



Interpretación de Procesos Constructivos

Licenciatura en Arquitectura

Quinto Cuatrimestre

Enero – Abril

Arq. Jorge David Oribe Calderón

Marco Estratégico de Referencia

Antecedentes históricos

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1978 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor Manuel Albores Salazar con la idea de traer educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de educación superior, pero que estuviera a la altura de las

exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra universidad inició sus actividades el 19 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a las instalaciones de carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

Misión

Satisfacer la necesidad de educación que promueva el espíritu emprendedor, basados en Altos Estándares de calidad Académica, que propicie el desarrollo de estudiantes, profesores, colaboradores y la sociedad.

Visión

Ser la mejor Universidad en cada región de influencia, generando crecimiento sostenible y ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

Valores

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

Escudo



El escudo del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

Eslogan

“Pasión por Educar”

Balam



Es nuestra mascota, su nombre proviene de la lengua maya cuyo significado es jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen a los integrantes de la comunidad UDS.

Fundamentos Interpretación de Procesos Constructivos

Objetivo de la materia:

El análisis de los detalles tecnológico-constructivos recogidos valorando en cada estructura documentada, la relación entre elemento funcional (cimentación, muro de carga, ventana, etc.) y técnica de construcción/material empleado, posibilitará la definición de la organización y de la gestión del Arquitecto.

El estudio de la economía de la obra permitirá, en primera instancia, realizar una estimación sobre la cantidad de material y de mano de obra empleada, temas que se vinculan a la inversión económica y al impacto que esta puede tener. Además, definir los tiempos de ejecución de la obra proporcionará una nueva perspectiva de análisis al estudiante para enfrentarse al mundo laboral.

INDICE

Unidad I

Fundamentos Teóricos de la Interpretación de Procesos Constructivos

I.1 Concepto de Básicos.....	12
I.2 Proceso constructivo	14
I.3 Características específicas de los procesos constructivos.....	14
I.4 ¿Qué es una partida?	15
I.5 Actividades de los procesos constructivos	17
I.6 Preliminares de los procesos constructivos.....	18
I.7 Como Organizar una Obra de Construcción	19
I.8 Etapas de una obra de Construcción	20
I.9 Desarrollo: Del Inicio al Fin de la obra de Construcción.....	22
I.10 Fin de la obra de Construcción	23
I.11 Procesos de Obra, Limpieza y nivelación de terreno	25
I.12 Procesos de Obra, Acarreo	26
I.13 Procesos de Obra, Trazado del terreno.....	26
I.14 Procesos de Obra, Trabajo para trazo y nivelación.....	27
I.15 Procesos de Obra, Excavación para cimientos.....	29
I.16 Procesos de Obra, Tipos de Terrenos.....	30
I.17 Procesos de Obra, Materiales y herramientas necesarias	31

Unidad 2

Ejecución de Obra

2.1 Cimientos superficiales	34
2.2 Cimiento Ciclópeo	35
2.3 Cimientos de concreto armado	36
2.4 Cimentación por zapatas	37
2.5 Cimentaciones Aisladas	38
2.6 Cimentaciones corridas	40
2.7 Cimentaciones combinadas	42
2.8 Losas de Cimentación	43
2.9 Cimentación flotante.....	44
2.10 Cimentaciones profundas	46
2.11 Cimentación por pilotes.....	46
2.12 Muros de Ladrillo	47
2.13 Tipos de Aparejos	48
2.14 Esquemas de diferentes Aparejos	50
2.15 Muros de Block.....	51
2.16 Varillas.....	52
2.17 Tipos de Varillas.....	54

Unidad 3

Cemento

3.1 Definición y Características	56
3.2 Definición y Características	57
3.3 Diagrama Simple de Fabricación de Cemento	58
3.4 Designación de los Cementos.....	59
3.5 Designación Normalizada	61
3.6 Usos de los Cementos	64
3.7 Recomendaciones Generales.....	65
3.8 Agregados Pétreos	66
3.9 Agregado Fino	67
3.10 Agregado Grueso	68
3.11 Recomendaciones de los Agregados.....	71
3.12 Agua	72
3.13 Recomendaciones del Agua.....	73
3.14 Mortero y Lechada.....	74
3.15 Clasificación de los Morteros.....	75
3.16 Clasificación de las Lechadas	75
3.17 Recomendaciones y Dosificación	76
3.18 Alcances y Criterios de Medición y Cuantificación	80
3.19 Cimbras.....	81
3.20 Recomendaciones	83
3.21 Alcances y Criterios de Medición y Cuantificación	86

Unidad 4

Concreto

4.1 Definición y Características	88
4.2 Prueba de Revenimiento.....	93
4.3 Aditivos para Concreto	96
4.4 Aditivos para Concreto TIPO A	
Reductor de Agua	98
4.5 Aditivos para Concreto TIPO B	
Retardante de Fraguado.....	99
4.6 Aditivos para Concreto TIPO C	
Acelerante de Fraguado	101
4.7 Aditivos para Concreto TIPO C2	
Acelerante de Resistencia	102
4.8 Aditivos para Concreto TIPO D	
Reductor de Agua y Retardante.....	103
4.9 Aditivos para Concreto TIPO E	
Reductor de Agua y Acelerante	104
4.10 Aditivos para Concreto TIPO F	
Reductor de Agua de Alto Rango.....	105
4.11 Aditivos para Concreto TIPO G	
Reductor de Agua de Alto Rango y Retardante	106
4.12 Aditivos para Concreto TIPO F2	
Súper Plastificante	107
4.13 Aditivos para Concreto TIPO G2	
Súper Plastificante y Retardante.....	108
4.14 Aditivos para Concreto TIPO AA	
Inclisor de Aire	109
4.15 Adiciones para Concreto – Impermeabilizante Integral.....	110
4.16 Adiciones para Concreto – Polvo de Microsilica	111
4.17 Adiciones para Concreto – Fibras de Refuerzo de Polipropileno	112

4.18 Adiciones para Concreto – Fibra Prefabricada Estructural de Poliéster y Polipropileno.....	113
4.19 Productos Complementarios Concreto	
Retardante de Evaporación.....	114
4.20 Productos Complementarios Concreto	
Membrana de Curado y Sellado	115
4.21 Productos Complementarios Concreto	
Compuesto para Curado Formado por Membrana.....	116
4.22 Recomendaciones para el de Aditivos.....	117
4.23 Cuidados Especiales del Concreto a Temperaturas Bajas.....	120
4.24 Cuidados Especiales del Concreto a Temperaturas Altas	122
4.25 Ejecución de Juntas en Pisos y Muros de Concreto	124
4.26 Junta de Aislamiento	125
4.27 Junta de Control o Contracción.....	126
4.28 Juntas de Construcción	130
Bibliografía básica y complementaria.....	132

Criterios de evaluación:

No	Concepto	Porcentaje
1	Trabajos Escritos	10%
2	Actividades web escolar	20%
3	Actividades Áulicas	20%
4	Examen	50%
Total de Criterios de evaluación		100%

Unidad I

Fundamentos Teóricos de la Interpretación de Procesos Constructivos

I.1 Concepto de Básicos.

El tema describe el proceso constructivo llevado a cabo para la ejecución de edificaciones del cual se aplican en las construcciones civiles algunos de sus pasos, según la magnitud de la obra.

Toma de Decisiones se divide en:

*Fijación de objetivos

*Estudio de prefactibilidad

*Programa arquitectónico

Procedimientos Constructivos son las acciones que nos llevan a construir de una forma determinada, buscando, eso sí, la eficacia. La importancia de conocer los Procedimientos Constructivos que tenemos que dominar en la obra, para llegar a dominar ésta tenemos que preguntarnos: ¿Por qué hay que conocer los procesos constructivos en edificaciones?; ¿Cómo aprender Procesos Constructivos?

La respuesta es clara: para dominar la obra y conseguir así nuestros objetivos.

Porque mediante el conocimiento de los Procesos Constructivos y Procedimientos Constructivos, obtenemos la siguiente información:

- Orden de ejecución.
- Detalles constructivos.
- Necesidades de cada ejecución.
- Tiempos de ejecución estimados según todo lo anterior.

Es decir, para poder llevar correctamente nuestra obra, debemos controlar sus Sistemas, sus Procesos y sus Procedimientos. De otra forma, se hace imposible las siguientes acciones necesarias en la Gestión de toda Obra:

- Contratar o subcontratar de la forma adecuada.
- Tener previsión.
- Organizar la obra.
- Optimizar técnicamente.
- Detectar errores técnicos o mejorar detalles constructivos.
- Optimizar en plazo.
- Optimización económica.
- Solucionar problemas técnicos adecuadamente.
- Recuperar plazo.
- Defender económicamente la obra.
- Planificar técnica y económicamente los Costes Directos y los Costes Indirectos.

En definitiva, se hace prácticamente imposible la Gestión de una obra, con lo cual todos los objetivos se ven perjudicados en mayor o menor medida. Parece mentira pues, que haya responsables de obra que no consideren importantísimo el conocimiento de los Procedimientos Constructivos. Porque tampoco se pide que los conozcas todos, es decir, está claro que cuanto más experiencia tengas, si trabajas de la forma adecuada, mayor conocimiento de obra, de sus Procesos Constructivos, tendrás.

I.2 Proceso constructivo.

Serie de acciones relacionados entre sí, para lograr un objetivo. Obra: se basa de una secuencia ordenada. Los objetivos del proyecto son la base para el planteamiento de éste. Con los objetivos se determina el tipo de edificación (casas o construcciones de gran altura), los usos (comercio, oficinas, vivienda) y la magnitud o el tamaño del proyecto.

I.3 Características específicas de los procesos constructivos.

Es la descripción detallada de las características de un proceso constructivo, así como sus componentes, incluyendo las condiciones de calidad que deba de tener.

Nombre del concepto:

¿Qué es? indica que es el objeto.

¿Cómo es? Indica como es el objeto.

I.4 ¿Qué es una partida?

Son las partes en que se divide una obra, Cada parte agrupa a diversos conceptos de obra de acuerdo a un proceso constructivo determinado. Una construcción se divide en distintas partes cada una distinta de la otra y todas confluyen a la posible existencia de la obra, esas partes identificables e individualizables entre si se denominan PARTIDAS y son consideradas partidas constructivas a diferencia de las partidas de un presupuesto.

PARTIDAS DE OBRA

Es la agrupación de conceptos de obra correspondientes a su especialidad, de manera cronológica y casual, de acuerdo a una lógica de proceso constructivo, Ejemplos de Partidas y sus respectivos conceptos:

Trabajos preliminares

1. Limpiezas
2. Trazo y nivelación
3. Tapiales y protecciones a colindancias
4. Acarreos

Cimentación

1. Excavaciones
2. Rellenos, Plantillas
3. Pilas
4. Zapatas
5. Dados

6. Acero en cimentación

7. Concreto en cimentación

Estructura

1. Losas

2. Columnas (acero o concreto)

3. Trabes (acero o concreto)

4. Muros de carga o concreto

5. Rampas

Albañilería

1. Muros de block

2. Aplanados

3. Catillos y dalas

4. pretilas

5. Firmes

I.5 Actividades de los procesos constructivos.

Todos los procesos son el conjunto de actividades relacionados entre sí para lograr un objetivo y con fines de medición y pago.

Una CONSTRUCCION independiente de las pocas o innumerables cantidades de partidas que pueda contener en su totalidad, es comúnmente dividida en 5 grandes partes.

I. OBRAS PREPARATORIAS O TRABAJOS PREVIOS

II. OBRA GRUESA

III. TERMINACIONES

IV. INSTALACIONES

V. OBRAS COMPLEMENTARIAS.

I.6 Preliminares de los procesos constructivos.

Cimentación, Muros, Cubiertas, Instalaciones, Acabados

Serie de pasos a seguir antes de comenzar con la construcción de la obra, en donde se prepara el terreno para dar inicio a la siguiente fase que es la cimentación.

- Limpieza y nivelación de terreno
- Trazado del terreno
- Conocimiento de resistencia del terreno
- Excavación para cimientos
- Aponado Preliminar

I.7 Como Organizar una Obra de Construcción.

Las partes de una obra de CONSTRUCCION que nos faciliten la organización, planificación, programación, y que nos permitan además controlar el avance de obra de construcción como organizar una obra de construcción, o lo que es lo mismo cómo dividirla para poder organizarla mejor, supervisarla mejor. ETAPAS DE UNA OBRA DE CONSTRUCCION; FASES OBRA DE CONSTRUCCION que no es lo mismo que la anterior, pero necesaria conocerla también. SECTORES de una OBRA DE CONSTRUCCION, y también, ACTIVIDADES de una obra de CONSTRUCCION

I.8 Etapas de una obra de Construcción.

Conocer las etapas de una OBRA DE CONSTRUCCION significa conocer la obra y sus necesidades.

Las etapas de una OBRA DE CONSTRUCCION de un edificio determinan:

- La producción que podamos sacar en cada una, y
- El trabajo que tenemos que hacer, o la cantidad de trabajo que tenemos que desarrollar.
- Y una afecta a la otra, y la otra a la una.
- En estas etapas es la Inercia de la obra la que determina su producción.

Y se dividen en tres grandes etapas:

INICIO DE OBRA CONSTRUCCION

Un momento muy delicado caracterizado por:

- Mucha carga de trabajo
- Trabajo muy relevante pues nos condicionará toda la obra.
- Producciones muy escasas.
- Solemos estar motivados, con ganas de hacer una nueva obra y esto nos ayuda a sobrellevar tantas gestiones.
- No se esperan grandes resultados mensuales en la obra durante esta etapa.
- La presión sobre nosotros es mínima.
- Los problemas son escasos. Normalmente.
- Podemos tener algo de agobio por todo el trabajo pendiente, pero no solemos estar estresados, ni agotados.

