de las cargas unitarias serán compatibles con las propiedades mecánicas del terreno natural (ó de preparación del terreno), en que se va a desplantar.

Toda construcción o estructura deberá ser soportada por una cimentación apropiada y que satisfaga todas las medidas de seguridad.

Es recomendable hacer un análisis del terreno y calcular el peso de la construcción antes de decidir el tipo de cimentación a emplear; también será necesario saber si la obra es de tipo provisional o permanente para saber qué tipo de material debe emplearse específicamente.

Considerando también la topografía del terreno se elegirá el tipo de cimentación más adecuada y más económica, dependiendo de las características y propiedades físicas y químicas del material (textura, color, tamaño, calidad y resistencia a la humedad, agua y salitre y a los desgastes propios).

Las cimentaciones se dividen en:

- A) Superficiales
- B) Profundas

Las cimentaciones superficiales a su vez se divida en:

- A) Aisladas.
- B) Corridas.
- C) Losas de cimentación
- D) Especiales.
- E) Mixtas.

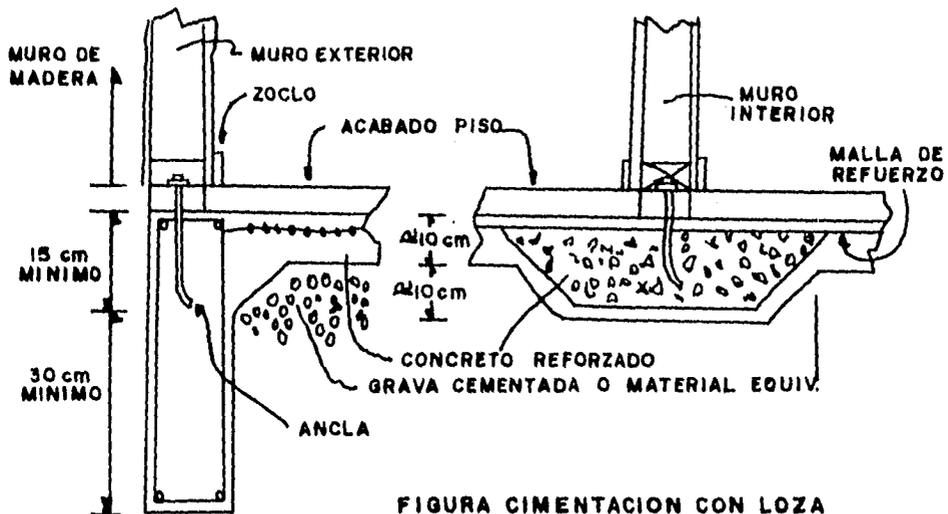
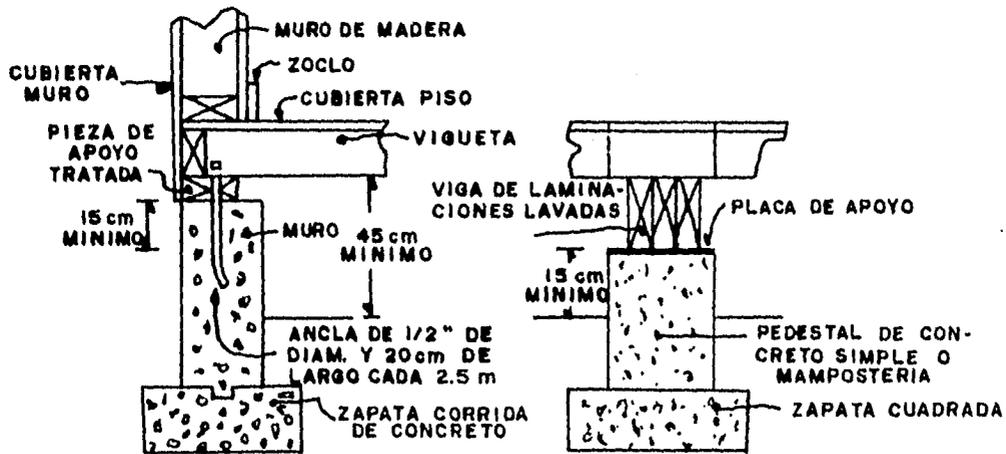
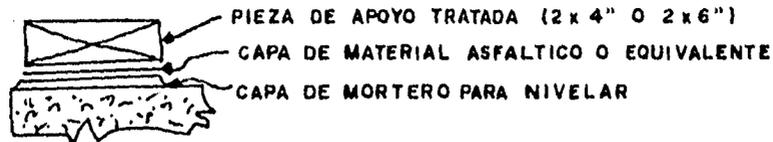


FIGURA CIMENTACION CON LOZA REFORZADA



a) CIMENTACION MURO EXTERIOR

b) CIMENTACION APOYOS INTERIORES



c) DETALLE PIEZA DE APOYO

FIGURA CIMENTACION DE MURETE CORRIDA PARA PISO SUSPENDIDO

Los materiales de la cimentación pueden ser:

Piedra: Braza, rosa, laja, bola mixtas o del lugar, etcétera. Concreto: Simple, ciclópeo, armado, prefabricado, etc. Mixtos: Piedra, braza y concreto armado. Madera: Vigas, polines, etcétera (provisionales). Metal: Viguetas placas (transitorias o especiales).

En terrenos duros o de dureza considerable la estructura apropiada son los cimientos aislados; zapatas cuadradas, redondas, dados o especiales, son recomendables por su trabajo en relación al tipo de suelo.

En las cimentaciones aisladas si las cargas son pequeñas no necesitan un elemento de liga ó de unión entre sí; en el caso de ser cargas más o menos importantes y tenerse un terreno de poca resistencia, es conveniente tener una unión entre las cimentaciones; las ligas son generalmente de concreto y de secciones regulares: Dalas de unión = 15 X 15, 15 X 20, 20 X 20, armadas con 4 ó 6 varillas de 3/8 normal ó 5/16' A. R., con estribos de diámetro 1/4 a cada 20 ó 30 cm. Estos elementos de concreto armado horizontales sirven como esfuerzo en muros y cimientos: funcionan en cierta manera como contratrabe o trabe y evitan asentamientos desiguales en la cimentación.

Cuando la cimentación es mixta (piedra y concreto) las uniones son mediante contratraves.

En caso de cimentación de concreto, la liga se efectúa de dado a dado (mediante contrabe); el armado de la zapata es similar al de una losa común, teniéndose más armado en los medios que en los extremos. La unión o liga tiene por objeto evitar deslizamientos y hundimientos diferenciales de la estructura, y de tener continuidad en la repartición de cargas en toda el área de cimentación.

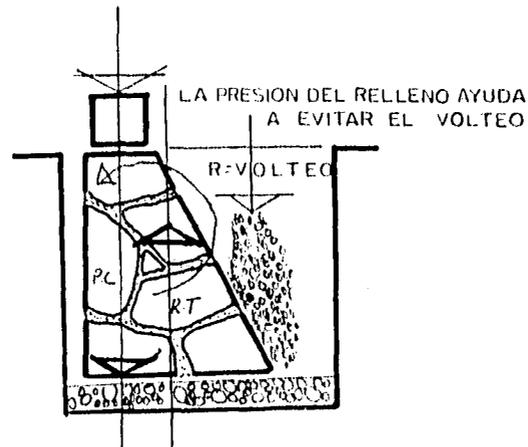
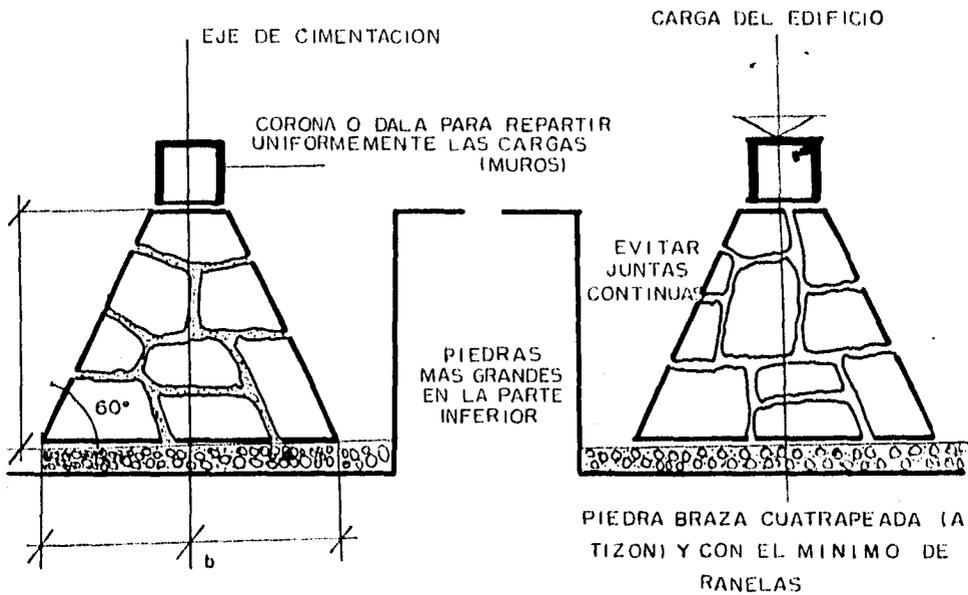
LOS CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA

Se utilizan cuando las cargas no son muy fuertes y la construcción es permanente, pero si el peso es excesivo y la fatiga es baja su utilización no es conveniente; se utiliza la piedra braza, siendo el material más común en cimentación, con la cual se obtienen muy buenos resulta dos debido a su resistencia, facilidad y rapidez en su trabajo. Las piedras deberán colarse cuatrapeadas, las juntas estarán perpendiculares a las caras de apoyo para evitar deslizamientos y juntas continuas para no tener cuarteaduras, considerándose generalmente una resistencia de 20 ka/cm² de tierra v de 15 ka/cm² a la mezcla.

Las proporciones para el mortero de cimentación serán: 6) uno de calhida y 6 de arena, o con mayor resistencia y adherencia (1:3:15) proporción de cemento calhida arena.