Sin embargo, del trabajo que desarrollemos aquí dependerá nuestro bienestar en la OBRA DE CONSTRUCCION (si es que se le puede llamar así). Pero es cierto, de la calidad del trabajo que desarrollemos aquí, dependerá que tengamos más o menos problemas en la obra, con todas sus consecuencias, y no sólo en la obra, sino en nuestra propia empresa.

Al fin y al cabo, estamos hablando de:

- Planificación económica.
- Planificar el plazo de la obra.
- Planificar los hitos de la misma.
- Organizar la obra y todas sus previsiones.

I.9 Desarrollo: Del Inicio al Fin de la obra de Construcción.

Lo que no es el inicio, ni el fin de la obra de CONSTRUCCION.

- Es el momento de las grandes producciones.
- La presión ha aumentado, pero no está al máximo.
- Se empiezan a vislumbrar las malas o las buenas decisiones iniciales.
- Si existen retrasos es cuando el nivel de preocupación general aumenta.
- Es un momento de inercia inmejorable, si llevamos la obra bien, claro. De no ser así, los primeros problemas importantes empiezan a tener sus consecuencias.
- Hay mucha actividad en nuestra obra.
- Trabajamos mucho, pero tenemos margen.
- Si andamos estresados, esto se empieza a poner muy cuesta arriba. Sino es así, pues hay días mejores que otros, pero es una situación que sobrellevamos relativamente bien.

I.10 Fin de la obra de Construcción.

El spring final, aunque no debería ser así.

A él llegamos en función de cómo hayamos vivido las anteriores etapas de la obra de CONSTRUCCION. Las producciones son más altas que al inicio, pero más bajas que por el camino. Las fuerzas están mermadas, llegamos cansados, y algunos hasta agotados según cómo haya transcurrido la obra de CONSTRUCCION.

Las presiones, estrés, nervios, son muy altos. Mal momento para nuestros nervios, saber aguantar la presión y tener la mente despejada, por ello es muy importante cómo llevemos la obra de CONSTRUCCION por el camino. Porque si ha sido una tortura o una pesadilla, llegamos muy mermados, y esta última etapa de la obra de CONSTRUCCION, puede ser muy perjudicial.

Pero no todo es malo, con tanta presión, todo el mundo anda mirando a la obra, no sólo el equipo de obra, sino la dirección de la empresa, pues los subcontratas vuelan por iniciativa propia, o así lo parece, las presiones, seguimiento que tenemos que ejercer sobre ellos en otras fases, aquí se nos libera de esa tarea.

La obra vuela.

La Coordinación si se arrastran problemas, es más complicada. Y, por tanto, la seguridad se puede ver comprometida. Y aunque en esta etapa de una obra de construcción, se hayan eliminado la mayoría de los riesgos graves, sigue habiéndolos. Por lo tanto, es una etapa delicada para la prevención, para el cumplimiento de las normativa vigente y para nosotros a la hora de hacerla cumplir en la obra de CONSTRUCCION de la que somos responsables.

Las exigencias de burocracia y demás se relajan, todo sea por terminar cuanto antes. Dirigir a tu equipo es más fácil, ya que todo el mundo está concienciado de que hay que terminar.

Si la obra se ha trabajado bien, los acabados serán buenos, y la aparición de patologías a corto, medio y largo plazo, será escasa. Si no hemos venido trabajando bien, y se ha sido muy permisivo con la baja calidad a la hora de ejecutar la obra, en esta etapa se producen muchos más errores de los que en un principio se hubieran permitido. Por eso, es Ley de obra exigir siempre por encima de lo que estés dispuesto a aceptar, y que además esté siempre en un margen que cumpla con la normativa vigente y con las normas de la buena construcción.

En definitiva, es un momento, donde como para muchos todo vale, con tal de terminar, eso y el cansancio, los problemas, el estrés... hacen que sea un tanto peligroso para nuestro objetivo de obtener calidad en la obra.

I.11 Procesos de Obra, Limpieza y nivelación de terreno

Procedimiento para eliminar del terreno cualquier objeto que pueda estorbar al momento de llevar a cabo la construcción de la obra.

La limpieza del terreno suele ser el primer trabajo a ejecutar en una obra, es indispensable saber cómo debe hacerse y tener conocimiento sobre algunos criterios para la ejecución de este trabajo tan importante que es fundamental para iniciar con los trabajos del desplante de la obra misma.

Este es uno de los trabajos por los cuales se comienza una obra, la finalidad de este concepto es eliminar del terreno toda la basura, obstáculos y/o vegetación existente a fin de poder realizar de una mejor manera los siguientes trabajos de la obra cómo lo pueden ser las excavaciones para realizar el desplante de la estructura de la obra. El grado de dificultad, tiempo y mano de obra para ejecutar este concepto se determinará dependiendo de las condiciones del terreno, en algunos casos hay que retirar troncos, piedras o elementos pesados, en otros casos solamente basta con limpiar y llevar a cabo la actividad del “desenraice”. Estos trabajos pueden hacerse a mano o por medios mecánicos, puede contratarse maquinaria para retirar del terreno elementos que sea muy difícil retirar a mano, para elaborar este concepto hay que hacer un análisis a conciencia “in situ”. Otro punto a considerar en este trabajo es el tamaño de la vegetación existente, ya que no es lo mismo realizar la limpieza de maleza o pequeños arbustos, que limpiar o cortar arbustos de más de 1 metro de altura, es mucho mayor trabajo y con ello el rendimiento de la mano de obra se verá directamente afectado. En este caso la experiencia y el hablar con el personal podrán determinar en cuánto tiempo puede llevarse a cabo este trabajo y con ello hacer un cálculo más exacto del rendimiento de mano de obra.

I.12 Procesos de Obra, Acarreo

Punto importante que debemos tomar en cuenta es el “acarreo”, no solamente basta con limpiar el terreno, también hay que trasladar los residuos a un banco, basurero o depósito, dependiendo del volumen de los residuos tenemos que pensar si la actividad puede hacerse a mano o si hay que contratar algún medio de transporte (volteo o camión) para llevar estos residuos. Esto desde luego también debe verse reflejado en el desglose del precio unitario al momento de estar realizando el presupuesto. En algunos casos del mismo terreno puede extraerse material para utilizarse más adelante en la obra, para ello habremos de establecer dentro del predio mismo una “estación” o banco donde pueda colocarse el material, esto también debe reflejarse en el concepto del trabajo a ejecutar.

I.13 Procesos de Obra, Trazado del terreno

Para este procedimiento se necesitan varios pasos y algunas herramientas, el trazo del terreno es uno de los primeros puntos a cubrir antes de comenzar a hacer alguna otra actividad de construcción.

El trazado es el primer paso necesario para llevar a cabo la construcción, consiste en marcar sobre el terreno las medidas que se han pensado en el proyecto, y que se encuentran en el plano o dibujo de la casa o cuarto por construir. Es recomendable que el trazado se haga por lo menos entre tres personas, debido a que para una sola resulte demasiado difícil y no queda exacto. Es necesario para llevar a cabo este trabajo lo siguiente: cinta métrica o metro común, carretes de hilo de varios metros de largo, estacas de madera, clavos de dos pulgadas, martillo o maceta para clavar las estacas, cal para marcar en el terreno y nivel de manguera para fijar la altura a la que deberá ir el piso interior de la construcción sobre el terreno. También será necesario hacer una escuadra de madera para albañilería que uno mismo puede hacer de 50cm x 40cm x 30cm.

I.14 Procesos de Obra, Trabajo para trazo y nivelación

- Tendido de hilos

Para hacer el trazado de la obra se toma como referencia alguno de los muros de las construcciones vecinas en casos de que las haya. Si no hay construcciones junto, es necesario delimitar de forma precisa el terreno y tomar como referencia para el trabajo una de las líneas de colindancia, clavando dos estacas en sus extremos y tendiendo un hilo entre ellas, que no debe moverse en tanto se hace el trazado.

Una vez hecho esto, tómese como base esta colindancia, marcando sobre ellas los puntos en los que se van a encontrar los muros perpendiculares a esta.

Cuando estos puntos se han medido en forma precisa a partir del alineamiento y se han marcado con lápiz sobre el hilo de la colindancia o sobre el muro de la construcción vecina, se colocan hilos perpendiculares en cada uno de estos puntos, mediante el auxilio de una escuadra de madera. Sobre cada una de estas líneas deben tenderse nuevos hilos sostenidos por estacas.

- Traza de perpendiculares

Para el trazo de un eje perpendicular a otro se emplea la escuadra haciendo coincidir los hilos con los bordes de la misma. Cuando esto se logra se amarran los hilos sobre los puentes y se vuelve a rectificar la perpendicular con la escuadra. Esta misma operación se repite para los muros que van a ir perpendiculares a estos nuevos trazos y paralelos al hilo de la colindancia o al muro del vecino que se tomó inicialmente como referencia. De esta forma se van cerrando los trazos hasta formar los cuadrados o rectángulos que van a constituir todos los cuartos de la construcción.

- Trazado del ancho de la excavación

Una vez que se han tendido los hilos de los ejes, procédase a marcar el ancho de la zanja que se va a excavar para la cimentación esta zanja tendrá 10cm de más a cada lado con

respecto al ancho de la base de la cimentación. Lo anterior se hace midiendo la mitad del ancho total del cimiento a cada lado del hilo y tendiendo hilos paralelos al mismo indicando al ancho total de la zanja por excavar. Cuando se trata de cimientos colindantes con otros terrenos o construcciones, la zanja se marcará de un solo lado del hilo. Posteriormente márquense estas líneas con cal. Al quitar los hilos, evítese mover las estacas, que servirán posteriormente para el trazo de los ejes de los muros.

I.15 Procesos de Obra, Excavación para cimientos.

Las cepas o zanjas son excavaciones dentro de las cuales se construye la cimentación de una construcción. El ancho y la profundidad de esta excavación debe ser de un tamaño adecuado a las dimensiones de los cimientos que se van a construir, de lo contrario, no cabrá el cimiento, si es que está muy angosta o se desperdiciará trabajo si se hace más ancha o más profunda. Preparación.

La excavación se hará representando las líneas marcadas con cal que indican el ancho de la cimentación. No es necesario hacer la cepa más ancha de lo que ha sido señalada. Cuando en la excavación, se encuentra basura enterrada o desperdicios de poca resistencia, deberá hacerse la excavación más profunda, hasta encontrar terreno resistente. En el caso de que se encuentren este tipo de bolsas de relleno y con objeto de no hacer la cimentación demasiado profunda y en consecuencia costosa, se recomienda rellenar nuevamente la cepa hasta el nivel que se había previsto para el asentar el cimiento. Este relleno debe hacerse con tierra limpia, en capas no mayores de 20cm. de espesor que deben ser humedecidas y compactadas con pisón de mano.

Es muy importante en las excavaciones para cimientos tener en cuenta el ancho y la profundidad para la misma ya que debe ser de un tamaño adecuado a las dimensiones de los cimientos que se van a construir, por el contrario, el cimiento no va entrar ya que la dimensión es muy angosta o también se desperdiciara trabajo si se realiza una excavación más ancha o más profunda.

I.16 Procesos de Obra, Tipos de Terrenos

Por su dureza los terrenos pueden dividirse en cuatro tipos:

- **Terreno malo.** Es el que presenta aspecto húmedo y esponjoso y que lanzando una herramienta pesada (por ejemplo, la pala) se clava en el terreno penetrando con facilidad. **Terreno regular.** Se puede excavar fácilmente con pala, sin necesidad de aflojar la tierra con pico.
- **Terreno Intermedio.** Ya no es posible excavar solamente con pala, sino que requiere del empleo del pico, sin embargo, éste penetra fácilmente en el terreno.
- **Terreno bueno.** Tan solo es posible excavar a base de zapapico, que penetra difícilmente en el terreno. Es sumamente importante determinar, de acuerdo con el esfuerzo necesario para hacer la excavación, cuál es el tipo de terreno donde se va a construir, ya que de esto depende el ancho de la cimentación que se construirá

I.17 Procesos de Obra, Materiales y herramientas necesarias

- **Pala:** Es un instrumento o herramienta de mano compuesta de una placa metálica y un cabo de madera, la placa puede terminar recta y en este caso sirve para cavar zanjas, para hacer revolturas, morteros y mezclas, emparejar superficies, etc. O puede terminar redondeada y en punta sirviendo entonces principalmente para excavar. Puede tener cabo recto y largo o más corto y terminando en un mango para ahí tomar la pala con la mano y con la otra el cabo.
- **Pico:** Es una herramienta consistente en un cabo o mango de madera con una pieza larga de fierro en su extremo. Esta pieza puede terminar en dos puntas o en una punta, en un extremo y un corte angosto en el otro.
- **Mazo:** Se conoce como un marro a una masa de fierro provista de un mango. Se les denomina según el peso de la masa de fierro y los hay de muchos tamaños, los más pequeños tienen el mango corto y se usan con una mano para clavar estacas o bien los albañiles lo emplean para rastrear piedras toscamente.
- **Cuña:** Barra de acero cilíndrica corte de 30 a 40cm. De largo y de 38 a 51mm. De diámetro terminada en punta o como cincel que se usa para romper piedras colocándola en las grietas y golpeando con un marro.
- **Paletas:** En principio las llanas dibujadas al lado son suficientes para realizar cómodamente. A estas la mayor parte de sus trabajos. Se les llama también “llanas” para alisar las juntas.
- **Cuchara de Albañil:** Se conoce en México como cuchara de albañil a una hoja de acero de forma triangular con un mango de madera que se utiliza en múltiples trabajos de albañilería, los más grandes se emplean para mampostar y hacer aplanados y las más pequeñas para trabajar detalles.

- **Plana:** Rectángulo de madera de unos 30cm de lado largo por unos 15cm de ancho y de dos a tres de gruesos que sirve para hacer acabados ásperos en aplanados y recubrimientos.
- **Llana:** Placa de acero rectangular de unos 25cm de largo por 15cm de ancho. Consiste de un mango que sirve para hacer acabados finos.
- **Pisón de mano:** Se utiliza para que un hombre compacte materiales que pueden ser de terracerías plantillas, fondos de zanjas, relleno de zanjas, acostillado de tubos, etc. consiste en una masa pesada provista de una barra en posición vertical.
- **Acero para barrenación a mano:** Para barrenar a mano se emplean tramos de barras de acero de sección octagonal; la barra la sostiene un trabajador con ambas manos y la golpea con un marro. El trabajo se empieza con una barra corta que se llama “rompedura” y conforme el barreno se va haciendo más profundo.
- **Carretilla de mano:** En esencia puede decirse que es un carrito de mano con una rueda adelante sostenido en un eje apoyado a su vez en dos largueros de los cuales se empuja y con una caja metálica gruesa para transportar materiales de construcción de todas clases o de tercería, trabajo sobre el principio de la palanca.
- **Manguera de nivel:** Es un tubo flexible para transportar el agua de un lugar a otro, es utilizada tanto para el proceso constructivo como para la limpieza del área de trabajo.
- **Alicate (Pinzas):** Es una herramienta manual, que se utiliza para doblar, cortar o sujetar. Del diseño original similar a una tijera se han derivado otros con usos más específicos en fontanería, electricidad y mecánica entre otros. Es una herramienta muy utilizada en la construcción para el ensamble de las armazones de varillas.

- **Desatornilladores:** Es una herramienta manual utilizada para sacar o aflojar tornillos pequeños, los tipos de desatornilladores están en función de la forma de la cabeza, los más usuales son los planos o los tipos Philips.
- **Plomada:** Es una pesa sujeta a una cuerda que por acción de la gravedad genera una línea perpendicular al suelo.
- **Cinta métrica:** Es un instrumento de medición elaborado normalmente de una cinta metálica flexible cubierta por un cascaron plástico. Existen de muchos tamaños en función de la longitud, las más usuales van de 2 a 10 metros.
- **Nivel de mano (Niveleta):** Es un instrumento utilizado para corroborar la horizontalidad o verticalidad de un elemento, funciona con una burbuja de aire en dentro de un recipiente lleno con algún líquido y algunas marcas en el exterior, cuando la burbuja se encuentra a la misma distancia de las marcas centrales se está a nivel. También en distancias largas se utiliza una manguera transparente llena de agua que funciona por la diferencia de presiones entre sus extremos.

Unidad 2

Ejecución de Obra

2.1 Cimientos superficiales.

Los cimientos superficiales son aquellos que descansan en las capas superficiales del suelo y que son capaces de soportar la carga que recibe de la construcción por medio de la ampliación de base. La piedra es el material más empleado en la construcción de cimentación superficial, siempre y cuando ésta sea resistente, maciza y sin poros. Sin embargo, el concreto armado es un extraordinario material de construcción y siempre resulta más recomendable.

Las Cimentaciones Superficiales reparten la fuerza que le transmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas.

Se considera cimentación superficial cuando tienen entre 0,50 m. y 4 m. de profundidad, y cuando las tensiones admisibles de las diferentes capas del terreno que se hallan hasta esa cota permiten apoyar el edificio en forma directa sin provocar asientos excesivos de la estructura que puedan afectar la funcionalidad de la estructura; de no ser así, se harán Cimentaciones Profundas.

Debe considerarse como posible que en un mismo solar se encuentren distintos tipos de terreno para una misma edificación; esto puede provocar asientos diferenciales peligrosos aunque los valores de los asientos totales den como admisibles.

Existen varios tipos de Cimentaciones Superficiales, los cuales se detallan a continuación:

Zapatas aisladas, Zapatas corridas, Zapatas combinadas, Losas de cimentación

2.2 Cimiento Ciclópeo.

Son aquellos que se utilizan en terrenos cohesivos donde la zanja pueda hacerse con paramentos verticales y sin desprendimientos de tierra, el cimiento de hormigón ciclópeo es sencillo y económico.

El procedimiento para su construcción consiste en ir rellenando la zanja con piedras de diferentes tamaños al tiempo que se vierte la mezcla de hormigón en proporción 1:3:5, procurando mezclar perfectamente el hormigón con las piedras, de tal forma que se evite la continuidad en sus juntas.

El hormigón ciclópeo se realiza añadiendo piedras más o menos grandes a medida que se va hormigonando para economizar material. Utilizando este sistema, se puede emplear piedra más pequeña que en los cimientos de mampostería hormigonada. La técnica del hormigón ciclópeo consiste en lanzar las piedras desde el punto más alto de la zanja sobre el hormigón en masa, que se depositará en el cimiento.

Precauciones:

- Tratar que las piedras no estén en contacto con la pared de la zanja.
- Que las piedras no queden amontonadas.
- Alternar en capas el hormigón y las piedras.
- Cada piedra debe quedar totalmente envuelta por el hormigón.

2.3 Cimientos de concreto armado.

Los cimientos de concreto armado se utilizan en todos los terrenos, pese a que el concreto es un material pesado, presenta la ventaja de que en su cálculo se obtienen, proporcionalmente, secciones relativamente pequeñas si se las compara con las obtenidas en los cimientos de piedra.

En ocasiones se utilizan cimentaciones de concreto simple sin refuerzos; cuando no importa el peso de las mismas se suprime el armado de fierro en tensión, pero es conveniente armarlos con metal para dilataciones debidas a cambios de temperatura; pueden ser cuadrados, piramidales o escalonados. Los cimientos de concreto ciclópeo se construyen excavando una cepa de 50 x 70 cm de profundidad e igual de ancho, se vierte en ella mezcla de concreto (1:3:6) y piedras de 5 a 35 cm al mismo tiempo llenándose todos los huecos y enrazando hasta el nivel del terreno formando la corona del cimiento. En caso de que se requiera mayor resistencia se colocara una dala de concreto de 15 cm de altura y del grueso del muro, armada con 4 varillas 3/8. Este tipo de cimientos se usa en terrenos donde la cepa o zanja se puede cavar perfectamente a plomo. Los cimientos de concreto armado consisten en una placa de concreto de 10 a 15 cm de espesor y un armado formado por lo general con varillas de 3/8 y 1/2 con una separación de 10 a 15 cm (según el cálculo) formando un emparrillado que se coloca en la parte baja, y si se tienen cargas fuertes o si se tienen claros mayores de 3 m se construyen contratraveses de concreto (integral a la zapata) formando una sola pieza con la placa, mismo armado pero en sentido inverso que la viga o trabe que salva el claro en el techo, la proporción del concreto será 1:2:4, cuidando de la proporción del agua para obtener mayor resistencia

2.4 Cimentación por zapatas.

Las zapatas pueden ser de hormigón en masa o armado, con planta cuadrada o rectangular, así como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificación, sobre suelos homogéneos de estratigrafía sensiblemente horizontal.

Las zapatas aisladas para la cimentación serán de hormigón armado para firmes superficiales o en masa para firmes algo más profundos, salvo las situadas en linderos y medianeras. La profundidad del plano de apoyo o elección del firme, se fijará en función de las determinaciones del informe geotécnico, teniendo en cuenta que el terreno que queda por debajo de la cimentación no quede alterado. Previamente para saber qué tipo de cimentación vamos a utilizar tenemos que conocer el tipo de terreno según el informe geotécnico.

Tipos de zapatas:

Zapatas aisladas

Zapata aislada cuadrada

Zapata aislada rectangular

Zapata aislada descentradas

Zapatas corridas

2.5 Cimentaciones Aisladas.

Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. El término zapata aislada se debe a que se usa para asentar un único pilar, de ahí el nombre de aislada. Es el tipo de zapata más simple, aunque cuando el momento flector en la base del pilar es excesivo no son adecuadas y en su lugar deben emplearse zapatas combinadas o zapatas corridas en las que se asienten más de un pilar.

La zapata aislada no necesita estar junta pues al estar empotrada en el terreno no se ve afectada por los cambios térmicos, aunque en las estructuras si que es normal además de aconsejable poner una junta cada 30 m aproximadamente, en estos casos la zapata se calcula como si sobre ella solo recayese un único pilar. Una variante de la zapata aislada aparece en edificios con junta de dilatación y en este caso se denomina "zapata bajo pilar en junta de diapasón".

En el cálculo de las presiones ejercidas por la zapata debe tenerse en cuenta además del peso del edificio y las sobrecargas, el peso de la propia zapata y de las tierras que descansan sobre sus vuelos, estas dos últimas cargas tienen un efecto desfavorable respecto al hundimiento. Por otra parte en el cálculo de vuelco, donde el peso propio de la zapata y las tierras sobre ellas tienen un efecto favorable.

Para construir una zapata aislada deben independizarse los cimientos y las estructuras de los edificios ubicados en terrenos de naturaleza heterogénea, o con discontinuidades, para que las diferentes partes del edificio tengan cimentaciones estables. Conviene que las instalaciones del edificio estén sobre el plano de los cimientos, sin cortar zapatas ni riostras. Para todo tipo de zapata, el plano de apoyo de la misma debe quedar empotrado 1 dm en el estrato del terreno.

La profundidad del plano de apoyo se fija basándose en el informe geotécnico, sin alterar el comportamiento del terreno bajo el cimiento, a causa de las variaciones del nivel freático o por posibles riesgos debidos a las heladas.

Es conveniente llegar a una profundidad mínima por debajo de la cota superficial de 50 u 80 cm en aquellas zonas afectadas por estas variables. En el caso en que el edificio tenga una junta estructural con soporte duplicado (dos pilares), se efectúa una sola zapata para los dos soportes. Conviene utilizar hormigón de consistencia plástica, con áridos de tamaño alrededor de 40 mm. En la ejecución, y antes de echar el hormigón, disponer en el fondo una capa de hormigón pobre de aproximadamente 10 cm de espesor (hormigón de limpieza), antes de colocar las armaduras. las zapatas tienen hormigón.

2.6 Cimentaciones corridas.

Es un tipo de cimiento de hormigón o de hormigón armado que se desarrolla linealmente a una profundidad y con una anchura que depende del tipo de suelo. Se utiliza para transmitir adecuadamente cargas proporcionadas por estructuras de muros portantes. También se usa para cimentar muros de cerca, muros de contención por gravedad, para cerramientos de elevado peso, etc. Las cimentaciones corridas no son recomendables cuando el suelo es muy blando.

Las zapatas corridas se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de pilares. Estructuralmente funcionan como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas.

Son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal. Las zapatas corridas están indicadas como cimentación de un elemento estructural longitudinalmente continuo, como un muro, en el que pretendemos los asientos en el terreno. También este tipo de cimentación hace de arriostramiento, puede reducir la presión sobre el terreno y puede puentear defectos y heterogeneidades en el terreno. Otro caso en el que resultan útiles es cuando se requerirían muchas zapatas aisladas próximas, resultando más sencillo realizar una zapata corrida.

Las zapatas corridas se aplican normalmente a muros. Pueden tener sección rectangular, escalonada o estrechada cónicamente. Sus dimensiones están en relación con la carga que han de soportar, la resistencia a la compresión del material y la presión admisible sobre el terreno. Por practicidad se adopta una altura mínima para los cimientos de hormigón de 3 dm aproximadamente. Si las alturas son mayores se les da una forma escalonada teniendo en cuenta el ángulo de reparto de las presiones.

En el caso de que la tierra tendiese a desmoronarse o el cimiento deba escalonarse, se utilizarán encofrados. Si los cimientos se realizan en hormigón apisonado, pueden hormigonarse sin necesidad de los mismos.

Si los trabajos de cimentación debieran interrumpirse, se recomienda cortar en escalones la junta vertical para lograr una correcta unión con el tramo siguiente. Asimismo colocar unos hierros de armadura reforzará esta unión.

Las Zapatas Corridas son, según el Código Técnico de la Edificación (CTE), aquellas zapatas que recogen más de tres pilares. Las considera así distintas a las zapatas combinadas, que son aquellas que recogen dos pilares. Esta distinción es objeto de debate puesto que una zapata combinada puede soportar perfectamente cuatro pilares.

2.7 Cimentaciones combinadas.

Una zapata combinada es un elemento que sirve de cimentación para dos o más pilares. En principio las zapatas aisladas sacan provecho de que diferentes pilares tienen diferentes momentos flectores. Si estos se combinan en un único elemento de cimentación, el resultado puede ser un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante.

Cuando se construye una fundación, es función del encargado de la construcción la verificación en el terreno de las condiciones del suelo y de todas las condiciones asumidas por el laboratorio de suelos y el ingeniero estructural. Según las cargas que sobre ellas recaen las fundaciones son de los siguientes tipos: Profundas(puntuales), Superficiales (Lineales) y mixtas.

Cuando el suelo es muy blando las fundaciones superficiales no son recomendadas a menos que se refuercen con fundaciones profundas convirtiéndose así en fundaciones mixtas que son elementos formados por una fundación profunda y una superficial. Por ejemplo, en determinada construcción hay un estrato de suelo blando la solera de fundación puede reforzarse con pilotes de tal manera que la fundación queda compuesta por pilotes los cuales transmiten carga al suelo por presión bajo su base y sobre estos una solera de fundación que transmite la carga a los pilotes

La Zapata combinada se utiliza cuando las columnas de una edificación se encuentran separadas por una distancia corta

2.8 Losas de Cimentación.

Las Cimentaciones por Losa, también conocidas como Cimentaciones por Placa o Plateas de Fundación, son aquellas Cimentaciones Superficiales que se disponen en plataforma, la cual tiene por objeto transmitir las cargas del edificio al terreno distribuyendo los esfuerzos uniformemente.

Estas losas llevan una armadura principal en la parte superior para contrarrestar la contrapresión del terreno y el empuje del agua subterránea, y una armadura inferior, debajo de las paredes portantes y pilares, para excluir en lo posible la producción de flechas desiguales. En casos de terrenos de poca resistencia para cimentación (inferior a 1 kg/cm^2), puede ocurrir que las zapatas de los pilares aislados tiendan a juntarse.