CIMENTACIONES SUPERFICIALES

CIMENTACION AISLADA



LA REACCION DEL TERRENO (RT)
Y EL PESO DE LA CONSTRUCCION (PC)
NO SON COLINEALES

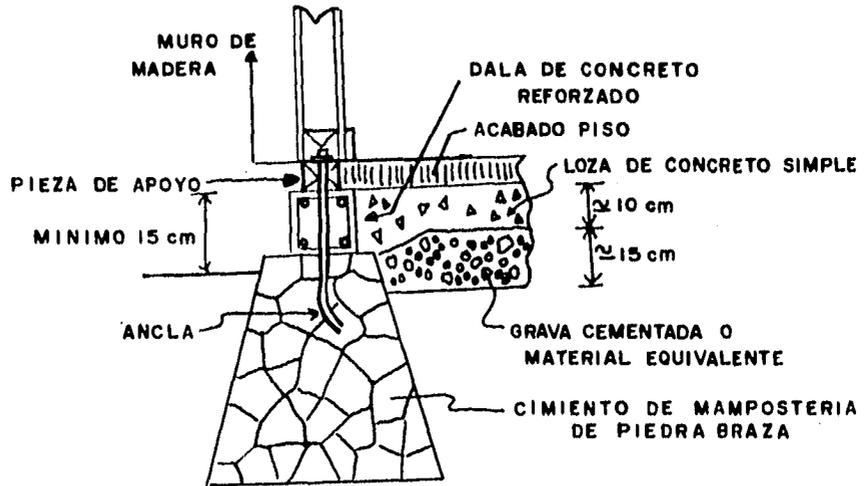


FIGURA CIMENTACION DE PIEDRA BRAZA

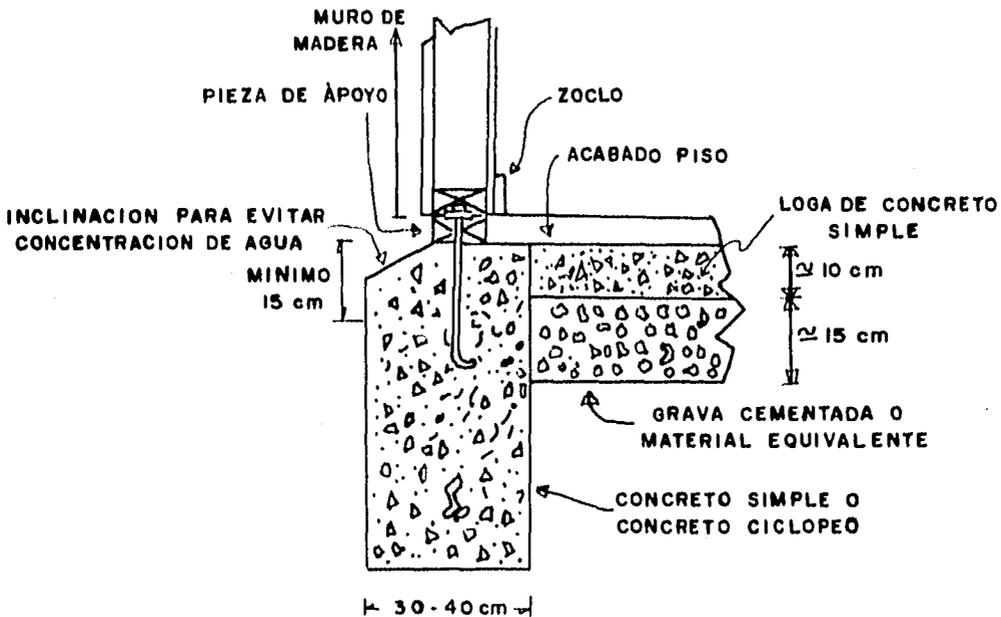


FIGURA CIMENTACION CORRIDA DE CONCRETO SIMPLE O CICLOPEO COLADO EN ZANJA HECHA CON EXCAVADORA MECANICA

Las piedras tendrán un peso de 25 kg. (proporcionalmente), debiendo humedecerse perfectamente antes de su colocación para evitar pérdidas en el agua del mortero al fraguar. En las primeras piedras que se coloquen se deberá procurar que queden las más grandes y con la superficie mayor asentadas sobre la plantilla, la cual deberá humedecerse previamente.

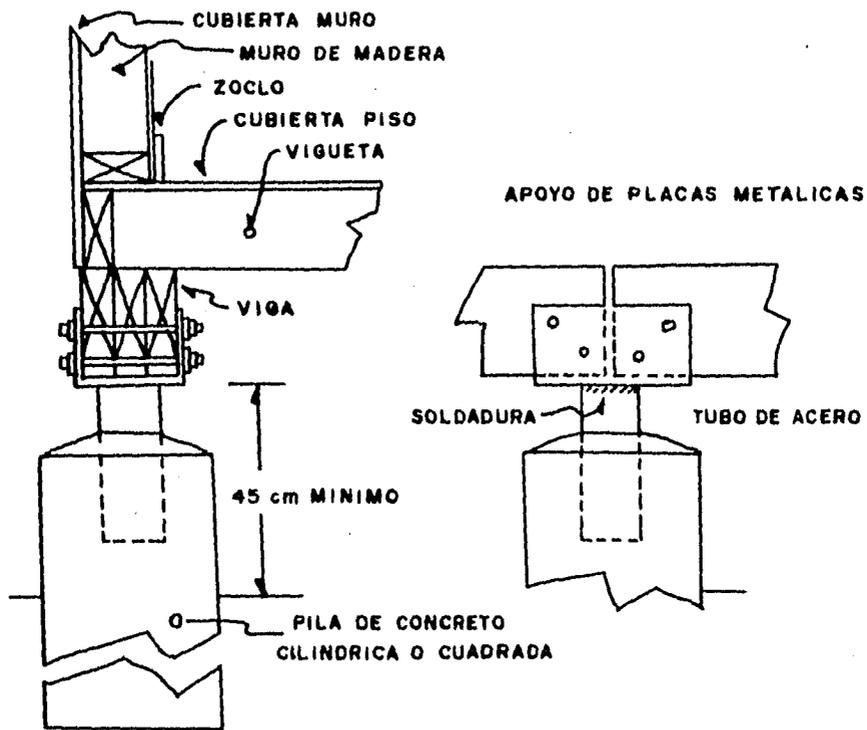
Es conveniente que el ángulo que forma el escarpio (superficie inclinada) del cimiento para proporcionar la ampliación de la base, no será menor de 60° con relación a la horizontal, y el ancho de la base, no será menor de 60° con relación a la horizontal, y el ancho de la base no deberá pasar de 1.50 m; el ancho de la parte superior del cimiento sean repartidas uniformemente se colocará una cadena de concreto armado; perpendiculares a esta dala de repartición se colocarán los refuerzos necesarios para evitar el volteo.

Si el cimiento es de piedra en la colindancia deberá procederse a tomar el par de fuerzas (que se forman debido a que las resultantes de carga y a la reacción del terreno no son colineables), de volteo, por medio de uniones o amarres (a los cimientos interiores) que actúan como tensores y evitan que el cimiento pueda girar, pudiendo hacerse con dalas de concreto armado (dalas de repartición ó simplemente como tensores).

Quando se tienen cargas desiguales es necesario compensar la cimentación haciendo su sección en forma trapezoidal ó bien haciéndola escalonada. Los cimientos de piedra son indicados para construcciones ligeras, pero al ser pesada esta cimentación se reduce considerablemente la capacidad de carga del terreno para soportar las cargas superiores, recomendándose en este caso la utilización de cimientos de concreto armado.

La cimentación corrida puede usarse para estructuras de muros de carga, de apoyos aislados ó mixtos (cuando se utilizan muros de carga en las construcciones de edificios éstos pueden ser hasta de 4 niveles por sus características de trabajo), ó sea, generalmente se utiliza en edificios con claros de 5 m. entre muros, con una altura total de 12 m., y al estar ejecutando la cimentación se habrá planeado la instalación de los elementos del drenaje/ teniendo juntas y pasos de ductos en la mampostería ó elementos del cimiento.

Quando no es posible sustentar la construcción mediante zapatas corridas, ó éstas son de sección bastante amplias, que se juntan en sus extremos, es conveniente y necesario hacer uso de la losa de cimentación; ó sea la losa de base estaría en el caso si aumentásemos las cargas; entonces se ampliarían las zapatas de cimentación hasta llegar a un punto en que se juntarían los entreejes; por lo tanto, tendremos que la losa cambia totalmente su forma de trabajo, ya que en vez de estar haciendo la fundación de volado se le puede hacer trabajar como losa apoyada en las contratraves, con el objeto de no tener espesores muy grandes en este tipo de cimentación.



CIMENTACION CON PILAS DE CONCRETO

Existen desde luego las contralabas para repartir las cargas; en ocasiones el peralte y armado de estas losas de cimentación es muy fuerte debido a las grandes fuerzas que actúan sobre ellas. (Con un mínimo de 3 a 4 tons / m² en comparación con una losa común que generalmente carga de 350 a 450 kc / m² como máximo.

CIMENTACIONES PROFUNDAS

Este tipo de cimentaciones se utilizan cuando se tienen circunstancias especiales tales como: a)Una construcción demasiado extensa en área a sustentar; b)Una obra con una carga demasiado grande, no pudiéndose utilizar ningún sistema de cimentación especial (anteriormente mencionado), y C)Que el terreno a ocupar no tenga la resistencia ó características necesarias para soportar construcciones muy extensas ó muy pesadas.

Viendo que no se puede apoyar sobre las capas superficiales por el tipo de construcción o del terreno, será necesario estudiar el sistema constructivo a ejecutar dependiendo del tipo de edificación, ó bien apoyándose en capas profundas de mayor resistencia, utilizando el sistema de pilotación (hincado de pilotes) más adecuado.

Siendo la clasificación de cimentaciones profundas:

- B1. SUSTITUCIÓN.
- B2. FLOTACIÓN.
- B3. PILOTACIÓN.

B1. Cimentación por sustitución ó compensación.

Básicamente esta cimentación es mediante una excavación en el terreno y el peso del material extraído será igual ó proporcional al peso de la construcción según características del terreno y del edificio, con respecto a las reacciones de uno y otro, lográndose así que el terreno continúe en su condición original, siendo el trabajo real el de semisustitución y a que una parte de la carga la toma del terreno (por reacciones del terreno, movimientos ó sobrecargas accidentales). Se debe conocer perfectamente el tipo de estrato para considerar el peso volumétrico de cada una de las capas que constituye el terreno a excavar, para que el peso sea exacto y se pueda nivelar con el de la construcción perfectamente conocido.

Será necesario extraer la cantidad de tierra, que corresponda al peso del edificio teniendo:

Peso del edificio (Wt) menos la capacidad del terreno ($l2 M2$) es igual al peso del material excavado.

Este tipo de cimentación presenta ciertas dificultades ya sea por el peso elevado ó el área a ocupar, la superficie de la capa donde se localizará la cimentación tendrá que mantenerse lo más inalterable posible, con respecto a una resistencia específica, y como a su consistencia (contenido de agua).

Teniendo la necesidad de tener el máximo de cuidados en la ejecución, la excavación será por etapas para evitar expansiones en el fondo de la excavación por su elasticidad (bufamientos) y tratar de evitar que el terreno pierda su porcentaje de humedad.

B2. La cimentación por flotación.

Esta clase de cimentación se basa considerando el principio de Arquímedes:

" Todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta un empuje vertical ascendente igual al peso del volumen del líquido desalojado "

Por esta razón las construcciones se deben ejecutar perfectamente impermeables (por estar en contacto directo con las aguas freáticas) calculando el centro de gravedad de la construcción y la reacción (empuje ascendente vertical) para evitar movimiento ó el volteo.