La cimentación por losa es una buena solución cuando:

- La construcción posee una superficie pequeña en relación al volumen (rascacielos, depósitos, silos).
- La base de cimientos calculada resulta tal que la transmisión de carga a 45° representa una profundidad excesiva.
- El terreno tiene estratificación desigual y son previsibles asientos irregulares
- El terreno de asiento es flojo y de gran espesor y los pilotes a colocar serían exageradamente largos.

2.9 Cimentación flotante.

Cuando la capacidad portante del suelo es muy pequeña y el peso del edificio importante, puede suceder que el solar del que disponemos no tenga superficie como para albergar una losa que distribuya la carga; en tal caso es posible construir un cimiento que flote sobre el suelo.

Cuando la capacidad portante del terreno es muy pequeña, es posible construir un cimiento que, a la manera de un barco, flote. Se fundamenta en que si el peso del suelo excavado es igual al peso del edificio que le colocamos encima, no hay incremento de la presión sobre el terreno.

Se realiza, o bien mediante losa de cimentación o bien mediante pilotes flexibles, aquellos que soportan la carga mediante el rozamiento con la superficie lateral en contacto.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Se limpia el terreno conformando una plataforma.

Se realizan trazados con cal o se marca el terreno.

Se realizan excavaciones para la estructura de refuerzo.

Se rellena la excavación con concreto.

Se colocan las vigas.

Se colocan las láminas corredizas de acero.

Se colocan dilatadores separadores. Los cuales evitan estrangulamiento en las vigas.

Se coloca la malla de acero.

Se adiciona el concreto y luego se inicia el vaciado, aplanamiento y aislamiento del concreto.

Sirve además de soporte a la edificación y como losa de primer piso. Se puede hacer vaciada en el sitio o prefabricada. Reemplaza los cimientos individuales y continuos.

Una losa de cimentación es una placa flotante apoyo directamente sobre el terreno. Como losa está sometida principalmente a esfuerzos de flexión.

La placa reparte uniformemente las cargas de columnas, entresijos y muros del terreno, las cimentaciones superficiales reparten la fuerza que le trasmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas.

Repartir uniformemente las cargas de columnas, entresijos y muros al terreno.
Evitar asentamientos diferenciales debido a la deformación del suelo.
Mejorar el suelo de apoyo cuando no está en buenas condiciones.
Se dice que la cimentación es flotante cuando al calcular la superficie de sustentación de un edificio, ésta resulta ser igual al área disponible del lote, entonces es necesario diseñar una placa maciza o aligerada, capaz de soportar las cargas y distribuirlas uniformemente de acuerdo al estudio de suelos.

Bloque lineal de hormigón armado que se emplea para distribuir la carga concentrada impuesta por los pilares.

2.10 Cimentaciones profundas.

Las cimentaciones profundas se encargan de transmitir las cargas que reciben de una construcción a mantos resistentes más profundos. Son profundas aquellas que transmiten la carga al suelo por presión bajo su base, pero pueden contar, además, con rozamiento en el fuste; las clasificamos en:

Cilindros

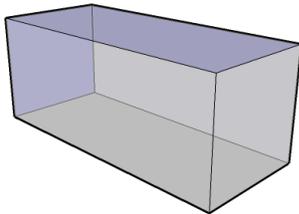
Cajones

2.11 Cimentación por pilotes.

Un pilote es un soporte, normalmente de hormigón armado, de una gran longitud en relación a su sección transversal, que puede hincarse o construirse “in situ” en una cavidad abierta en el terreno. Los pilotes son columnas esbeltas con capacidad para soportar y transmitir cargas a estratos más resistentes o de roca, o por rozamiento en el fuste. Por lo general, su diámetro o lado no es mayor de 60 cms. Forma un sistema constructivo de cimentación profunda al que denominaremos cimentación por pilotaje. Los pilotes son necesarios cuando la capa superficial o suelo portante no es capaz de resistir el peso del edificio o bien cuando ésta se encuentra a gran profundidad; también cuando el terreno está lleno de agua y ello dificulta los trabajos de excavación. Con la construcción de pilotes se evitan edificaciones costosas y volúmenes grandes de cimentación.

2.12 Muros de Ladrillo.

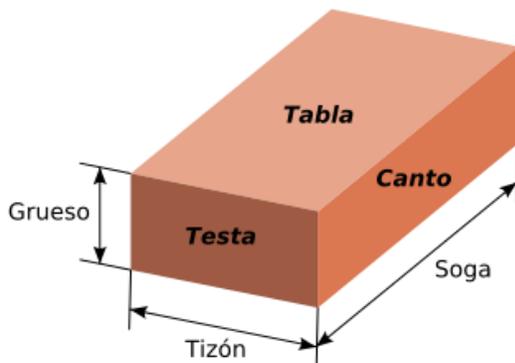
Un ladrillo es un material de construcción, normalmente cerámico y con forma ortoédrica, cuyas dimensiones permiten que se pueda colocar con una sola mano por parte de un operario. Se emplea en albañilería para la construcción en general.



Un ortoedro es un paralelepípedo ortogonal, es decir, cuyas caras forman entre sí ángulos diedros rectos. Los ortoedros son prismas rectos, y también son llamados paralelepípedos rectangulares. Vulgarmente, se los denomina cajas de zapatos o cajas.

Geometría

Su forma es la de un prisma rectangular, en el que sus diferentes dimensiones reciben el nombre de sogá, tizón y grueso, siendo la sogá su dimensión mayor. Asimismo, las diferentes caras del ladrillo reciben el nombre de tabla, canto y testa (la tabla es la mayor). Por lo general, la sogá es del doble de longitud que el tizón o, más exactamente, dos tizones más una junta, lo que permite combinarlos libremente. El grueso, por el contrario, puede no estar modulado.



Aristas: Tizón, Soga y Grueso

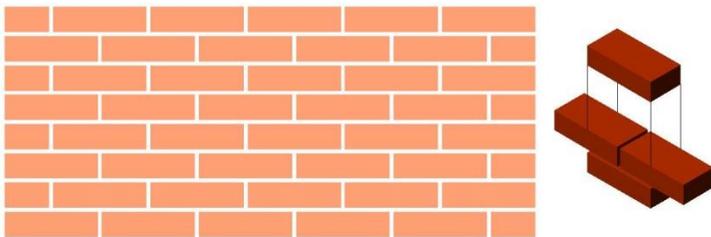
Caras: Tabla, Canto, Testa

2.13 Tipos de Aparejos

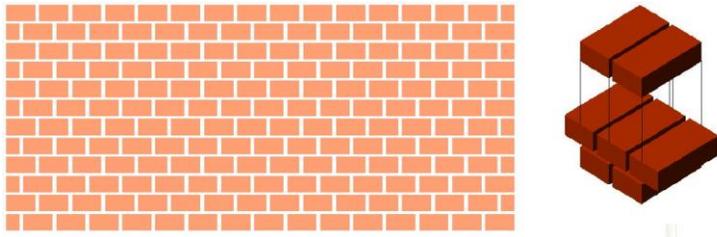
Aparejo es la ley de traba o disposición de los ladrillos en un muro, que estipula desde las dimensiones del muro hasta los encuentros y los enjarjes (colocación), de manera que el muro suba de forma homogénea en toda la altura del edificio.

Algunos tipos de aparejos son los siguientes:

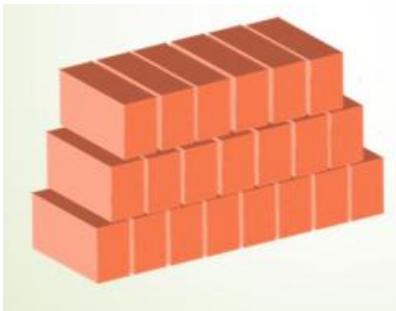
Aparejo a sogas: los costados del muro se forman por las sogas del ladrillo, tiene un espesor de medio pie (el tizón) y es muy utilizado para fachadas de ladrillo cara vista.



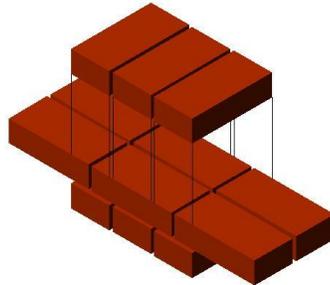
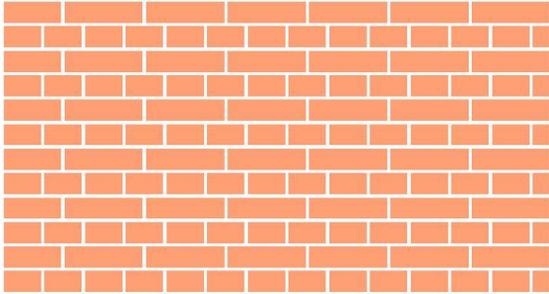
Aparejo a tizones o a la española: en este caso los tizones forman los costados del muro y su espesor es de 1 pie (la soga). Muy utilizado en muros que soportan cargas estructurales (portantes) que pueden tener entre 12,5 cm y 24 cm colocados a media asta o soga.



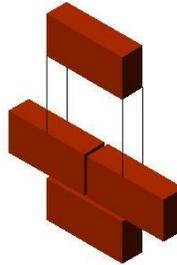
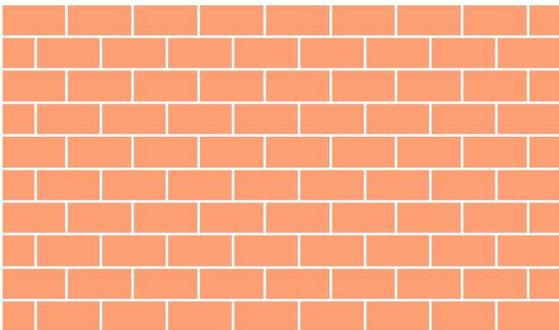
Aparejo a sardinel: aparejo formado por piezas dispuestas a sardinel, es decir, de canto, de manera que se ven los tizones.



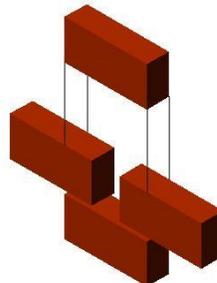
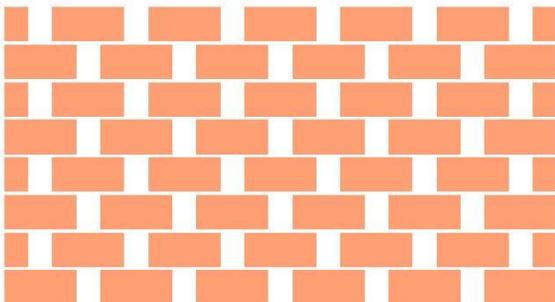
Aparejo inglés: en este caso se alternan ladrillo a soga y tizón, trabando la llaga a ladrillo terciado, dando un espesor de 1 pie (la soga). Se emplea mucho para muros portantes en fachadas de ladrillo cara vista. Su traba es mejor que el muro a tizones, pero su puesta en obra es más complicada y requiere mano de obra más experimentada.



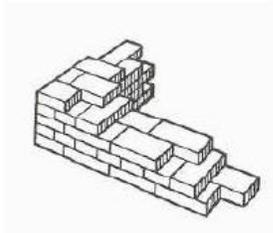
Aparejo en panderete o capuchino: es el empleado para la ejecución de tabiques, su espesor es el del grueso de la pieza y no está preparado para absorber cargas excepto su propio peso.



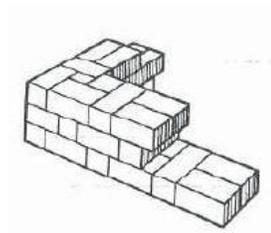
Aparejo palomero: es como el aparejo en panderete o capuchino, pero dejando huecos entre las piezas horizontales. Se emplea en aquellos tabiques provisionales que deben dejar ventilar la estancia y en un determinado tipo de estructura de cubierta.



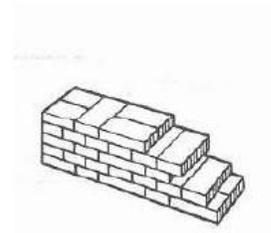
2.14 Esquemas de diferentes Aparejos



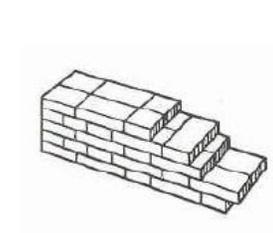
Aparejo inglés



Aparejo diatónico



Aparejo holandés



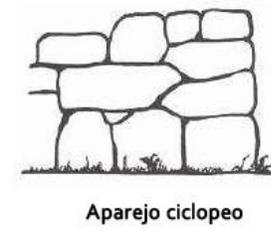
Aparejo gótico



Aparejo belga



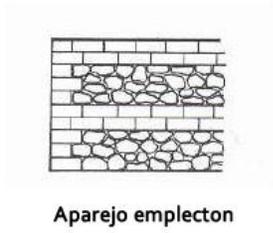
Aparejo de través



Aparejo ciclopeo



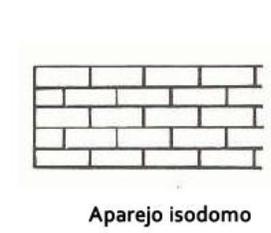
Aparejo poligonal



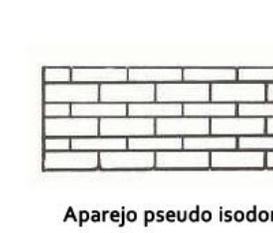
Aparejo emplecton



Aparejo romano



Aparejo isodomo



Aparejo pseudo isodomo

Exigencias para la colocación de ladrillos:

Colocarlos perfectamente mojados.

Colocarlos apretándolos de manera de asegurar una correcta adherencia del mortero.

Hiladas horizontales y alineadas.

Las juntas verticales irán alternadas sin continuidad con espesor de 1,5 cm.

Los muros que se crucen o empalmen deberán ser perfectamente trabados.

Se controlará el «plomo» y «nivel» de las hiladas.

Las paredes irán unidas a las estructuras por armadura auxiliar (castillos y/o columnas).

2.15 Muros de Block.

El block de concreto es un material de construcción prefabricado con cemento Portland, cuya esencia son los huecos para recibir el armado de acero y el colado de concreto. Las piezas pueden utilizarse para muros de carga o divisorios. Actualmente, es uno de los materiales más utilizados en el país, debido a los convenios entre las fabricas con los financiamientos de construcción. Características Fabricados a base de cemento Portland. La mezcla del cemento con agua y otros agregados se compacta en moldes por medio de vibrado, dejándolo secar hasta alcanzar su resistencia máxima. Los agregados pueden ser arena y grava para bloques de peso normal y representan el 90% del block por peso.

Tipos de block

El Block Mitad (Horizontal y/o Vertical) es un elemento de concreto, que se recomienda su uso para remates, evitando que rompan blocks enteros para los ajustes necesarios, logrando tener una reducción en costo y desperdicio de las obras.

El Block Dala, también conocido como Block U, es una pieza de concreto con un espacio al centro y en toda su longitud que permite recibir el vaciado de concreto armado, es decir, podrá llevar varillas a lo largo del muro para funcionar como cerramiento en muros o vigas cortas sobre claros de puertas y/o ventanas, tanto en muros de carga como divisorios o bardas.

Resistencia Los agregados en la mezcla del concreto proporcionan la resistencia y la absorción de agua de cada bloque, y se determinan por medio de cálculos. La resistencia por compresión es desde 700 a 1,800 lb/pulg² y hasta 3,000 lb/pulg² en casos especiales.

Aparejos De acuerdo a la posición en la que se coloque el ladrillo, tendremos distintas formas y anchos del muro. Soga Tizón Combinado

Juntas Se le llama juntas al mortero que une un ladrillo con otro. Estas oscilan entre 1 y 2 centímetros. El mortero se prepara in situ con una mezcla de concreto, arena y agua.

2.16 Varillas.

Las varillas de acero son barras, generalmente de sección circular con diámetros específicos a partir de 1/4 de pulgada. Normalmente la superficie de estas varillas presenta rebordes en su superficie (corrugado) cuya función es mejorar la adherencia a los materiales aglomerantes e inhibir el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

La barra de acero especialmente fabricada para usarse como refuerzo de concreto tiene una superficie provista de salientes llamadas corrugaciones.

Establece que las varillas se clasifican por su esfuerzo de fluencia nominal en tres grados: Grado 30, Grado 42 y Grado 52.

Las Varillas de acero corrugadas se utilizan como refuerzo en la construcción con concreto. Se pueden usar en la construcción de losas aligeradas de claros cortos, vigas, trabes, dalas, castillos, losas sólidas de claros cortos, castillos ahogados, elementos prefabricados, postes de concreto, acero adicional para viguetas, refuerzo horizontal en muros de mampostería, tubería de concreto, etc.

En el proceso de armar muros, la función de las varillas de acero consiste en reforzar la estructura de cemento.

La disposición física de las varillas de acero se realiza en forma horizontal a una distancia aproximada de 120 cm, la cual puede variar atendiendo al diseño estructural de la edificación. Nuevamente, atendiendo al diseño estructural del muro, las varillas son colocadas verticalmente a intervalos específicos en los lados de puertas y ventanas.

De conformidad a las disposiciones técnicas aplicables se requiere que las varillas de acero se encuentren debidamente sujetas para evitar su desplazamiento durante el vertido del cemento y para asegurarse que cumplan debidamente con su función estructural. Algunos de los métodos recomendados para el efecto son:

Unir las varillas entre sí con cable pre-entrelazado o flejes de nylon Asegurar la varilla de acero con estribos del mismo material La colocación de las varillas de acero en forma horizontal en diferentes posiciones respecto a la vertical en cada nivel tiene por objeto crear una caja vertical, en la cual es posible fijar las varillas verticales colocadas desde la parte superior del muro y mantenerlas sujetas durante el vertido del cemento.

2.17 Tipos de Varillas.

¿Cómo se hace el acero?

El acero se obtiene a partir de hierro colado en los altos hornos. Posteriormente, se libera del exceso de carbono, fósforo y azufre, pasando a un estado líquido; en esta etapa ya podemos llamarlo acero líquido.

Enseguida, se realiza la colada o moldeo de acero en lingotes. Los lingotes, son transformados en barras en los laminadores. Finalmente, se estiran o aplastan según el producto que se desea obtener.

La mayor parte de las varillas son de sección circular, sin embargo, existen algunas de sección cuadrada. Sus diámetros son variables de acuerdo al uso que se les dará.

En México, las varillas y su fabricación deben obedecer a la Norma Oficial Mexicana NMX-C-407, la cual señala que:

“La clasificación de las varillas se realiza por esfuerzo de fluencia nominal en tres grados: Grado 30, Grado 42 y Grado 52”

Tipos de varillas y sus usos

VARILLA LISA O ALAMBRÓN DE ¼

Se utiliza principalmente en estribos para cadenas de concreto, castillos, contratraves, traves, columnas entre otros.

VARILLA CORRUGADA

También se le conoce como varilla de grado duro. Su superficie irregular, permite una mejor adherencia al concreto. Por lo regular, tienen una longitud de entre 9 y 12 metros y sus diámetros son variables.

EN LA SIGUIENTE TABLA SE MUESTRAN LAS MEDIDAS DE LAS VARILLAS

Especificaciones						
Varilla n°	Medida		Peso	Perímetro	Área	Piezas
	mm	pulg.	kg/m	mm	cm	ton
2.5	7.9	5/16	0.384	24.8	0.49	217+-7
3	9.5	3/8	0.557	29.8	0.71	149+-4
4	12.7	1/2	0.996	39.9	1.27	84+-2
5	15.9	5/8	1.560	50.0	1.99	54+-1
6	19.1	3/4	2.250	60.0	2.87	37+-1
8	25.4	1	3.975	79.8	5.07	21
10	31.8	1 1/4	6.225	99.9	7.94	13
12	38.1	1 1/2	8.938	119.7	11.40	9

Unidad 3

Cemento

3.1 Definición y Características.

El cemento puede definirse como “un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto”.

Según la norma mexicana “el cemento hidráulico es un material inorgánico finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, desarrolla su resistencia y conserva su estabilidad” (NMX-C-414-ONNCCE-2004).

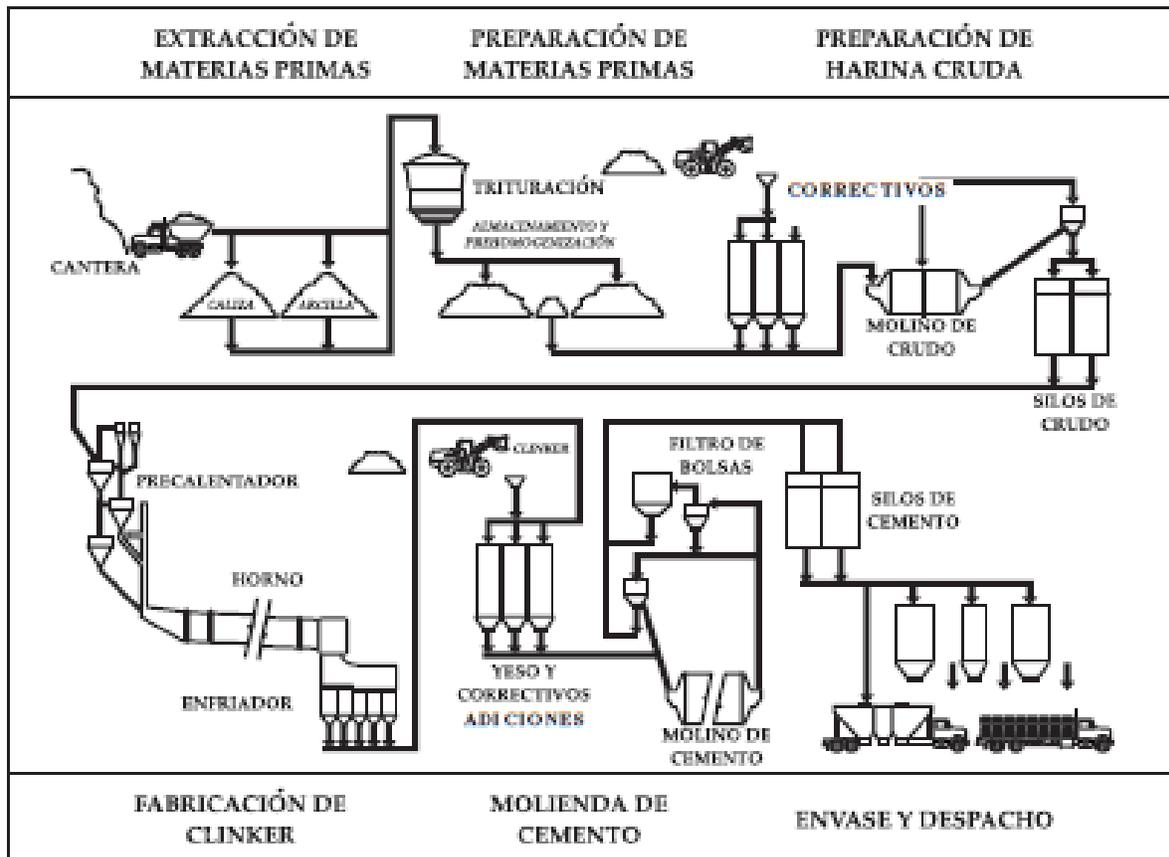
El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamada clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega una pequeña cantidad de yeso para evitar la contracción de la mezcla al fraguar cuando se le añade agua y al endurecerse posteriormente. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón (en España, parte de Suramérica y el Caribe hispano) o concreto (en México, Centroamérica y parte de Sudamérica). Su uso está muy generalizado en la construcción, la Arquitectura y la ingeniería civil.

3.2 Definición y Características.

Desde la antigüedad se emplearon pastas y morteros elaborados con arcilla o greda, yeso y cal para unir mampuestos en las edificaciones. El cemento se empezó a utilizar en la Antigua Grecia utilizando tobas volcánicas extraídas de la isla de Santorini, los primeros cementos naturales. En el siglo I a. C. se empezó a utilizar en la Antigua Roma, un cemento natural, que ha resistido la inmersión en agua marina por milenios, los cementos Portland no duran más de los 60 años en esas condiciones; formaban parte de su composición cenizas volcánicas obtenidas en Pozzuoli, cerca del Vesubio.

La bóveda del Panteón es un ejemplo de ello. En el siglo XVIII John Smeaton construye la cimentación de un faro en el acantilado de Eddystone, en la costa Cornwall, empleando un mortero de cal calcinada. El siglo XIX, Joseph Aspdin y James Parker patentaron en 1824 el Portland Cement, denominado así por su color gris verdoso oscuro similar a la piedra de Portland. Isaac Johnson, en 1845, obtiene el prototipo del cemento moderno, con una mezcla de caliza y arcilla calcinada a alta temperatura. En el siglo XX surge el auge de la industria del cemento, debido a los experimentos de los químicos franceses Vicat y Le Chatelier y el alemán Michaélis, que logran cemento de calidad homogénea; la invención del horno rotatorio para calcinación y el molino tubular y los métodos de transportar hormigón fresco ideados por Juergen Heinrich Magens que patenta entre 1903 y 1907.

3.3 Diagrama Simple de Fabricación de Cemento.



3.4 Designación de los Cementos.

Para referirse a un cemento se identificará el tipo (ver tabla 16) y la clase resistente (ver tabla 19). Si el cemento tiene especificada una resistencia inicial se añadirá la letra R. Si el cemento tiene alguna de las características especiales que se describen en la tabla 17, su designación se completa de acuerdo con la nomenclatura indicada en dicha tabla. Si presenta dos o más de estas características especiales, la designación se hace siguiendo el orden descendente de la tabla 17, separándolas con una diagonal.

TABLA 16 A
CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO POR TIPO

TIPO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
CPO	Cemento Pórtland ordinario	Es el cemento producido a base de la molienda de clinker Pórtland y usualmente, sulfato de calcio.
CPP	Cemento Pórtland puzolánico	Es el cemento que resulta de la integración de clinker Pórtland, materiales puzolánicos y sulfato de calcio.
CPEG	Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno	Es el cemento que resulta de la integración de clinker Pórtland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio.
CPC	Cemento Pórtland compuesto	Es el cemento que resulta de la integración de clinker Pórtland, sulfato de calcio y una mezcla de materiales puzolánicos, escoria de alto horno y caliza. En el caso de la caliza, éste puede ser único.
CPS	Cemento Pórtland con humo de sílice	Es el cemento que resulta de la integración de clinker Pórtland, humo de sílice y sulfato de calcio.
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	Es el cemento que resulta de la integración de clinker Pórtland, sulfato de calcio y principalmente escoria granulada.

Fuente: norma mexicana NMX-C-414-ONNCE-2004

TABLA 16 B
CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO POR CLASE RESISTENTE

CLASE RESISTENTE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, N/mm ²		
	RÁPIDA (3 DÍAS)	NORMAL (28 DÍAS)	
	MIN. N/ mm ²	MIN. N/ mm ²	MAX. N/ mm ²
20	-	20	40
30	-	30	50
30 R	20	30	50
40	-	40	-
40 R	30	40	-

Fuente: norma mexicana NMX-C-414-ONNCE-2004

Tabla 16 C

CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO POR CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

NOMENCLATURA	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS CEMENTOS
RS	Resistente a los sulfatos
BRA	Baja reactividad álcali-agregado
BCH	Bajo calor de hidratación
B	Blanco

Fuente: norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004

3.5 Designación Normalizada.

Los cementos se deben identificar por el tipo y la clase resistente (véase tablas 16 A y 16 B). Si el cemento tiene especificada una resistencia a tres días se añadirá la letra R (Resistencia rápida). En el caso de que un cemento tenga alguna de las características especiales señaladas en la tabla 16 C, su designación se completa de acuerdo con la nomenclatura indicada en dicha tabla; de presentar dos o más características especiales, la designación se hace siguiendo el orden descendente de la tabla 16 C, separándolas con una diagonal.