Este tipo de cimentaciones elevan el costo por tener problemas desde la excavación (evitando bufamientos), consolidación (material concreto pobre), protección de colindantes y de la obra misma (ataguíastablaestacas) hasta la ejecución de la cimentación y estructura.

B3 Cimentación por pilotación.

Se tiene, según su forma de trabajo, 3 tipos de pilotes:

- A) Pilotes trabajando con apoyo directo.
- B) Pilotes que trabajan mediante fricción.
- C) Sistema mixto.

A) APOYO DIRECTO.

Las cimentaciones a base de pilotes tienen por objeto transmitir las cargas de la estructura a capas más profundas con la resistencia necesaria.

En la ciudad de México la capa con la resistencia necesaria se localiza aproximadamente entre 20 a 45 m. de profundidad. Se considera el trabajo de los pilotes como el de una columna corta, ya que el mismo terreno ayuda a tenerlo perfectamente vertical sin flambeos.

El trabajo que puedan efectuar por fricción se desprejará, pero existirá el peligro de una sobrecarga precisamente por la fricción, y en este caso se deberá tomar en cuenta el aumento de carga que sufre, por el terreno que cuelga ó adhiere en cada pilote y se considerará una carga promedio por el mismo (apoyo fricción ó mixtos) de 40 a 50 toneladas.

Para el hincado de pilotes se deberá conocer la resistencia del estrato de apoyo para calcular la separación de los pilotes, con el objeto de uniformizar ó regular las cargas en la capa del terreno en que se apoye, entendiéndose que a mayor número de pilotes se tendrán deformaciones notables, ya que los bulbos de presión serán mayores y por consiguiente la profundidad y resistencia serán afectadas

B) POR FRICCIÓN.

Los pilotes por fricción exclusivamente trabajan a base de adherencia ó fricción en las capas del terreno, transmitiendo en esta forma a las capas profundas la carga recibida y su resistencia ó capacidad de carga aumenta en relación con su longitud y no se consideran apoyados en su base.

Para el subsuelo de la ciudad de México es recomendable el trabajo de pilotes de fricción, ó sea que no lleguen a la capa resistente, siendo la forma más eficiente para que la cimentación y peso de toda la estructura descienda más ó menos a la misma velocidad que la capa superficial del terreno (y así se evita que las capas de terreno se adhieran a los pilotes, como en los de apoyo directo.

C) PILOTES TRABAJO MIXTO.

Para la cimentación con pilotes con apoyo directo y mediante la fricción será sólo para una estructura que sus necesidades así lo requieran, ó que las capas resistentes estén muy profundas y que el nivel de la superficie tenga hundimientos constantes y muy grandes.

MUROS.

Es el elemento muro probablemente aquel que ha evolucionado más en concepto dentro de la actual arquitectura. Si bien originalmente el muro fue un elemento de carga debido a las limitaciones constructivas de épocas pasadas, actualmente es imposible concebirlo con sólo tal acepción, por lo que para entender su

significado necesitamos primero hacer una clasificación de sus funciones y diversos tipos.

El muro puede tener 3 funciones: cargar, aislar y separar, pudiendo desde luego intentar otra clasificación.

- a) Por su trabajo mecánico en muros de carga, muros divisorios, muros de contención ó retención;
- b) Por su posición misma en muros interiores y muros exteriores;
- c) Por su construcción en muros opacos, translúcidos ó transparentes;
- d) Por su posición dinámica en muros fijos ó móviles.

Así pues, como se puede ver, el concepto muro es muy elástico y por consiguiente los materiales de que puede estar constituido pueden ser y son muy variados. Así, un muro de piedra, una ventana, un biombo, un mueble, una cortina, llenan las funciones propias del muro, y por lo tanto debemos considerarlos como tales.

La causa que más influencia ha tenido sobre el muro ha sido la estructura, dado que antes de esto casi todos se podían clasificar como muros de carga, que llegaban a tener grandes espesores para poder salvar grandes alturas. Los materiales predominantes fueron siempre la piedra, el tabique y el concreto en su forma primitiva.

Posteriormente, con la aparición de la estructura, los muros se convirtieron en muros de relleno propiamente dichos, y poco a poco ha ido evolucionando este concepto hasta el que tenemos actualmente en la arquitectura contemporánea.

MUROS DE CARGA

Su función primordial es la de cargar ó soportar, y por lo tanto será un elemento sujeto siempre a compresión. El material por lo tanto, debe estar condicionado para esta característica que le pedimos, es decir, resistencia y, desde luego, economía y constructibilidad, por lo que la piedra, el tabique ó ladrillo y el concreto serán probablemente los materiales que más ventajas reporten.

MUROS DIVISORIOS.

Su función primordial, es la de separar ó aislar y por lo tanto se le pueden pedir diversas características como que sean aislantes ya sea acústicos ó térmicos, que sean impermeables ó bien que tengan una determinada resistencia a la fricción ó a los golpes.

MUROS DE CONTENCION.

El esfuerzo a que estos muros estarán sujetos, será el de flexión, ya que su función primordial es la de soportar empujes horizontales. Podemos clasificarlos en muros de contención de tierra agua ó aire, y los materiales que más se conjugan con esta función son probablemente la piedra y el concreto para los dos primeros y algunas estructuras metálicas y materiales ligeros pero resistentes para los últimos.

Si hacemos hincapié en lo que respecta a su posición misma, es decir interiores y exteriores, volvemos a tener de inmediato una gama muy grande de materiales cuyo uso es posible en ellos no obstante la función a que vayan a estar sujetos, es decir, ya sea que sean muros de carga, divisorios ó aislantes. Los interiores deberán resistir a determinadas condiciones, mientras que los otros deberán resistir el intemperismo junto con otros elementos, que nos marcan desde luego materiales diferentes para ser aplicados en ambos casos.

Si tratamos lo que respecta a su constitución misma, en la clasificación ya hecha de opacos, translúcidos y transparentes, vuelve a aparecer otra gama muy grande de materiales y volvemos a encontrar el que no solamente se le está pidiendo una cualidad al material empleado, sino que además muchos de ellos deben reunir cualidades luminosidad ó de transparencia, factores absolutos que determinarán decisivamente la selección de ellos.

Finalmente y al hablar de su posición dinámica y clasificarlos en fijos ó móviles, volvemos a encontrar características distintas. Estarán sujetos muchos de ellos a mecanismos, tales como las cortinas, persianas, blombos corredizos, en que la técnica moderna y la investigación constante hacen que día a día la industria lance al mercado nuevos materiales y nuevos procedimientos que vienen a solucionar cada vez más ampliamente cualquier problema que se presente y lo que a la vez obliga al arquitecto ó constructor el determinar debidamente cuál es el material que debe escoger y que reúna todas las cualidades que necesite.

MUROS DE CARGA.

La función primordial de un muro de carga es la transmisión a la cimentación ó a los elementos inferiores, de las cargas que soporta en su parte superior, bien sea que éstas provengan de las losas ó de otros elementos horizontales que se los transmitan. En esta forma queda trabajando por compresión y los materiales utilizados para ellos deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía, durabilidad, etc., que se requieran. Los más usados son la piedra, el tabique y el concreto armado.

El espesor de un muro de esta clase queda íntimamente relacionado con la fatiga de trabajo del material empleado en su construcción, la que se calcula casi siempre por unidad de longitud.

MUROS DE PIEDRA.

Los muros de piedra pueden estar constituidos, desde luego, por muy diversas clases de materiales pétreos, y podemos clasificarlos según la forma en que la piedra se encuentra labrada.

Así tendremos mampostería denominada de primera, en la cual las piedras ajustan perfectamente una contra otra, y en la que se han labrado sus caras perfectamente, con objeto de lograr el que asienten a hueso todas ellas. De ello se desprende que, para un muro de este tipo, no sea necesario usar mortero, pues las piedras por sí solas tienen un amarre suficiente; de todas formas se acostumbra usar alguna mezcla para facilitar en cierta forma su trabajo. Podemos también clasificar dentro de este tipo todos los muros hechos a base de sillares, denominación que se da a las piedras cuando sus lados no son menores de 40 cms., siendo en muchos casos las piedras labradas por todos sus lados.

Se denomina mampostería de segunda, aquella en la que únicamente se trabaja una de las caras de la piedra, la exterior, y que los huecos comprendidos entre ellas son llenados con mortero. Es probablemente ésta la más usual, ya que su costo no es tan alto como el de la mampostería de primera, y su acabado, si no es perfecto por lo que respecta a labrado, sí presenta en cambio buenas cualidades de trabajo y transmisión de presiones.

MUROS DE TABIQUE.

Es este material, en todas sus diversas formas y variedades, probablemente el más usado para muros de carga tanto interiores como exteriores. Hay tabiques compactos, perforados y huecos con objeto de llenar las diversas necesidades y proporcionar a los muros características tales como las de impermeabilidad, aislamiento térmico y acústico, mejor adherencia al mortero, mayor ligereza, etc.

MUROS DE CONCRETO.

Este tipo de muros presenta grandes ventajas desde todos los puntos de vista, ya que, aparte de poder resistir esfuerzos de compresión, pueden estar sujetos asimismo a flexiones y empujes horizontales.

Su empleo, por lo general, es en aquellas partes de la construcción en que se necesita dar a la estructura un elemento rígido capaz de soportar empujes laterales, como en el caso de muros de contención, ó bien cuando se usan como elementos para tomar los esfuerzos de temblores.

ARMADOS. Este tipo de muros puede ser armado en diversas formas: si se encuentran sujetos en su parte superior e inferior, el fierro vertical será el único que trabaje y que tome todo el esfuerzo; pero si están sujetos por sus cuatro lados, trabajará tanto el fierro horizontal como el vertical

La suma del fierro transversal y vertical no debe ser menor de 0.5% del volumen del muro, y las varillas que ayuden a la resistencia del mismo deben tener una separación no menor de dos y media veces el espesor del muro.

Se debe siempre usar fierro por temperatura; en el sentido vertical no deberá ser menor del 0.2%, y en el horizontal deberá ser entre el 0.2% y el 0.4%.

TEMA 4 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS

4.1 APLICACIONES DENTRO DE LA CONSTRUCCION DE LOS PERFILES LAMINADOS SIMPLES, SECCIONES COMPUESTAS Y PERFILES DE LAMINA DELGADA.

Se llama estructura metálica a un armazón metálico vertical de dos dimensiones, constituido por columnas y vigas dispuestas en cuadrícula y que sirven generalmente de soporte a un relleno de mampostería o a un revestimiento ligero. Una estructura metálica puede estar aislada, pero casi siempre forma parte de un armazón tridimensional del que constituye uno de sus elementos.