Ejemplos:

Un cemento Pórtland Ordinario de clase resistente 30 con alta resistencia inicial se identifica como:

Cemento CPO 30 R

Un cemento Pórtland Compuesto de clase resistente 30 con alta resistencia inicial y resistencia a los sulfatos, se identifica como:

Cemento CPC 30 R RS

Un cemento Pórtland Puzolánico de clase resistente 30, de baja reactividad álcali-agregado y bajo calor de hidratación, se identifica como:

Cemento CPP 30 BRA/BCH

Un cemento Pórtland Ordinario de clase resistente 30 con alta resistencia inicial y blanco se identifica como:

Cemento CPO 30 RB

TABLA 17
COMPONENTES DE LOS CEMENTOS (1)

TIPO	DENOMINACIÓN	COMPONENTES					MINORITARIOS (2)
		CLINKER	PRINCIPALES				
		Portland + yeso	Escoria granulada de alto horno	Materiales puzolánicos (3)	Humo de sílice	Caliza	
CPO	Cemento Pórtland ordinario	95-100	-	-	-	-	0-5
CPP	Cemento Pórtland puzolánico	50-94	-	6-50	-	-	0-5
CPEG	Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno	40-94	6-60	-	-	-	0-5
CPC	Cemento Pórtland compuesto (4)	50-94	6-35	6-35	1-10	6-35	0-5
CPS	Cemento Pórtland con humo sílice	90-99	-	-	1-10	-	0-5
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	20-39	61-80	-	-	-	0-5

Nota 1. Los valores de la tabla representan el % en masa.

Nota 2. Los componentes minoritarios deben ser uno o más de los componentes principales, representados en la tabla.

Nota 3. Los materiales puzolánicos incluyen: puzolanas naturales, artificiales y/o cenizas volantes.

Nota 4. El cemento Portland compuesto debe llevar como mínimo dos componentes principales, excepto cuando se adicione caliza, ya que ésta puede estar en forma individual en conjunto con clinker+yeso.

Fuente: Norma Mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004

TABLA 18

ESPECIFICACIONES DE LOS CEMENTOS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

NOMENCLATURA	CARACTERÍSTICA ESPECIAL	EXPANSIÓN POR ATAQUE DE SULFATOS (MÁX %) 1 año	EXPANSIÓN POR REACCIÓN ÁLCALI AGREGADO (MÁX %)		CALOR DE HIDRATACIÓN (MÁX) (kJ/kg (kcal/kg))		BLANQUEO (MÍN.)
			14 días	56 días	7 días	28 días	
RS	Resistente a los sulfatos	0.10					
BRA	Baja reactividad álcali agregado		0.020	0.060			
BCH	Bajo calor de hidratación				250 (60)	290 (70)	
B	Blanco						70

Fuente: norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004

TABLA 19

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CEMENTO

CLASE RESISTENTE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (N/mm ²)			TIEMPO DE FRAGUADO (min)		ESTABILIDAD DE VOLUMEN EN AUTOCLAVE (%)	
	3 días	28 días		Inicial	Final	Expansión	Contracción
	mínimo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	máximo	máximo
20	-	20	40	45	600	0.80	0.20
30	-	30	50	45	600	0.80	0.20
30 R	20	30	50	45	600	0.80	0.20
40	-	40	-	45	600	0.80	0.20
40 R	30	40	-	45	600	0.80	0.20

Nota 1. La resistencia inicial de un cemento es la resistencia mecánica a la compresión a los 3 días. Para indicar que un tipo de cemento debe cumplir con una resistencia inicial especificada, se le agrega la letra R después de la clase. Sólo se definen valores de resistencia inicial a 30 R y 40 R.

Fuente: norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004.

3.6 Usos de los Cementos.

Debido a la diversa gama de cementos disponibles es importante distinguir los de uso general y los de uso especial. La diferencia está en función de la resistencia mecánica desarrollada y la durabilidad que presenta cada uno con respecto al tiempo y los diferentes agentes agresivos.

Desde el punto de vista económico siempre es recomendable optar por un cemento de uso general, a menos que se determine alguno de uso especial debido a los requerimientos del cálculo estructural o por un proceso constructivo más específico en el manejo del concreto.

El cemento es un insumo que interviene de manera fundamental en la elaboración de morteros, lechadas, concretos y otras actividades. Por tal motivo la medición de su consumo será indicada en los temas relativos al concreto, morteros y lechadas.

3.7 Recomendaciones Generales.

- Se debe siempre usar en la obra un cemento cuya marca o fabricante respalde un proceso de fabricación, muestreo, evaluación y envasado de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-414-ONNCCE-2004.

- El cemento debe llegar a la obra debidamente empacado y etiquetado de fábrica y permanecer así hasta su utilización (norma mexicana NOM-050-SCFI-2004).

- El contenido neto de los bultos de cemento es de 50 kg. Es aceptable una tolerancia de +/-0.60 kg (norma mexicana NMX-002-SCFI).

- No es aceptable, ni aún para uso no estructural, el cemento que tenga más de tres meses almacenado a pesar de las medidas tomadas, a menos que pase por una verificación de calidad en una prueba de laboratorio. Si se acepta su utilización, el cemento no debe contener piedras o grumos originados por fraguados parciales debidos a la antigüedad o a la humedad.

- Es aconsejable tener el cemento almacenado en obra por lote o remisión a fin de identificarlo de acuerdo a la calidad obtenida en los muestreos y pruebas. Si es rechazado debe ser retirado inmediatamente de la obra.

- El lugar del almacenamiento debe cumplir con las condiciones de seguridad que propicien la inalterabilidad del cemento. Esto es, debe estar colocado a una altura suficiente desde el suelo (10-15 cm) sobre un entarimado, para evitar el contacto con la humedad; el techo debe ser impermeable; debe estar separado de los muros y apilado a una altura no mayor a 1.50 m (de 8 a 10 bultos por pila).

- Para transportar el cemento por bultos no se aceptan pilas mayores de 8.

- Es aceptable que el cemento se encuentre almacenado a la intemperie, pero sólo la cantidad programada para utilizarse durante la jornada de trabajo; debe estar cubierto si hay riesgo de lluvia y sobre una base lejos de la humedad.

3.8 Agregados Pétreos.

Definición

Los agregados pétreos son productos granulares minerales en estado natural, procesados o artificiales que se mezclan con un cementante o aglutinante hidráulico para fabricar morteros o concretos.

Clasificación

- Agregados finos
- Agregados gruesos

3.9 Agregado Fino.

Conocido comúnmente como arena. Puede ser natural u obtenida por trituración o una combinación de ambas. Debe pasar totalmente a través de la criba G 9.5 (3/8”) y presenta tres características principales:

- La composición granulométrica de acuerdo a la tabla 20.
- El módulo de finura no debe ser menor de 2.30 y no mayor de 3.10.

El módulo de finura se obtiene sumando los porcentajes retenidos acumulados en las 6 cribas (no. 4, 8, 16, 30, 50 y 100) y dividiendo entre 100 (ver tabla 21). El módulo de finura es adimensional. El retenido parcial en cualquier tamiz no debe ser mayor del 45%. La tolerancia a las sustancias nocivas en el agregado fino se puede verificar en la tabla 22.

TABLA 20

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO

CRIBA DE ABERTURA CUADRADA	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO
G 9.5 (3/8”) (9.530 mm)	0
G 4.75 (4”) (4.750 mm)	0 a 5
M 2.36 (8”) (2.360 mm)	0 a 20
M 1.18 (16”) (1.180 mm)	15 a 50
M 0.600 (30”) (0.590 mm)	40 a 75
M 0.300 (50”) (0.300 mm)	70 a 90
M 0.150 (100”) (0.150 mm)	90 a 98
Charola	100

Fuente: norma mexicana NMX-C-111-ONNCE-2004

TABLA 22

LÍMITES MÁXIMOS DE SUSTANCIAS NOCIVAS EN EL AGREGADO FINO

CONCEPTO	MÁXIMO % EN MASA DE LA MUESTRA TOTAL
Grupos de arcilla y partículas delez-nables	3.0
Materiales finos que pasan la criba F 0.075 (200). En concreto sujeto a abrasión. En otros concretos.	3.0 5.0
Carbón y lignito. En concreto aparente. En otros concretos	0.5 1.0

Fuente: norma mexicana NMX-C-111-ONNCE-2004

TABLA 21

MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO

NALLA NO.	PORCENTAJES INDIVIDUALES RETENIDOS	PORCENTAJES ACUMULADOS RETENIDOS
4	1	1
8	18	19
16	20	39
30	19	58
50	18	76
100	16	92
charola	8	0
totales	100	285

Nota 1: Si el módulo de finura (M.F.= 285/100=2.85) varía en más de 0.20 del valor determinado al seleccionar las proporciones para el concreto, el agregado fino, debe desecharse. Es posible aceptar el uso de este agregado fino sólo si se hacen los ajustes respectivos en las proporciones para compensar esta deficiencia.

Fuente: American Society of Testing Materials (ASTM) E11.

3.10 Agregado Grueso.

Conocido comúnmente como grava. Puede ser natural u obtenido de la trituración de roca o una combinación de ambas. Es retenida totalmente por la criba G 4.75 (no. 4) y presenta dos características principales:

- La composición granulométrica está de acuerdo con la tabla 23.
- El módulo de finura en los agregados gruesos no es determinante. Sin embargo, el tamaño del agregado grueso, casi siempre se selecciona procurando utilizar el mayor que resulte práctico para un trabajo, siendo el límite superior de 15 cm. Cuanto mayor sea el tamaño del agregado grueso, se usará menos agua y cemento para producir un concreto. Los elementos de la grava pasan por las cribas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8" y no. 4.
- La tolerancia a las sustancias nocivas en el agregado grueso se puede verificar en la tabla 24.

TABLA 23
LÍMITES GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO
(PORCENTAJE DE MASA QUE PASA POR LOS TAMICES)

TAMAÑO NOMINAL (mm)	100 (4")	90 (3 1/2")	75 (3")	63 (2 1/2")	50 (2")	37.5 (1 1/2")	25.0 (1")	19.0 (3/4")	12.5 (1/2")	9.5 (3/8")	4.75 (no. 4)	2.36 (no. 8)	1.18 (no. 16)
90 a 37.5 (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
63.0 a 37.5 (2 1/2" a 1 1/2")	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
50.0 a 25.0 (2" a 1")	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
50.0 a 4.75 (2" a no. 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
37.5 a 19.0 (1 1/2" a 3/4")	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
37.5 a 4.75 (1 1/2" a no. 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
25.0 a 12.5 (1" a 1/2")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
25.0 a 9.5 (1" a 3/8")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
25.5 a 4.75 (1" a no. 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
19.0 a 9.5 (3/4" a 3/8")	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
19.0 a 4.75 (3/4" a no. 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
12.5 a 4.75 (1/2" a no. 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
9.5 a 2.35 (3/8" a no. 4)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: norma mexicana NMX-C-111-ONNCE-2004

TABLA 24

LÍMITES MÁXIMOS DE SUSTANCIAS NOCIVAS EN EL AGREGADO GRUESO

USO	TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DELEZNERABLES	PARTÍCULAS DE SÍLICE ALTERNADA CON MENOR DE 2.4 (VÉASE NOTA 1)	SUMA DE LOS CONCEPTOS ANTERIORES	MATERIAL FINO QUE PASA LA CRIBA F 0.075 (VÉASE NOTA 2)	CARBÓN Y LIGNITO	PÉRDIDA POR ABRASIÓN (VÉASE NOTA 3)	PÉRDIDA EN LA PRUEBA DE SANIDAD CON SULFATO DE SODIO EN 5 CICLOS
1M No expuestos a la intemperie: zapatas de cimentación, cimentaciones, columnas, vigas y pisos interiores con recubrimiento.	10.0	-	-	2.0	1.0	50.0	-
2M Pisos anteriores sin recubrimiento	5.0	-	-	2.0	1.0	50.0	-
3M Expuestas a la intemperie: muros de cimentaciones, muros de retención, pilas, muelles y vigas.	5.0	6.0 (Véase nota 4)	8.0	2.0	0.5	50.0	12.0
4M Sujetas a exposición frecuente de humedad: pavimentos, losas de puentes, autopistas, andadores, patios, pisos de entrada y estructuras marítimas.	4.0 (Véase nota 4)	5.0	6.0	2.0	0.5	50.0	12.0
5M Expuestas a intemperie: concretos arquitectónicos	2.0	3.0	4.0 (Véase nota 4)	2.0	0.5	50.0	12.0
REGIÓN DE INTemperismo NO APRECIABLE, N							
1N Losas sujetas a tránsito abrasivo: puentes, pisos, andenes y pavimentos. Concreto arquitectónico.	4.0	-	-	2.0	0.5	50.0	-
2N Otras clases de concreto	8.0	-	-	2.0	1.0	50.0	-

Notas de la tabla: Es de esperarse que los límites para el agregado grueso, correspondiente a cada clase designada, sean suficientes para asegurar un comportamiento satisfactorio del concreto para los diferentes tipos y partes de la obra. En muchas localidades se pueden conseguir agregados que superan las especificaciones de calidad aquí enlistadas. Cuando no se puedan conseguir los agregados de calidad adecuada para satisfacer, por lo menos alguno de los usos mencionados, pueden utilizarse al ser sometidos al tratamiento adecuado.

I. Esta limitación se aplica a materiales en donde la roca de sílice alterada se encuentra como impureza. No es aplicable al agregado grueso que es predominante de la roca de sílice. La limitación de uso de tales agregados está basada en el antecedente de servicio en donde se emplean tales materiales. (ME significa masa específica)

2. En el caso de agregados triturados, si el material que pasa por la criba F 0.075 es el producto de la pulverización de rocas exentas de arcilla y/o pizarras, este límite puede incrementarse a 3%.

3. La pérdida de abrasión del agregado grueso debe ser determinado en una muestra de granulometría lo más cercana a la que va a usarse en el concreto. Cuando más de una graduación va a utilizarse, el límite de abrasión debe aplicarse a cada una de ellas. Las escorias de altos hornos enfriadas al aire y trituradas, quedan excluidas de los requisitos de abrasión; la masa volumétrica compacta de estos materiales debe ser mayor a 1120 kg/m³.

4. Para construcciones de concreto en regiones cuya altitud sea mayor de 3000 m sobre el nivel del mar, estos requisitos deben reducirse en un 1%.

Fuente: norma mexicana NMX-C-111-ONNCCE-2004

3.11 Recomendaciones de los Agregados.

- Para que un agregado pueda considerarse que tiene la resistencia adecuada debe sobrepasar la resistencia propia del aglutinante, es decir, de la pasta fabricada al mezclar cemento y agua, debidamente dosificada.
- Se deben hacer periódicamente muestras y pruebas de los agregados finos y gruesos para verificar su uniformidad.
- Los requisitos importantes de los agregados son:
 - Deben estar razonablemente exentos de arcilla, materia orgánica y otras sustancias nocivas (ver tablas 22 y 24).
 - Deben estar compuestos por partículas duras y con buena granulometría.
- El almacenamiento y manejo de los agregados pétreos debe hacerse de tal manera que no altere su composición y granulometría. Es decir sobre pisos adecuados y separados por lotes, remisiones o viajes para evitar que se mezclen entre sí los agregados de diferente clasificación.
 - No usar aquellos agregados que por cualquier circunstancia se hayan contaminado.

Los agregados pétreos son insumos que intervienen de manera fundamental en la elaboración de morteros, lechadas, concretos y en otras actividades. Por tal motivo la medición de su consumo será indicada en los temas relativos al concreto y a los morteros y lechadas.

3.12 Agua.

El agua es el líquido que está presente de manera importante en la elaboración de concretos y/o morteros, mezclas, en el lavado de agregados, curado y riego de concreto; por consiguiente debe ser un insumo limpio, libre de aceite, ácidos, álcalis, sales y, en general de cualquier material que pueda ser perjudicial, según el caso para el que se utilice.

Según el uso, el agua debe presentar las características indicadas en la tabla 25.

TABLA 25
VALORES CARACTERÍSTICOS Y LÍMITES MÁXIMOS TOLERABLES DE SALES E IMPUREZAS

SALES E IMPUREZAS	CEMENTOS RICOS EN CALCIO LÍMITES EN P.P.M.	CEMENTOS SULFO-RESISTENTES LÍMITES EN P.P.M.
Sólidos en suspensión		
En aguas naturales (limos y arcillas)	2000	2000
En aguas recidadas (finos de cemento y agregados)	50 000	35 000
Cloruros como Cl. (a)		
Para concreto con acero de preesfuerzo y piezas de puente	400 (c)	600 (c)
Para otros concretos preesforzados en ambientes húmedos o en contacto con metales como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares	700 (c)	1 000 (c)

(cont. tabla 25)

SALES E IMPUREZAS	CEMENTOS RICOS EN CALCIO LÍMITES EN P.P.M.	CEMENTOS SULFO-RESISTENTES LÍMITES EN P.P.M.
Sulfato como $SO_4 = (a)$	3000	3 500
Magnesio como $Mg^{++}(a)$	100	150
Carbonatos como CO_3	600	600
Dióxido de carbonato disuelto, como CO_2	5	3
Álcalis totales como NA^+	300	450
Total de impurezas en solución	3500	4 000
Grasas o aceites	0	0
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido)	150 (b)	150 (b)
Valor del PH	No menor de 6	No menor de 6.5

Nota a: Las aguas que exceden los límites enlistados para cloruros, sulfatos y magnesios, pueden emplearse si se demuestra que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla, incluyendo el agua de absorción de los agregados u otros orígenes, no exceden dichos límites.

Nota b: El agua se puede usar siempre y cuando las arenas que se empleen en el concreto acusen un contenido de materia orgánica cuya coloración sea inferior a 2 de acuerdo con el método de la NMX-C-088.

Nota c: Cuando se use cloruro de calcio ($CaCl_2$) como aditivo acelerante, la cantidad de éste debe tomarse en cuenta para no exceder el límite de cloruros de la tabla.

Fuente: NMX-C-122-ONNCCCE-2004

3.13 Recomendaciones del Agua.

Sólo en casos excepcionales, cuando no se tenga la posibilidad de efectuar el análisis de calidad del agua o aún después de haber realizado las pruebas y cuyos resultados no hayan sido satisfactorios y que por circunstancias económicas sea incosteable o muy impactante en los costos directos de la obra, se puede usar agua de otra fuente que sea aprobada después del muestreo. Las pruebas se deberán realizar usando cilindros de concreto (en el capítulo 8, sobre concreto, se explica) elaborados de la misma manera, con los mismos insumos, las mismas características (agregados, cemento, proporción de agua, proceso de mezclado, curado, etc.) con los dos tipos de agua: la de referencia debe ser potable y la de dudosa calidad, propuesta para su uso. Los resultados de estas pruebas se compararán entre sí. La resistencia obtenida en los cilindros de concreto fabricado con el agua.

El agua utilizada para la fabricación de concreto, mortero o lechada debe ser potable, incolora, insabora e inodora, preferentemente de condiciones potables, aunque se puede emplear agua con contaminaciones o impurezas que no sobrepasen los límites máximos establecidos en la tabla 25. La calidad del agua de mezclado se refiere a sus características físico-químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y las propiedades del concreto, y no establece ninguna relación condicionante con el aspecto bacteriológico como en el caso del agua potable.

El agua es un insumo que interviene de manera importante en la elaboración de morteros, lechadas, concretos y en otras actividades. Por tal motivo su medición será indicada en cada uno de los temas respectivos.

3.14 Mortero y Lechada.

Definición y características

El mortero es una mezcla de agregado fino, generalmente arena y uno o varios aglutinantes; para efectos de este manual se considerarán los siguientes: el cemento Portland CPC 30 R y mortero Maestro Holcim Apasco. Al mezclarse con el agua forman un material plástico con propiedades ligantes y adhesivas que al fraguar adquieren dureza y características de resistencia determinada, de acuerdo a la proporción especificada.

La lechada es una mezcla formada a base de aglutinantes como el cemento Portland CPC 30 R Holcim Apasco o el cemento blanco CPC 30 R B y agua, para formar un líquido que al aplicarse sobre la superficie, forma una película con propiedades ligantes y puede también funcionar como sello.

3.15 Clasificación de los Morteros.

- Por los materiales que lo forman:
 - Mortero: mortero Maestro Holcim Apasco +arena
 - Mortero: cemento CPC 30 R Holcim Apasco +arena
- Por su resistencia:
 - Alta: igual o mayor a los 60 kg/cm². Se usa para muros de carga y cimentaciones de piedra.
 - Media: desde 45 a 60 kg/cm². Se usa en muros divisorios de tabique rojo recocido, tabicón o block.
 - Baja: igual o menor a 45 kg/cm². Se usa para aplanados y trabajos de albañilería.

3.16 Clasificación de las Lechadas.

- Por los materiales que la forman, empleo y lugares de aplicación:
 - Cemento blanco + agua: utilizadas en el sello del junteo de lambrines y cerámicas.
 - Cemento gris + agua: utilizadas en el sellado de grietas en elementos de concreto y de poros en enladrillados.

3.17 Recomendaciones y Dosificación.

- El proceso de mezclado y fabricación podrá ser por medios manuales, mecánicos en obra o premezclados:

° Por medios manuales. Sólo se realizará de esa manera cuando lo permita la especificación del proyecto. Si es así, primeramente, se mezclarán en seco la arena y el o los aglutinantes hasta alcanzar una mezcla homogénea la cual se distinguirá visualmente ya que su coloración se torna uniforme. Posteriormente se agrega el agua hasta lograr la consistencia deseada, pero sin descuidar la dosificación respectiva (aproximadamente entre el 20% del volumen de agua). La mezcla debe realizarse sobre un entarimado de madera o piso de concreto para evitar la contaminación de los materiales con el terreno natural. Si se realiza inevitablemente sobre el suelo, debe cuidarse de no revolver fragmentos de éste con el mortero.

° Por medios mecánicos. En general, es deseable fabricar los morteros con este procedimiento cuando son elaborados en obra. Primeramente, se introducen en la revolvedora todos los componentes de la mezcla en seco y se revuelven hasta homogeneizar la mezcla. Posteriormente, se agrega el agua en la proporción especificada y se continúa durante un minuto más.

° Premezclado. Con este procedimiento de mezclado y de suministro se eliminan los riesgos normales de la fabricación en obra.

- El mezclado de las lechadas se puede realizar por procedimientos manuales usando botes de 19 litros o tambos de 200 litros para reducir desperdicios y fabricar sólo la lechada que se utilizará.
- En cuanto a las condiciones de calidad y de manejo correcto de los insumos (agua, cemento, agregado fino) debe considerarse lo señalado en los temas respectivos en este manual.

- Es deseable mantener húmedo (proceso de curado) el mortero una vez colocado, durante 3 días por lo menos.
- Una vez fabricado el mortero es importante no agregar más agua para darle mayor trabajabilidad a la mezcla.
- Los morteros y las lechadas deben ser colocados en un tiempo igual o menor a 2 horas posteriores a su fabricación. Deberán ser desechados si se excede este tiempo.
- Es importante humedecer suficientemente los materiales con alta absorción que vayan a ser pegados o unidos con el mortero, como los ladrillos, tabiques, etc. a fin de que estos no absorban el agua de la mezcla necesaria para adquirir la resistencia deseada.
- Se tiene disponible en el mercado el Mortero de Larga Vida Holcim aPasco (ver descripción detallada en el apéndice 5) que una vez preparado en la planta premezcladora y entregado en obra y con los cuidados debidos (protección de los rayos solares, viento, etc.) puede conservar su estado plástico hasta por 72 horas. El proceso de fraguado inicia después de haberse colocado o aplicado. Esta característica permite reducir los desperdicios ya que el tiempo no es una limitante para su uso y colocación, como lo es para un mortero normal. Para determinar su uso es importante consultar con un representante técnico de Holcim aPasco. Si se usa este producto es requisito indispensable no humedecer los bloques o tabiques que se pegarán.

Dosificación

- Para la dosificación en la fabricación de morteros y lechadas se pueden ver las tablas 26 a 29.

TABLA 26

DOSIFICACIONES PARA MORTEROS PARA FABRICAR 1 m³ DE MEZCLA

MORTERO: MORTERO-ARENA			
DOSIFICACIÓN	MORTERO (TON)	ARENA (m ³)	AGUA (m ³)
1 a 4	0.300	1.150	0.290
1 a 5	0.260	1.200	0.285
1 a 6	0.225	1.240	0.280

MORTERO: CEMENTO-ARENA			
DOSIFICACIÓN	CEMENTO (TON)	ARENA (m ³)	AGUA (m ³)
1 a 2	0.600	1.000	0.275
1 a 3	0.510	1.050	0.272
1 a 4	0.430	1.100	0.266
1 a 5	0.360	1.150	0.261
1 a 6	0.300	1.170	0.257

TABLA 27

DOSIFICACIONES PARA LECHADA PARA FABRICAR 1m³ DE MEZCLA

LECHADA: (AGUA-CEMENTO)		
DOSIFICACIÓN	CEMENTO (KG)	AGUA (LITROS)
Variable	900	700

La fluidez deberá de ajustarse con agua a la consistencia requerida según el tipo de aplicación. En algunas aplicaciones es posible utilizar arena fina hasta de 3 mm para conseguir una mayor estabilidad volumétrica de la mezcla.

TABLA 28
PORCENTAJES DE DESPERDICIO UTILIZADOS POR MATERIAL

MATERIAL	EN LA FABRICACIÓN DE LA MEZCLA	EN LA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA
Cemento		
Mortero	3.00%	
Arena	3.00%	
Arena cernida	10.00%	
Agua	10.00%	
Mezcla	30.00%	10.00%
Lechada		10.00%

Nota 1. Aplicar los factores de desperdicio a las cantidades señaladas en cada una de las tablas de dosificación.

Nota 2. Los factores de desperdicio señalados para la mezcla y lechada se aplican una vez fabricadas y durante el proceso de colocación de éstas.

TABLA 29
DOSIFICACIONES PARA MORTERO POR BOTE

MORTERO: MORTERO-ARENA			
DOSIFICACIÓN	MORTERO (BOTES)	ARENA (BOTES)	AGUA (m ³)
1 a 4	1	4	0.290
1 a 5	1	5	0.285
1 a 6	1	6	0.280
1 a 7	1	7	0.275
1 a 8	1	8	0.270

ALCANCES Y CRITERIOS DE MEDICIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para estos efectos la fabricación de morteros y lechadas se considera convencionalmente, como actividades básicas presentes durante la obra, por lo que se analizará inicialmente la fabricación de 1 m³ de cada tipo de mezcla y su cuantificación se realizará en cada una de esas actividades, según su consumo y en su respectiva unidad de obra terminada.