La importancia de las estructuras metálicas depende del papel que desempeñen y por ello es muy variable. En efecto, este papel puede ser muy modesto si se trata, por ejemplo, del armazón de un cercado: por el contrario suele ser muy importante. si se trata del armazón de un edificio.

CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS

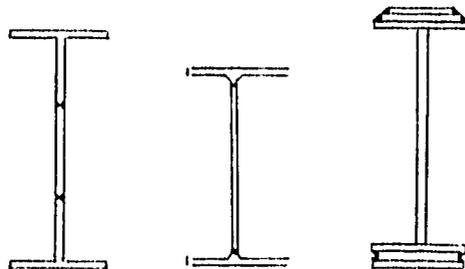
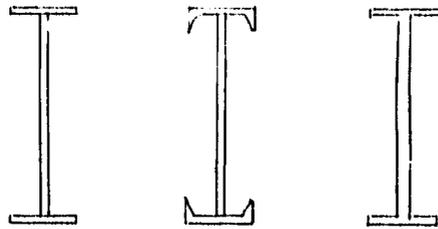
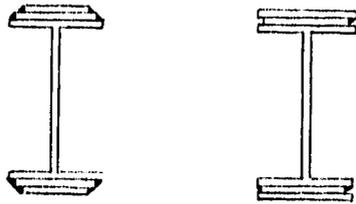
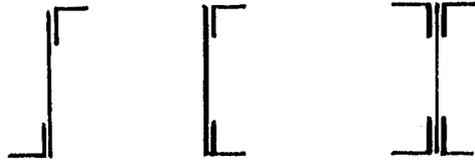
A) Estructuras metálicas de cercado: las estructuras metálicas de cercado están esencialmente constituidas por columnas que reciben el nombre de montantes y por vigas horizontales llamadas travesaños.

Según la altura de la cerca, el espaciamiento de los montantes varía de 2 a 3 m. El número de travesaños depende también de la altura de la cerca. Para los cercados de poca altura, sólo hay un travesaño situado en la parte superior de las montantes llamado coronamiento constituidas por viguetas, están empotradas sobre las vigas de las estructuras metálicas.

ACEROS DE CONSTRUCCION

Entre las numerosas variedades de acero utilizables en construcción metálica, se pueden distinguir los aceros de utilización general, los aceros patinables de mejor resistencia a la corrosión, los aceros inoxidables y los aceros especiales para tornillos de otra resistencia.

ARREGLOS ESTRUCTURALES



ACERO A37

Es el que se empleaba normalmente en estructuras de edificación. Su límite elástico es de 2400 kg/cm². Su empleo es cada vez menos frecuente.

ACERO A42

Tiene las mismas aplicaciones que el anterior, su límite de elasticidad es de 2600 kg/cm². Es de uso más generalizado en la actualidad.

ACERO A52

Es el llamado "de alto límite elástico". Su límite de elasticidad es de 3600 g/cm².

ACEROS LAMINADOS

El acero encuentra aplicación a las construcciones bajo forma de chapa, perfiles y tubos, acoplados entre sí mediante pernos o remaches.

Los aceros de construcción se entregan en hojas para las chapas y en barras para los perfiles. Las chapas se subdividen en gruesas y delgadas; entre las primeras se incluyen las hojas de acero de anchura igual ó superior a 0.5 m. y de espesor de al menos 3 mm.

Bajo el nombre de perfiles se incluyen los aceros constituidos con secciones en I, C, L, T, Z, etc., mientras se les da el nombre de barras a los aceros redondos, cuadrados, hexagonales, planos, medio redondos. etc.

CONSTITUCION DE LAS COLUMNAS

Las columnas son elementos de armazón metálico destinados a trasladar sobre el suelo el peso de la construcción. Son por lo general verticales.

Dado el papel que desempeñan en los armazones metálicos, las columnas son vigas que trabajan principalmente a compresión y eventualmente a flexión.

Ello da lugar a que la constitución de las columnas sea en principio la misma que la de las vigas; sin embargo, la naturaleza particular de los esfuerzos que soportan obliga a introducir ciertas modificaciones en la distribución del metal.

Las columnas son de alma llena o de celosía y pueden ser remachadas o soldadas.

COLUMNAS REMACHADAS

La parte superior de la columna o " cabeza " se estudia principalmente con vistas a facilitar la transmisión de las cargas que actúan en la parte superior de la misma.

La parte inferior o " base " es por lo general ensanchada y reforzada a fin de repartir correctamente las cargas sobre los cimientos o para asegurar el anclaje de la columna.

Las piezas que transmiten las cargas a la columna están colocadas bien en la parte superior en un punto cualquiera de su altura. Cuando una pieza descansa sobre la parte superior de la columna se dice que la carga en el extremo; esta pieza puede estar simplemente apoyada sobre la columna o empotrada en ella. Las piezas que están colocadas en un punto cualquiera de la altura de la columna se fijan mediante un dispositivo de junta que varía según la naturaleza de los esfuerzos a que está sometido: simple reacción vertical o momento de empotramiento que se suma a esta reacción.

COLUMNAS DE ALMA LLENA

A) COLUMNAS SIMPLES DE PERFILES

Cuando las cargas que actúan sobre la columna son pequeñas y ésta es de poca altura, puede construirse con un perfil simple: angular, hierro I ó hierro U. El angular se adapta particularmente bien para construir las columnas de ángulo de las construcciones ligeras. Las columnas simples corrientes se construyen por lo general con un perfil 1. Son diferentes los aspectos que puede presentar la cabeza de estas columnas según la importancia de la carga que soportan.

Las piezas que se apoyan sobre la columna en un punto cualquiera de su altura se fijan sobre el alma o sobre el ala del perfil.

Son diferentes aspectos que puede presentar la base de una columna según la importancia de la carga que ésta deba transmitir a los cimientos.

Las disposiciones adoptadas para la base son análogas a las de las cabezas. Para las cargas muy pequeñas, dos angulares en escuadra remachados sobre el alma bastan para constituir la superficie de apoyo.

Si la carga aumenta, se aumenta también la superficie de apoyo añadiendo una placa de apoyo o platina.

Cuando las cargas son importantes, la base lleva una platina de grandes dimensiones rigidizadoras por cartelas verticales.

ANCLAJE DE LAS COLUMNAS

Si la columna debe resistir a un momento de flexión, es necesario anclar su base es decir, prever un dispositivo que se oponga al levantamiento provocado por la fuerza del par dirigido de abajo arriba.

Las columnas metálicas se anclan por lo general en sus cimientos mediante pernos de anclaje estos están formados por vástagos redondos cuya parte superior fileteada está empernada sobre la platina y cuya parte corriente destinada a anclarse lleva asperezas.

El número, diámetro y longitud de los pernos de anclaje varían según la importancia de las columnas y los esfuerzos que se ejercen sobre las mismas.

El diámetro varía entre un 25 y 40 milímetros y cuya longitud está comprendida entre 50 cm y 1 metro.

Es evidente que los pernos de anclaje deben disponerse sobre la platina en puntos alejados como sea posible del eje vertical de la columna a fin de aumentar el brazo del par y disminuir en consecuencia el esfuerzo que actúan sobre los anclajes. Pero es preciso cuidar de rigidizar adecuadamente la base para hacerla capaz de resistir a la flexión. Con este fin se emplean cartelas verticales.

Cuando sólo hay una cartela vertical, el perno de anclaje se dispone entre las alas verticales de los rigidizadores de angular llamados angulares " platinas " fijados a la base de esta cartela.

Los pernos de anclaje pueden colocarse de antemano en los cimientos en lugares rígorosamente previstos por los diseños o situarse después de la colocación de la columna. método generalmente adoptado porque es el de mas sencilla ejecución.

Cuando los refuerzas que actúan sobre el perno de anclaje son muy importantes, pueden utilizarse un dispositivo que permita reducir la longitud del vástago de anclaje. Pero en estos casos es indispensable armar seriamente los cimientos.

Este dispositivo debe permitir un ligero ajuste del vástago, para ello, este se protege durante la realización de los cimientos de forma que se reserve un vacío anular alrededor de el y que pueda después oscilar a voluntad. Cuando se termina el ajuste se acaba el anclaje con mortero de cemento colado en el espacio anular.

COLUMNAS COMPUESTAS.

Las columnas compuestas están formadas bien por varios perfiles reunidos, bien por un alma y ángulos en pestaña reforzados si fuera necesario por suplementos.

COLUMNAS COSTITUIDAS MEDIANTE PERFILES REUNIDOS.

Las mas sencillas están formadas bien por cuatro angulares dispuestos en cruz y que llevan por lo general laminas de relleno que facilitan las juntas I estas laminas son continuas o se disponen a intervalos; o bien por dos tramos U dispuestos uno junto a otro entre los cuales se ha intercalado una lamina, o bien, por ultimo, por tres hierros I dispuestos.

Estas columnas presentan la doble ventaja de ser muy resistentes a los esfuerzos de compresión y de dejar espacio para mampostería de relleno.

COLUMNAS CONSTITUIDAS POR UN ALMA Y PESTAÑAS. Las secciones tipo de estas columnas recuerdan las que se han descrito para las columnas constituidas por un simple perfil I; pero como en este caso las cargas son algo mas elevadas, se han aumentado las superficies de apoyo. Se observara que el ensanchamiento de la cabeza y de la base se ha obtenido sustituyendo el alma corriente de la columna por una cartela.

Todos los dispositivos llevan placas de apoyo reforzadas por angulares en escuadra dispuestos en el interior o exterior de la columna.

COLUMNAS TUBULARES. Como las secciones que mejor resisten a la deformación son las que presentan una inercia sensiblemente igual en todos los sentidos, se adoptan a menudo para las columnas secciones huecas que se parecen bastante a la sección cuadrada o circular.

Las columnas que presentan estas secciones se llaman < < tubulares > >.

Las secciones pueden construirse mediante dos hierros U unidos por laminas, bien por cuatro angulares v cuatro laminas.

COLUMNAS DE CELOSIA.

Si en una columna compuesta se reemplaza el alma por una celosía se tiene una columna de celosía, disposición muy empleada en construcción metálica.

Según la importancia de los esfuerzos, la celosía esta constituida por una simple lamina o por un pequeño perfil insertado entre los ángulos de pestaña.

La cabeza y la base de las columnas de celosía siempre llevan los paneles lisos llamados < < diafragmas > >; por ello su forma es idénticamente igual a las columnas de alma llena. Si en una columna compuesta se reemplaza el alma por una celosía se tiene una columna a la altura de las uniones intermedias la celosía se reemplaza generalmente por un alma de diafragma.

La celosía sirve sobre todo para atirantar los cordones y para oponerse a la deformación de los elementos comprimidos; no obstante, cuando la columna esta flexionada trabaja también contra el esfuerzo constante.

La celosía se utiliza también en las columnas tubulares; en este caso, las alas de los hierros U o de los ángulos en pestaña se unen por laminas o por pequeños angulares.

Las columnas de celosía se utilizan con frecuencia porque son económicas y dan al armazón un aspecto ligero sin dejar por ello asegurarle una solidez semejante a las columnas de alma llena.

COLUMNAS SOLDADAS.

GENERALIDADES.

En armazón soldado, se hacen también columnas de alma llena y columnas de celosía. En cualquier caso, se refuerzan la cabeza y la base; estos refuerzas se realizan según el procedimientos muy sencillos.

COLUMNAS DE ALMA LLENA

COLUMNAS SIMPLES. Están constituidas por un perfil simple. Según la importancia de los esfuerzos y la altura de la columna, esta puede realizarse con un angular, un perfil T, un perfil U, un perfil I o una vigueta. También pueden utilizarse tubos espesos que presentan una sección excelente para resistir a la deformación.

COLUMNAS DE CELOSIA.

DESCRIPCION. Están constituidas por dos y a veces tres o cuatro perfiles unidos. También pueden emplearse perfiles y laminas. Se diseñan con perfiles corrientes realizados con aceros en T, en U o en I; con o sin laminas.

COLUMNAS DE CELOSIA.

Columnas gemelas.

Entre las columnas de celosía hemos incluido las constituidas por laminas de unión regularmente espaciadas y por lo general se llaman <<columnas gemelas>>

Las laminas de unión o bridas deben soldarse a toDe sobre los perfiles v no soldarse Por recubrimiento.

Los perfiles laminados estructurales, tienen su aplicación en la construcción, principalmente en Vigas y Columnas, en estructuras metálicas de edificios y naves industriales. Las vigas son piezas de construcción constituidas por la unión de chapas y perfiles destinadas a trabajar en flexión.

En las construcciones las vigas soportan las cargas que actúan entre los diferentes apoyos sobre los que distribuyen estas cargas. Además, cuando los apoyos son columnas, las vigas aseguran su unión.

Dado el papel que desempeñan, las vigas están sobre todo sometidas a esfuerzos de flexión y a esfuerzos de flexión y a esfuerzos normales al mismo tiempo. Las vigas pueden ser de dos tipos: de alma llena y de celosía. La elección del tipo depende a la vez de la distancia entre apoyos o " luz " y de la importancia de los esfuerzos que actúan sobre la viga.

Cualquiera que sea el tipo de viga adoptado, es preciso disponer los elementos constitutivos de tal forma que la viga lleve un plano de simetría y que los esfuerzos a que está sometida actúen en este plano.

Para las vigas se prefieren las viguetas que son de empleo más económico, también las secciones constituidas por dos elementos gemelos, generalmente dos perfiles C.

VIGAS DE ALMA LLENA REMACHADAS

Las vigas de alma llena están formadas esencialmente por una lámina llamada " alma " reforzada en sus dos extremos por ángulos llamados " de pestaña ". Según la altura de la viga, la lámina que constituye el alma puede remplazarse por una lámina ancha o una chapa.

Cuando los elementos que actúan sobre la viga son importantes, se refuerzan los ángulos de pestaña colocando sobre los ángulos láminas ó láminas anchas llamadas suplementos.

VIGAS DE ALMA LLENA SOLDADAS

Las vigas de alma llena soldadas están en esencia constituidas por una lámina, una lámina ancha o una chapa llamada alma y en los dos extremos del alma por una o varias láminas llamadas suplementos. La unión alma suplemento se realiza mediante un cordón de soldadura a tope o dos cordones de ángulo.

En construcción soldada, donde las juntas son fáciles, deben utilizarse al máximo los perfiles. A partir de la extensión de la soldadura, las forjas han puesto además a punto nuevos perfiles que se adaptan particularmente bien a la nueva técnica, principalmente los perfiles en T de los ángulos vivos, los perfiles en U de ángulos vivos y las viguetas H.

Además de las vigas, constituidas únicamente por un perfil I o una vigueta, se realizan secciones que comprenden un conjunto de perfiles y láminas.

En las figuras damos los principales tipos de secciones.

Las secciones constituidas por una vigueta reforzada en la parte superior e inferior por uno o dos suplementos. Las secciones constituidas por una lámina en cuyos extremos se han soldado perfiles en T o en U.

Las secciones constituidas únicamente por láminas, y, para las vigas de grandes dimensiones, las secciones constituidas por una lámina en cuyos extremos van soldados Perfiles de tetón.

VIGAS DE CELOSIA

Se llaman vigas de celosía aquéllas en las que el alma llena está remplazada por un sistema de barras triangulares que unen entre sí los cordones.

Teóricamente las vigas de celosía se calculan como si todos los elementos estuvieran articulados en sus puntos de unión llamados " nudos ". De hecho, los nudos por lo general son rígidos. Las vigas de celosía son vigas triangulares y que pueden clasificarse en tres grupos: vigas simples, complejas y compuestas. En cada uno de estos grupos, las vigas pueden ser de altura constante o variable. Las vigas simples son con mucho las más utilizadas.

VIGAS SIMPLES

Se les llama también vigas " reticuladas ". Se distinguen las barras horizontales llamadas " cordones " y las barras que unen los cordones llamadas " barras de triangulación ". Los nudos son los puntos de intersección de los ejes de las diferentes barras. Hay tres sistemas:

A) El sistema Warren en el que las barras de triangulación están simétricamente inclinadas sobre la vertical.

B) El sistema Pratt en el que las barras de triangulación son alternativamente verticales e inclinadas.

C) El sistema Howe que es igual al sistema Pratt, pero son barras inclinadas en sentido inverso.

ANGULARES

Son perfiles laminados con dos alas perpendiculares. Se designan por la anchura de las dos alas y por su espesor. Los angulares son de dos tipos:

de alas iguales:

Un angular cuyas dos alas tienen 60 mm de anchura y 6 mm de espesor se designa L 60 X 60 X 6.

de alas iguales:

Un angular, una de cuyas alas mide 80 mm y la otra 60 mm, con un espesor común de 7 mm, se designa: L 80 X 60 X 7.

VIGUETAS

Son perfiles formados por dos alas cuyas caras exteriores son paralelas y están unidas en su centro a un alma perpendicular mediante acuerdos curvos.

Las viguetas son de varios tipos:

1° VIGUETAS IPN (perfiles normales), caracterizadas porque las caras interiores de las alas presentan una inclinación del 14%, respecto a las caras exteriores.

2° VIGAS IPE, IPEA e IPER, Las caras interiores de las alas son paralelas a las exterior

3° VIGAS H, de alas anchas y caras paralelas, que se subdividen en tres categorías.

a) Vigas HEB, cuyas características son similares a las antiguas HN.

b) Vigas HEA, de alas y alma aligeradas.

c) Vigas HEM, de alas y alma reforzadas. PERFILES EN U.

PERFILES EN U

Se componen de un alma y de dos alas unidas al alma por uno de sus extremos.

PERFILES (PN; las caras interiores de las alas están inclinadas 8% respecto a las exteriores.

PERFILES (AP las dos caras de las alas son paralelas

REDONDOS Y TUBOS.

Los redondos tienen sección circular; se designan por el diámetro de dicha sección un redondo 20 mm. es un cilindro de 20 mm de diámetro.

Los tubos tienen secciones circulares, cuadradas o rectangulares. Las calidades más empleadas son A37 y A42.

Los tubos circulares se designan por dos números convencionales diferentes de los valores de sus diámetros interior y exterior. Actualmente se fabrica tubo estructural, designándose por los valores nominales de su diámetro exterior y espesor de Pared.

SIMPLES T.

Su empleo más usual es como bastidores de ventanales, acristalamiento, etc. Se designan por tres números: el primero indica la anchura de ala, el segundo la altura del alma, el tercero el espesor común de ala y alma.

4.2 SOLDADURAS

La soldadura consiste en la unión directa de metales de la misma composición, con ó sin aportación de metal de composición idéntica.

La soldadura se realiza por fusión ó por resistencia. La soldadura por fusión consiste en obtener la unión de los metales por una fusión local que afecta a la superficie del metal a soldar y a una varilla de metal de aportación que, después de la fusión y enfriamiento consiguiente constituye el " cordón de soldadura ".

Este proceso puede realizarse mediante llama de gas ó por arco eléctrico.

- A) Soldadura por gas. La soldadura por gas se realiza con soplete oxiacetilénico; los aceros suaves y extrasuaves se sueldan bien al soplete.
- B) Este procedimiento tiene la ventaja de que la instalación no es costosa, pero tiene el inconveniente de provocar deformaciones importantes, difíciles de eliminar, sobre todo cuando se trata de paneles de grandes dimensiones.
- C) Soldadura eléctrica. La soldadura eléctrica al arco necesita la instalación de una máquina de soldar de 10 a 12 kW y exige una mejor preparación de las superficies a soldar. En contrapartida, provoca deformaciones menos importantes que el soplete.

La soldadura al arco es la más utilizada como método sistemático de unión. En este procedimiento, el calor necesario para la fusión del metal es producido por el arco eléctrico formado entre las piezas a soldar y la varilla de metal de aportación denominada " electrodo ".

Los electrodos generalmente presentan un revestimiento fundente y tienen una longitud de 450 mm. Para los trabajos en serie ó en los casos de grandes longitudes a soldar, se emplean máquinas de soldar automáticas.

SOLDADURA SIN METAL DE APORTACION.

La soldadura por resistencia se basa en la forja del metal, llevando a un estado pastoso por el paso de una corriente eléctrica.

Por este método se puede realizar la soldadura a tope, así como la soldadura por recubrimiento. Por puntos ó por moleteado.

Soldadura a tope. La soldadura a tope no exige preparación muy cuidadosa de los bordes a soldar, pero la máquina de soldar es muy importante; consume por término medio 10 kVA por centímetro cuadrado de sección a soldar.

Este método es especialmente adecuado para la producción en serie de piezas obtenidas a partir de pequeños perfiles, particularmente en cerrajería.

Soldadura por recubrimiento. En la soldadura por puntos, las piezas a unir se colocan entre los electrodos de la máquina, que proporcionan a la vez la corriente y la presión necesaria para el contacto íntimo de las piezas que sueldan cuando el calor producido por la corriente las ha llevado al estado pastoso. Este sistema resulta adecuado para pequeños espesores y para soldaduras que no presenten unas exigencias de resistencia elevadas.

SOLDADURA A TOPE.

Se colocan dos piezas borde contra borde y se sueldan en su sección de contacto.

Soldadura de cartabones en los extremos de las alas de una viga.

SOLDADURA POR RECUBRIMIENTO.

Las dos piezas se solapan una sobre otra y se sueldan en su perímetro de contacto.

Una pletina de una viga en celosía, soldada sobre el alma del cordón formado por un perfil en T.

SOLDADURA EN T.

El canto de una pieza se coloca en posición normal a la superficie de otra que se extiende a ambos lados de la junta.

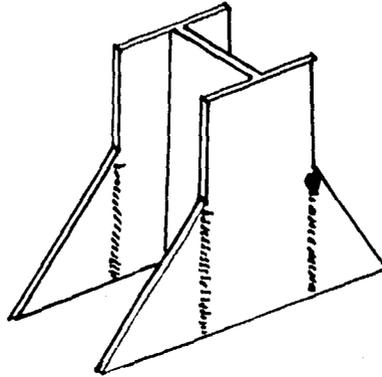
Soldadura de una vía compuesta de alma y platabandas.

SOLDADURA EN L.

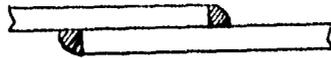
Los cantos de dos Piezas no situados en Prolongación uno de otro se sueldan juntos.

SOLDADURA DE BORDES LEVANTADOS.

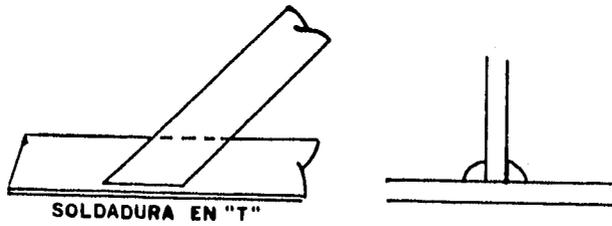
Uno al menos de los bordes de las piezas a soldar, está adosado a la otra pieza, encontrándose los cantos en el mismo plano.



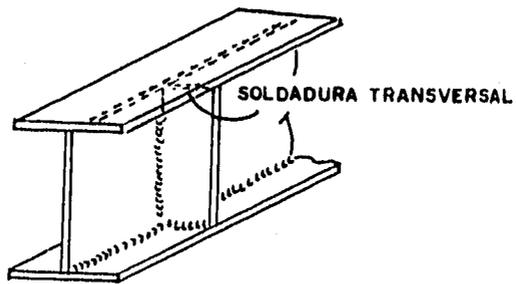
SOLDADURA A TOPE
(SOLDADURA DE CARTABONES EN LOS EXTREMOS
DE LAS ALAS DE LAS VIGAS)



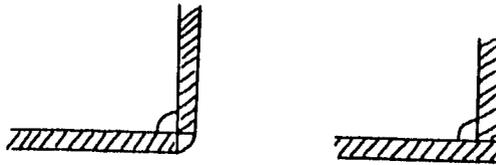
SOLDADURA POR RECUBRIMIENTO
UNA PLETINA DE UNA VIGA EN CELOSIA
SOLDADA SOBRE EL ALMA DEL CORDON
FORMADA POR UN PERFIL EN " T "



SOLDADURA DE UNA VIGA COMPUESTA DE ALMA Y PLATABANDAS



SOLDADURA EN "L"



LOS CANTOS DE DOS PIEZAS NO SITUADOS EN PROLONGACION UNO DE OTRO SE SOLDAN JUNTOS

JUNTAS SOLDADAS.

La evolución de los materiales y el perfeccionamiento de los métodos de soldadura, permiten actualmente la práctica corriente de la soldadura a tope de piezas de grandes dimensiones sin requerir la presencia de cubrejuntas, pero en tales casos es necesario realizar una preparación de los bordes a soldar

SOLDADURA RECTA.

Para chapas de hasta 15/10. Los bordes a soldar están en contacto. Para espesores de 15/10 a 5 mm, las chapas a soldar se separan con una distancia igual a medio espesor

La soldadura efectuada por una sola cara se llama simple.

SOLDADURA EN V.

Para chapas de 5 a 12 mm. Los bordes están achaflanados por un solo lado, formando una V simétrica con relación al eje de la unión.

SOLDADURA EN X.

Para espesores superiores a 12 mm. Los bordes están achaflanados por las dos caras, formando una ranura en X simétrica respecto al eje de la junta.

SOLDADURA EN ANGULO.

Esta soldadura se realiza en el ángulo de dos superficies. El cordón de soldadura adopta la forma de un triángulo isósceles.

La soldadura simple (cordón plano) adopta la forma de un triángulo isósceles rectilíneo.

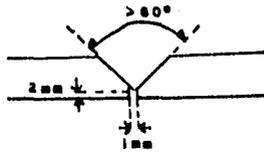
La soldadura se llama de cordones ligeros, si el arco de círculo que reemplaza a la hipotenusa tiene su centro por el exterior del cordón.

Para realizar las soldaduras en ángulo, las piezas están normalmente en contacto; sin embargo, una ligera separación asegura mejor penetración.

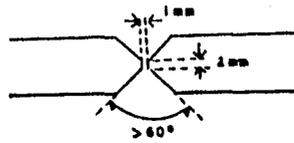
SOLDADURA EN HENDIDURA

Esta soldadura consiste en llenar con metal de aportación una abertura practicada en una de las piezas de una unión por recubrimiento.

SOLDADURA EN "J"



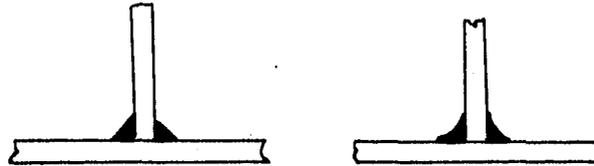
SOLDADURA EN "X"



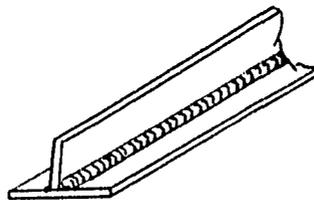
SOLDADURA RECTA



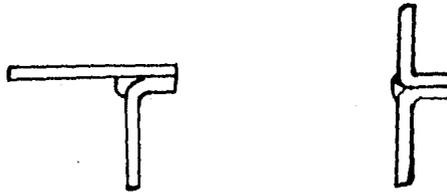
SOLDADURA EN ANGULO



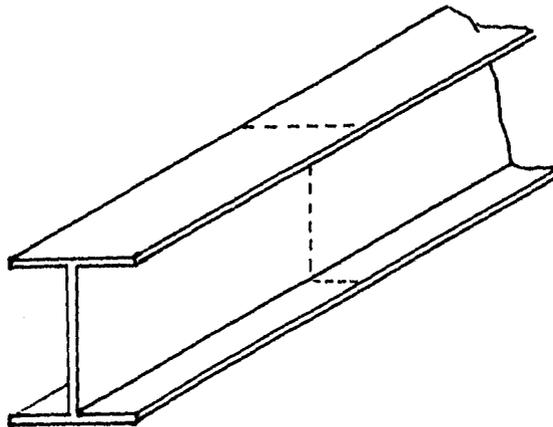
SOLDADURAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS



SOLDADURA DE BORDES LEVANTADOS



JUNTAS SOLDADAS



La soldadura se llama " de tapón " (también de botón) cuando la abertura es circular.

SOLDADURA POR PUNTOS.

Este método se aplica únicamente a las uniones con recubrimiento. El diámetro de los electrodos debe ser igual al espesor total a soldar. El metal de las superficies en contacto alcanza el estado pastoso durante el paso de la corriente y la presión ejercida por los electrodos da lugar a la soldadura.

Para obtener buenas soldaduras hay que trabajar únicamente sobre metales soldables con superficies no oxidadas y desprovistas de todo cuerpo extraño (pintura, grasa...).

Es indispensable que los bordes a unir sean lisos, con ausencia de irregularidades importantes.

SOLDADURAS CONTINUAS Y DISCONTINUAS.

La soldadura se llama continua cuando las piezas se sueldan en toda la longitud de sus superficies en contacto; se llama discontinua en caso contrario.

4.3 ANDAMIOS Y CIMBRAS METALICAS

ANDAMIOS METALICOS

Se componen de unos elementos de tubo, de acero que se ajustan entre si según diferentes sistemas que son objeto de patente.

Permiten instalar con rapidez estructuras de gran capacidad, resistencia, estabilidad y seguridad.

Se adaptan a cualquier terreno y facilitan un perfecto arriostamiento y fijación a las fachadas.

Su mayor costo de adquisición con respecto a los andamios de madera se compensa con el ahorro de tiempo que reporta su instalación.

Factor importantísimo es su mayor seguridad. También es de tener en cuenta que las empresas suministradoras suelen proporcionar estas estructuras provisionales en alquiler. lo cual viene a representar evidente ventaja en construcciones especiales.

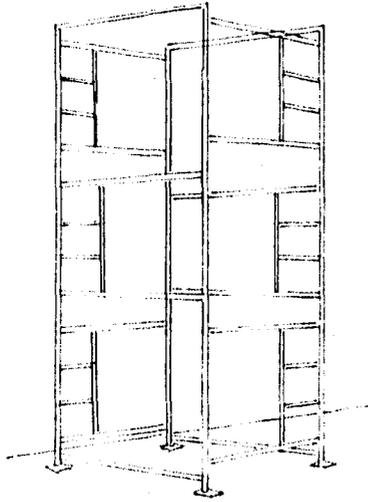
Las construcciones independientes con alturas comprendidas entre los dos y diez metros, suelen denominarse "torretas". Los andamios con los que se pueden formar alturas superiores a los diez metros reciben el nombre de torres.

La disposición de los andamios metálicos consiste generalmente en la yuxtaposición y enlace de tubos de acero dulce 40/49 mm. o de 1 1/2 plgs. (y a veces tubos de 26/34).

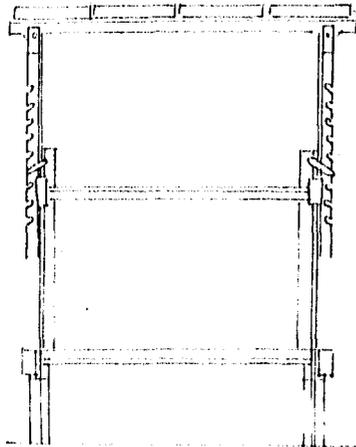
La unión o enlace de los tubos esta asegurado por medio de manguitos y acoplamientos que son objeto de patentes particulares.

La realización de esas construcciones requiere cierta experiencia a fin de componer los diferentes planos de montaje.

Los andamios de escalera tanto de madera como metálicos, que se emplean sobre todo para los trabajos de remiendo y restauración de fachadas, tienen sus montantes ó soportes en forma de escalera cuyos peldaños sirven de riostras y sus tentáculos para los tablonos o plataformas intermedias. La estabilidad de este genero de andamios corre a cargo de ciertas ligaduras solidarias de crics ó gatos que se aprietan contra las aberturas, puertas, ventanas, etc.



ANDAMIOS DE ESTRUCTURA TUBULAR



ANDAMIOS METALICOS EXTENSIBLES

Los andamios ligeros de que se sirven sobre todo los artesanos de las especialidades de acabados, están previstos para un montaje y puesta en servicio rápido. El empleo de caballetes extensibles ó fijos o bien de ménsulas dispuestas sobre escaleras permiten realizaciones sencillas y eficaces.

Conviene desde luego la atención de los constructores sobre el arriostramiento que asegura su estabilidad. Es necesario pues procurar siempre mediante aspas y sujeciones en las partes fijas ya construidas, una consolidación que elimine los movimientos transversales. Esto permitirá a los usuarios servirse de ellos con toda seguridad y sin temor ni aprensión.

Las jaulas son andamios o puentes volantes de reducidas dimensiones. Sólo tiene sitio para un operario se emplean particularmente para trabajos de hojalatería. El albañil puede utilizarlas para ejecutar retoques en las fachadas.

Se llaman andamios en abanico aquellos que se establecen apoyando montantes en las ventanas de la fachada. Generalmente empleados por hojalateros, permiten trabajar en cornisas, en las construcciones elevadas. Deben amarrarse con cuidado y deben estar provistos de una protección que evite tanto la caída de los obreros como la de herramientas o materiales.

CIMBRAS METALICAS

El uso del acero en la fabricación de cimbras se debe a alguna especificación o particularidad de la estructura de concreto. Además de los sistemas de cimbras de acero patentados se escoge el acero, porque:

1. Se puede obtener de la cimbra una gran cantidad de usos.
2. Se pueden especificar tolerancias especialmente restringidas para el acabado de concreto.
3. Intervienen esfuerzos muy grandes.
4. Hay requerimientos especiales referentes a las condiciones de uso, zonas de marcas, etc.
5. Puede mecanizarse hasta cierto punto el sistema de cimbras.

El diseño de una cimbra debe llevarse a cabo utilizando el equipo disponible para fabricarla y las técnicas propias del mismo.

Cuando las cimbras han de usarse esporádicamente, quizá debido a las etapas de un contrato, tal vez convenga galvanizarlas para evitar la oxidación que ocurre después de cada uso. Aunque el costo del galvanizado no es muy alto, el proceso implica el uso del chorro de arena, por lo cual debe considerarse el costo total, junto con los beneficios que se obtendrán en la obra.

En la fabricación de cimbras los espesores del acero utilizado tienen un aislamiento reducido o nulo, pero esta característica puede ser ventajosa cuando las técnicas acelerantes de curado dependen de la transmisión de calor del concreto a través de la superficie de contacto de la cimbra.

Sin embargo, cuando se hace un colado de concreto en lugares expuestos, el diseñador debe introducir algún tipo de aislamiento para evitar las pérdidas de calor debidas a la radiación.

Los elementos de acero frecuentemente mejoran las propiedades de otros materiales de cimbra y moldeo; por ejemplo, el uso de moldes de concreto, cuyas caras de contacto son de acero, proporciona durabilidad, estabilidad y extraordinaria exactitud cuando se requiere un alto grado de precisión en colados sucesivos. El acero se usa para reforzar juntas y conexiones entre placas de acero y otros materiales de la cimbra, y colocados como tornos en la madera producen superficies que experimentan poco desgaste en los usos repetidos. Cuando se requiere mucha exactitud, el rectificado de las cimbras después de su fabricación asegura que se obtenga la calidad requerida. Las uniones a las superficies de acero de la cimbra pueden hacerse simplemente taladrando y atornillándose o sujetándolas con pernos desde el exterior de la cimbra.

Un problema específico en la fabricación de cimbras, el de obtener anclaje adecuado para el equipo de vibrado, puede resolverse fácilmente mediante el uso de contravientos soldados directamente a los principales elementos estructurales de la cimbra. Los diseñadores deben tener cuidado con la colocación de vibradores externos, especialmente con cimbras de superficies laminadas, pues la vibración de tales superficies puede causar problemas en el acabado de la superficie del concreto, propiciando el sangrado y la aparición del agregado o el moteado del mismo.

Las secciones de acero se usan a menudo como piezas completas, se les transporta de una obra a otra y se almacenan. Una ventaja de las cimbras y los moldes de acero es su gran resistencia inherente, sobre todo cuando los miembros están soldados y constituyen parte integral de la cimbra. Otra ventaja es que las cimbras totalmente ensambladas, con sus refuerzos de acero ya colocados, pueden instalarse en su lugar, como, por ejemplo, en la construcción de vigas pesadas y de puentes.

Las cimbras de acero pueden diseñarse de manera que sea posible incorporar cámaras para curado al vapor, utilizando aire, agua, aceite o vapor, y es posible diseñar en tal forma que permitan el presforzado de los elementos colados, como son las losas para construcciones industrializadas, tubería y postes estándar.

Con frecuencia las cimbras especiales de acero son pesadas, pero esto no representa un gran problema si se usan malacates o una grúa viajera. El uso del

acero generalmente reduce el número de puntales necesarios para retener una determinada masa de concreto; esto puede incluso convertirse en un factor a considerar en la sección de materiales.

Cuando se aumenta el equipo de carga y el peso de los componentes se convierte en factor importante, el aluminio tiene mucho que ofrecer al diseñador de cimbras. Su fórmula estructural lo hace poseedor de muchos de los atributos del acero dulce.

Si se usa como material de recubrimiento pueden surgir algunos, problemas debido a la reacción con el concreto fresco causada por la presencia de humedad y álcalis.

El aluminio se usa para moldes de tubería, para tarimas de azulejo en los procesos de extrusión y para colados de moldes con relieves complicados en los que el detalle fino impide el uso de madera.

Los aditivos químicos desmoldantes pueden usarse junto con el aluminio, y para mantener la corrosión de éste a un mínimo aceptable se aconseja remover del molde la pasta de cemento y los finos antes de almacenarlo. Con el uso de tornillos o pernos galvanizados se mejoran las uniones con otros materiales.

4.4 ANALISIS DE LOS DIFERENTES PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR MANIOBRAS DE ERECCION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS

MONTAJE DE ESTRUCTURAS

El montaje estructural consiste en tomar diferentes partes de acero que han sido fabricadas a base de placas, ángulos y otros perfiles rolados, y colocarlas en el campo de sus posiciones correctas para formar una estructura de acero terminada, la cual contendrá los muros, los pisos y el techo de un edificio, o que constituirán partes no estructurales permanentes de otra estructura. El montaje incluye los pasos previos a la colocación precisa de dichos miembros, y las operaciones subsecuentes de alineamiento, plomeo y fijación permanente mediante tornillos, remaches, y soldadura; otras fases del montaje de acero estructural son la preparación y el desmantelamiento posterior del equipo necesario para efectuar todas las operaciones implícitas en la construcción de una obra.

SELECCION DEL METODO DE MONTAJE

El método seleccionado depende de la rapidez requerida y del equipo disponible, ya sea propio, o que se tenga que comprar o rentar. Se deben tomar en cuenta los costos relativos de muchos otros factores; el método depende de las condiciones del lugar, de las áreas disponibles para operar el equipo y de los riesgos de un plan determinado en comparación con otro.

Aparte de considerar si las condiciones del terreno permitirán usar grúas, plumas, grúas móviles u otro tipo de equipo.

Se debe comparar el tiempo de instalación de una pluma con el tiempo en que puede entregarse una grúa totalmente aparejada. El costo de entrega de una grúa montada sobre camión, por sus propios medios, por lo general, es mucho menor que el costo de entrega de una grúa de orugas por medio de un transporte; de manera similar, el costo de embarcar, descargar, ensamblar, preparar y, después desmantelar y devolver una pluma puede contrarrestar las ventajas que puede tener ésta sobre una grúa.

Es necesario tomar en cuenta el tipo, tamaño y altura de la estructura, las posibles interferencias con otras operaciones, el tráfico de carreteras o de peatones que pudiesen demorar la entrega de materiales, o bien restringir el área en la cual pueden entregarse dichos materiales en el lugar de la obra.

Por lo general, en un edificio alto de varios niveles es mejor utilizar una pluma con tirantes, elevándola piso por piso, que usar una grúa levadiza de menor capacidad o una grúa móvil con un mástil demasiado largo.

Se deben tomar en cuenta el clima, las posibilidades de inundaciones o vientos fuertes, en una excavación profunda, una tormenta súbita o una lluvia constante pueden inundar la excavación de manera tal que una grúa móvil no pueda operar sobre el terreno, mientras que una pluma o una grúa móvil no pueda operar sobre el terreno, mientras que una pluma o una grúa levadiza puede pasarse a un nivel superior y estar lista para trabajar en cuanto cese la lluvia.

Siempre se debe utilizar el método que implique el menor riesgo para el personal y el equipo, la prevención de accidentes es de gran importancia puesto que una relación mínima de accidentes propicia una producción máxima y un costo mínimo. La velocidad de montaje que se espera lograr debe estar en relación con la velocidad a la cual el transportista podrá entregar el material fabricado y con la velocidad de descarga y de montaje que se tendrá con el equipo del montador.

Montaje con grúa.

Las grúas de montaje se pueden seleccionar cuando en el lugar de la obra se espera encontrar un terreno con condiciones adecuadas para la operación de grúas móviles, ya sea con o sin pisos de madera, tablonos o caminos de troncos a través del área.

Este equipo se podrá utilizar si la estructura no sobrepasa el alcance de los mástiles de las grúas disponibles, de orugas o montadas sobre el camión, y si el peso de las piezas que se izarán a las diferentes alturas está dentro de la capacidad de dichas grúas.

Por lo general, una grúa montada sobre orugas debe entregarse mediante carros de ferrocarril o mediante un camión, ya que si se mueve sobre sus propias orugas, puede dañar las carreteras y a menudo es necesario desmantelarla para restringirse a los anchos y alturas libres que se encontraran durante el trayecto; por lo tanto, debe considerarse el costo por desmantelarla, cargarla, descargarla y ensamblarla de nuevo.

Existen grúas con capacidad de más de 125 ton. con un radio mínimo, equipadas con un mástil y un aguilón que alcanza hasta los 300 pies manejando cargas ligeras.

Existen grúas de orugas que pueden levantar 165 o 200 ton con un mástil corto, pero pueden usar mástiles y aguilones con los cuales pueden llegar hasta 300 o 400 pies con cargas ligeras; este tipo de grúa también es muy pesada y es necesario comparar las condiciones del terreno en que se usaran, ya que en

general la concentración de carga en las ruedas de una grúa montada sobre un camión es mayor que la concentración de la carga de las orugas.

Para seleccionar una grúa torre en vez de una grúa montada sobre camión o una grúa de orugas, o aun una grúa torre montada sobre un camión, la estructura debe poderse adaptar al uso de una grúa torre de tipo fijo o levadizo. En el caso de una estructura larga, debe contarse con espacio suficiente a todo lo largo, para poder utilizar una grúa torre montada sobre una plataforma que se deslice o rueda sobre rieles tendidos sobre el piso

Para tomar una decisión acerca del uso de grúas móviles en el montaje de una estructura alta es necesario considerar el riesgo extra que representa para el personal que trabaja en lo alto.

Cuando la estructura se inicia a nivel, de manera que la grúa se pueda mover desde la calle al lugar de montaje y si las condiciones del terreno son favorables, puede usarse una grúa móvil, que situada en la parte trasera comience a montar naves a través de la estructura y de piso a techo; a continuación, retrocediendo y montando repetidas veces, puede montar nave tras nave, saliendo por ultimo a la calle para montar la ultima nave del edificio. Por supuesto con este método no pueden completarse pisos hasta que la grúa haya terminado el montaje de toda la estructura.

Se debe estudiar el costo del embarque y ensamble de cada tipo de grúa, junto con las diferencias del tiempo resultantes de la velocidades de montaje. La necesidad de fijar las mensulas de las grúas montadas sobre camión, cuando se manejan cargas cercanas a su capacidad, se debe comparar con el ahorro de tiempo que representa usar otro tipo de grúas que no requieren mensula de apoyo.

Las grúas que se usan para la descarga y montaje pueden realizar sus labores respectivas y pueden combinarse después para levantar piezas demasiado pesadas para una sola de ellas. Una grúa de capacidad mas ligera puede maniobrar y montar con mas facilidad que una grúa pesada; con este arreglo también se puede tener una grúa ensamblando armaduras, traveses o subensambles antes de que se necesite montarlas.

En el montaje de armaduras, una grúa montada sobre camión puede sujetar la primera armadura de la serie, después de que se monta y; con grúas de mayor capacidad, se montan las siguiente armadura y el suficiente arriostramiento para que ambas armaduras sean estables y se detengan solas; una vez hecho esto puede quitarse la grúa montada sobre el camión. De esta manera se elimina el costo y la necesidad de colocar tirantes en la primera armadura para que la grúa de montaje pueda soltarla con seguridad.

Montaje con pluma de tirantes o grúa torre, fija o levadiza.

Para elegir el tamaño y la localización lógica de una pluma, una grúa levadiza o una grúa torre fija, es necesario dividir la estructura en áreas y niveles y fijar las alturas de los niveles; a continuación, si el edificio no es muy ancho y el equipo puede trabajar de un lado a otro, se estudia la estructuración y se escoge un punto aproximado para localizar la grúa o la pluma. Este punto debe estar situado aproximadamente a la mitad de la distancia entre el sitio en que se entregaran los materiales cerca de la estructura y la parte posterior del edificio, del lado opuesto al punto de entrega; de esta manera, el mástil puede alcanzar el punto de descarga de la calle y puede montar elementos de la parte posterior de la estructura.

La pluma, grúa fija, o torre levadiza no deben localizarse en un tiro para elevadores o en un pozo para escaleras, ya que esto interfiere con la instalación de los elevadores y escaleras, que deben hacerse lo más pronto posible después del montaje de la estructura.

El equipo debe localizarse de manera que la libre estructura permanente al cambiar de nivel; de otra manera tendrían que omitirse muchas partes hasta que la grúa se haya cambiado de nivel.

Se deben balancear las áreas que cubren varios equipos, para que cada uno de ellos tenga aproximadamente la misma cantidad de trabajo; de otra manera, uno de ellos se adelantara al resto, con las complicaciones resultantes.

Es necesario revisar la estructura de apoyo para las vigas de levantamiento que soportan una pluma con tirantes o una grúa levadiza.

Si se escoge la pluma de tirantes para el montaje, una vez que se ha determinado la cantidad, localización y el tipo particular de pluma utilizar, con base a la capacidad y al longitud del mástil y la del aguilon, debe decidirse la localización de los tirantes, que deben ser ocho, de preferencia, así como las columnas a las que se fijaran; dichas columnas deben estar espaciadas lo más regularmente posible en sentido angular y tan lejos de la base de la pluma como sea necesario para que las distancias de los tirantes sean las adecuadas, de acuerdo con las tablas de capacidad.

Los tirantes deben localizarse de manera que cuando menos dos de ellos trabajen detrás de la pluma cuando se descarga el material y dos cuando se coloque la pieza más pesada. Debe evitarse tener tirantes cortos en un lado de la pluma y tirante largos en el otro ya que esto tiende a dificultar el giro de la pluma.

La estructuración del piso de trabajo, debe analizarse para asegurar que se transmitirá las fuerzas horizontales de los extremos inferiores de los tirantes.

la base de la pluma; en ocasiones es necesario usar puntales para este propósito, ya que algunos edificios tienen paneles grandes y abiertos, sin arriostramiento entre columnas en la dirección necesaria para transmitir las fuerzas de los tirantes hasta la base de la pluma

El tamaño y peso de las zapatas de las columnas que se usaran para los tirantes se tienen que revisar para asegurarse de que podrán soportar las reacciones horizontal y vertical de los tirantes de la pluma colocada en su posición inicial sobre el piso.

Si las zapatas son satisfactorias, se hace un croquis, una copia fotostática, una copia del dibujo del diseño de la cimentación, o simplemente un diagrama de la localización de las columnas, mostrando la situación de los anclajes que deben ahogarse para fijar los tirantes. así como la localización de la pluma.

También se debe analizar la estructura permanente para revisar su resistencia para soportar algunas estibas de material que se puedan depositar sobre ella antes de distribuir las en todo el piso.

La estructura que soporte las vigas de elevación colocadas debajo de la pluma o grúa levadiza se revisa por momento, esfuerzo cortante, aplastamiento del alma y también se revisa la resistencia de las conexiones por cortante y aplastamiento.

Si se usan plumas de tirantes, las plataformas de colocación se deben revisar para asegurarse que las plumas pueden continuar operando en la misma localización, ya sea en el nivel superior o en el inferior. Si el uso de las plataformas de colocación, ya sea en el nivel superior o en el inferior. Si el uso de las plataformas de colocación implica la eliminación de la estructura a la cual se fijaron los tirantes, debe tomarse una decisión entre mover lateralmente las plumas dentro del edificio a una posición que permita colocar con seguridad los tirantes, o bien acortar el mástil y el aguilón, dejando las plumas en las mismas posiciones relativas.

MONTAJE CON PLUMA VIAJERA Y PLUMA DE PATAS RIGIDAS

Una estructura que se va a montar en una excavación profunda puede montarse usando una grúa móvil, pero en este caso una pluma viajera puede ser más aconsejable que una grúa. La pluma viajera se ensambla al nivel de la calle, fuera de la excavación y con contrapesos adecuados, de manera que pueda ir montando una nave por delante desde la excavación hasta el nivel de la calle, o bien se usa una grúa para montar la primera nave hasta el nivel de la calle y se ensambla la pluma viajera sobre esta estructura, después, la pluma se fija a la estructura y se continúa montando hasta el nivel de la calle y se ensambla la pluma viajera sobre esta estructura, después, la pluma se fija a la estructura y se continúa montando hasta el nivel de la calle, montando repetidamente nave a

nave y moviéndose hacia adelante. Al llegar el extremo lejano del edificio, la pluma viajera monta la estructura del siguiente nivel, retrocediendo según se va completando cada nave, hasta que por último llega de nuevo a la calle, donde se puede desmantelar y sacar de la obra.

TEMA 5 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS

Se llama estructura metálica a un armazón metálico vertical de dos dimensiones, constituido por columnas y vigas dispuestas en cuadrícula y que sirven generalmente de soporte a un relleno de mampostería o a un revestimiento ligero. Una estructura metálica puede estar aislada, pero casi siempre forma parte de un armazón tridimensional del que constituye uno de sus elementos.

La importancia de las estructuras metálicas depende del papel que desempeñen y por ello es muy variable. En efecto, este papel puede ser muy modesto si se trata, por ejemplo, del armazón de un cercado; por el contrario puede ser muy importante, si se trata del armazón de un edificio.

CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS

A) Estructuras metálicas de cercado: las estructuras metálicas de cercado están esencialmente constituidas por columnas que reciben el nombre de montantes y por vigas horizontales llamadas travesaños.

Según la altura de la cerca, el espaciamiento de los montantes varía de 2 a 3 m. El número de travesaños depende también de la altura de la cerca. Para los cercados de poca altura, sólo hay un travesaño situado en la parte superior de las montantes llamado coronamiento constituidas por viguetas, están empotradas sobre las vías de las estructuras metálicas.

ACEROS DE CONSTRUCCION

Entre las numerosas variedades de acero utilizables en construcción metálica, se pueden distinguir los aceros de utilización general, los aceros patinables de mejor resistencia a la corrosión. Los aceros inoxidables y los aceros especiales para tornillos de otra resistencia.

ACERO A37

Es el que se empleaba normalmente en estructuras de edificación. Su límite elástico es de 2400 kg/cm². Su empleo es cada vez menos frecuente.

ACERO A42

Tiene las mismas aplicaciones que el anterior, su límite de elasticidad es de 2600 kg/cm². Es de uso más generalizado en la actualidad.

ACERO A52

Es el llamado " de alto límite elástico ". Su límite de elasticidad es de 3600 g/cm².

ACEROS LAMINADOS

El acero encuentra aplicación a las construcciones bajo forma de chapa, perfiles y tubos, acoplados entre sí mediante pernos o remaches.

Los aceros de construcción se entregan en hojas para las chapas y en barras para los perfiles. Las chapas se subdividen en gruesas y delgadas; entre las primeras se incluyen las hojas de acero de anchura igual ó superior a 0.5 m. y de espesor de al menos 3 mm.

Bajo el nombre de perfiles se incluyen los aceros constituidos con secciones en I, C, L, T, Z, etc., mientras se les da el nombre de barras a los aceros redondos, cuadrados, hexagonales, planos, medio redondos. etc.

CONCLUSIONES

Desde de nuestros antepasados, los primeros pobladores de nuestro planeta tuvieron la necesidad de guarecerse de los cambios de temperatura, lo hicieron a través de cuevas, posteriormente fueron ideando otra forma más sofisticada fue cuando aparecieron diferentes materiales para adquirir otra forma de vivir y así es como la civilización de las personas fue avanzando a través del tiempo construyendo casas, templos y edificios más modernos como los que existen en nuestros días. Con esto nos damos cuenta de que tan importantes son las estructuras para el desarrollo de un país. Día con día en la actualidad se idean formas más económicas y durables dentro de los diferentes tipos de materiales para la construcción de viviendas en serie que satisfagan las necesidades de la población más desprotegida, así como edificios menos pesados pero con mejor servicio y durabilidad, gran cantidad de infraestructura en carreteras para la comunicación con la población, etc.

BIBLIOGRAFIA

Manual de Inspección del Concreto.
Joshep J. Waddel
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Técnica Constructiva
Manual de la Comisión Federal de Electricidad.

Tecnología de la Construcción
A. M. Neville.

Tratado de Construcción
Fernando Z. Barbara.