3.18 Alcances y Criterios de Medición y Cuantificación.

Para estos efectos la fabricación de morteros y lechadas se considera convencionalmente, como actividades básicas presentes durante la obra, por lo que se analizará inicialmente la fabricación de 1 m³ de cada tipo de mezcla y su cuantificación se realizará en cada una de esas actividades, según su consumo y en su respectiva unidad de obra terminada.

El costo de la mano de obra para la fabricación de morteros y lechadas se incluye, como práctica generalmente aceptada, en los rendimientos de las actividades principales en donde la fabricación del mortero es un proceso complementario importante, por ejemplo, en la fabricación de un muro de tabique recocado junteado con mortero, en cuyo caso debe incluirse el tiempo empleado en la fabricación del mortero, por lo que en el análisis del costo básico de fabricación de 1 m³ de estas mezclas no se considera el costo por mano de obra.

3.19 Cimbras.

Definición y características

“Es la estructura provisional o molde que soporta al concreto mientras esté fraguando y logra la resistencia suficiente para sostenerse a sí misma” (ACI 347 R 94). La cimbra es una estructura temporal que se utiliza en la fabricación de elementos estructurales o arquitectónicos para dar y mantener la forma del concreto fresco durante el proceso de fraguado.

Se distinguen dos partes importantes en la fabricación de la cimbra:

- Molde o forro. Son los elementos que están en contacto directo con el concreto y dan forma al concreto y al acabado.
- Obra falsa. Son los elementos que soportan al molde o forro.

La cimbra puede fabricarse de madera o de materiales metálicos, mixtos y plásticos sintéticos e industrializados. Para construcciones en las que el tiempo es determinante y el número de usos de una misma cimbra es considerable, es recomendable y más rentable optar por un sistema de cimbra industrializado fabricado con materiales como aluminio, fibra de vidrio, etc., aunque el costo inicial de adquisición sea mayor que el de la cimbra de madera.

Los requisitos de las cimbras son:

- Deben ser fuertes y rígidas para garantizar el soporte adecuado del elemento que se construye y satisfacer las tolerancias dimensionales permitidas.
- Deben ser lo suficientemente herméticas para evitar escurrimientos.
- Durante el proceso de vibrado y fraguado del concreto.
- Deben ser fácilmente desmontables para no dañar el acabado especificado del concreto y permitir su reutilización el mayor número de veces posible.

3.20 Recomendaciones.

- La cimbra debe ajustarse a la forma, dimensiones, niveles, alineamiento y acabado claramente indicado y especificado en los alcances del proyecto.
- La obra falsa debe estar correctamente contraventeada para garantizar su seguridad, forma, ubicación y rigidez necesarios.
- La obra falsa debe construirse tomando en cuenta las contraflechas especificadas en el proyecto. Si éste no indica algo especial, se podrán aplicar las especificaciones de la tabla 30.
- Los puntales o pies derechos deben colocarse a plomo, permitiendo una inclinación no mayor a 2 mm por metro lineal.
- La cimbra de contacto debe tener la suficiente rigidez para evitar las deformaciones ocasionadas por la presión del concreto o por el efecto del vibrado o de cualquier otra carga presente durante el proceso de colado.
- Cuando se trate de cimbra de madera, se debe cuidar que los elementos utilizados no se encuentren torcidos o deformados, así como evitar la colocación de piezas con nudos en las zonas expuestas a esfuerzos de tensión de los elementos estructurales. Pevio al colado debe humedecerse la cimbra de contacto.
- Para facilitar el proceso de descimbrado es recomendable, antes de armar y colocar el acero y el concreto, aplicar sobre la superficie de contacto de la cimbra algún producto desmoldante o desencofrante.
- Antes de iniciar el colado, la superficie de la cimbra debe estar libre de cualquier elemento extraño y dañino, como basura, pedazos de madera, etc.
- Durante el colado y antes del inicio del proceso de endurecimiento del concreto es recomendable inspeccionar el cimbrado con el fin de detectar deflexiones, asentamientos, pandeos o desajustes en los elementos de contacto o en la obra falsa.

TABLA 30
CONTRAFLECHAS

UBICACIÓN	CONTRAFLECHA
Trabes y vigas	1/400 de claro libre
Extremo de voladizos	1/200 de la longitud
Losas de tableros interiores	1/400 del claro corto
Losas de tablero de esquina	1/200 del claro corto

En la tabla 31 se mencionan las tolerancias geométricas aplicables a la cimbra.

TABLA 31
TOLERANCIAS EN EL ALINEAMIENTO Y VERTICALIDAD DE LAS CIMBRAS

UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO	TOLERANCIA
Desviación respecto a la vertical	En tramos hasta de 3 m	6 mm
	En tramos hasta de 6 m	12 mm
	En tramos mayores de 6 m	25 mm
En esquinas aparentes de columnas, ranuras de juntas de control y otras líneas principales	En tramos hasta de 6 m	6 mm
	En tramos mayores de 6 m	12 mm
Desviaciones respecto a niveles o pendientes de proyecto, medidas antes de retirar los puntales de soporte En cimbras para acabados aparentes.	En tramos hasta de 6 m	1 / 500 del claro
	En cimbras para acabados comunes	1 / 1300 del claro
En dinteles aparentes, parapetos y ranuras horizontales	En tramos hasta de 6 m	6 mm
	En tramos mayores de 6 m	12 mm
Desviaciones de alineamientos respecto a la posición establecida en planta y la posición relativa de columnas, muros y divisiones	En tramos hasta de 6 m	12 mm
	En tramos mayores de 6 m	25 mm
Desviaciones en la dimensión y localización de piezas de acoplamiento y abertura de pisos y muros		Entre 6 y 12 mm

(cont. tabla 31)

UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO	TOLERANCIA
Desviaciones de las dimensiones de las secciones transversales de columnas y vigas y en el espesor de losas		Entre 6 y 12 mm
Desvíos de zapatas. Variación en la desviación en planta.		Entre 12 y 50 mm.
Excentricidad o desplazamiento		20% del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento, sin exceder 50 mm

- La cimbra podrá reusarse cuantas veces sea posible, siempre y cuando se cuide que en cada uso se cumplan las especificaciones y requisitos del cimbrado, esto es que no se reduzca la rigidez ni la hermeticidad y que se cumpla satisfactoriamente con el acabado superficial especificado.
- El proceso de descimbrado se realizará bajo condiciones de seguridad
- estructural para la edificación.
- Evitar descimbrar partes de la estructura que no se encuentren debidamente apuntaladas a fin de soportar, durante la construcción, cargas que sean mayores a las de diseño.
- Durante el descimbrado no se debe dañar la superficie del concreto.
- El tiempo para retirar la cimbra está en función del tipo de la estructura, de las condiciones climáticas, del tipo del concreto utilizado y de los aditivos empleados, ya sea para acelerar o retardar el fraguado.
- A menos que el proyecto especifique otro ordenamiento, los tiempos recomendables para descimbrar se pueden consultar en la tabla 32.

TABLA 32
TIEMPOS RECOMENDADOS PARA DESCIMBRAR

ELEMENTO ESTRUCTURAL	CEMENTO CON RESISTENCIA INICIAL NORMAL	CEMENTO CON RESISTENCIA INICIAL RÁPIDA
Trabes y vigas	14 días	7 días
Losas	14 días	7 días
Bóvedas	14 días	7 días
Columnas	2 días	1 días
Muros y contrafuertes	2 días	1 días
Costados de trabes y losas	2 días	1 días

3.21 Alcances y Criterios de Medición y Cuantificación.

- La unidad para medir y cuantificar los trabajos de cimbra es generalmente el metro cuadrado (m²), aunque en algunos casos es aceptable considerar otras unidades de medición, como el metro lineal (m) cuando el elemento cimbrado tiene una longitud considerable y una sección transversal constante o el pie tablón (pt) aplicable a la cantidad de madera que se utiliza para la compra de material o para analizar el costo de la cimbra.
- Si se utiliza el metro cuadrado (m²) se debe cuantificar y medir sólo el área de contacto de la cimbra con el concreto.
- Si es el metro lineal (m) se debe cuantificar la longitud total del elemento que tenga contacto con el concreto, la superficie de contacto será determinada en el análisis de costos respectivo.
- El pie tablón es la unidad convencional utilizada para indicar la cantidad de madera. Se considera como unidad de volumen.

$$(\text{Pie tablón}) = [(\text{pulgadas}) \times (\text{pulgadas}) \times (\text{pie})] / 12$$

$$(\text{Pie tablón}) = [(\text{pulgadas}) \times (\text{pulgadas}) \times (\text{metros})] / 3.657$$

En la tabla 33 se presentan varios elementos comerciales de madera para cimbra y su respectivo equivalente en pies tablón.

TABLA 33

CANTIDAD DE PIES TABLÓN POR ELEMENTO DE MADERA

ELEMENTO	DIMENSIONES	FÓRMULA	PIES
Polín	3 1/2" x 3 1/2" x 8'	(3.50 pulgadas x 3.50 pulgadas x 8 pies)/12	8.17
Barrote	1 3/4" x 3 1/2" x 8'	(1.75 pulgadas x 3.50 pulgadas x 8 pies)/12	4.08
Duela	7/8" x 3 1/2" x 8'	(0.875 pulgadas x 3.50 pulgadas x 8 pies)/12	2.04
Triplay de madera de pino de 1a. de 19 mm de espesor	1.22 m x 2.44 m x 19 mm	(48 pulgadas x 96 pulgadas x 0.019m)/3.657	23.94
Triplay de madera de pino de 1a. de 16 mm de espesor	1.22 m x 2.44 m x 16 mm	(48 pulgadas x 96 pulgadas x 0.016m)/3.657	20.16
Polín (cortado a 40 cm long.)	3 1/2" x 3 1/2" x 0.40 m	(3.50 pulgadas x 3.50 pulgadas x 0.40m)/3.657	1.34
Barrote (cortado a 1.50 m long.)	1 3/4" x 3 1/2" x 1.50 m	(1.75 pulgadas x 3.50 pulgadas x 1.50 m)/3.657	2.51
Cualquier pieza de madera	1" x 1" x 1'	(1 pulgada x 1 pulgada x 1 pie)/12	0.08
Cualquier pieza de madera	1" x 1" x 0.3048	(1 pulgada x 1 pulgada x 0.3048 m)/3.657	0.08
Cualquier pieza de madera	1" x 12" x 1'	(1 pulgada x 12 pulgadas x 1 pie)/12	1.00

Pie tablón = (a pulgadas x b pulgadas x pie)/12

Pie tablón = (a pulgadas x b pulgadas x c metros)/3.657

Donde a es la dimensión mínima de la pieza de madera expresada en pulgadas, b es la dimensión media de la pieza de madera expresada en pulgadas y c es la dimensión máxima de la pieza de madera expresada en pies o metros (fuente: Costo y tiempo en edificación de Carlos Suárez Salazar).

Unidad 4

Concreto

4.1 Definición y Características.

El concreto hidráulico es una mezcla de agregados pétreos naturales, procesados o artificiales, cementante y agua, a la que además se le puede agregar algunos aditivos. Generalmente, esta mezcla es dosificada en unidades de masa en plantas de concreto premezclado y, en masa y/o en volumen en las obras. Los aditivos se dosifican en volumen o en masa según su presentación: en polvo, en masa y líquidos en volumen.

El concreto tiene las siguientes propiedades:

Trabajabilidad, Consistencia, Durabilidad, Impermeabilidad, Cambio de volumen y Resistencia.

- **Trabajabilidad.** Es la facilidad con que pueden mezclarse los ingredientes de la mezcla aunada a la capacidad de ésta para manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de homogeneidad. Se mide por la consistencia o fluidez con la obtención del revenimiento (norma mexicana NMX-C-156-1997-ONNCCE). Una mezcla bien proporcionada y trabajable perderá el revenimiento lentamente, en cambio una mezcla deficiente no tendrá cohesión ni plasticidad y se segregará.
- **Consistencia.** Se refiere al carácter de la mezcla respecto a su fluidez tanto en su estado seco como fluido.
- **Durabilidad.** Es la capacidad de resistencia a la intemperie, a la congelación y descongelación, a la acción de agentes químicos y al desgaste.

- Impermeabilidad. Se logra reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y si estos están interconectados, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. El contenido bajo de agua en la mezcla, la inclusión de aire y el curado óptimo y eficiente del concreto, aumentan la impermeabilidad.
- Cambio de volumen. La expansión debida a las reacciones químicas de los ingredientes del concreto ocasiona la contracción del concreto durante su secado, así como la aparición de grietas.
- Resistencia. Se determina mediante una muestra en forma de cilindro sometida a esfuerzos de compresión. Como el concreto aumenta su resistencia conforme pasa el tiempo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. Desde el punto de vista normativo se toman como referencia los siguientes códigos del ACI (American Concrete Institute): C192 (Investigaciones y pruebas de laboratorio), C31 (Investigación y pruebas con especímenes de campo), C39 (Procedimiento de prueba) y C42 (Pruebas de núcleos de concreto obtenidos por perforación) y las normas mexicanas NMX-C-83-ONNCCE-2002 (Prueba de resistencia a la compresión con especímenes de concreto cilíndricos) y NMX-C-169-1997-ONNCCE (Extracción y prueba de núcleos o corazones de concreto y sometidos a compresión).

° Los ingredientes de una mezcla deben seleccionarse con el fin de producir un concreto trabajable, cuyas características sean adecuadas para las condiciones de servicio al menor costo.

° Para optimizar costos, la cantidad de cemento debe mantenerse al mínimo, esto se logra seleccionando el agregado grueso del tamaño máximo posible para tener menos huecos y, por lo tanto, necesitar menos pasta de cemento para llenarlos. La relación agua/cemento debe ser lo más baja posible para producir un concreto trabajable que garantice la resistencia a la compresión, durabilidad e impermeabilidad especificadas y cuya contracción no sea excesiva.

° El agua agregada a una mezcla muy dura o poco plástica mejorará su trabajabilidad, pero el exceso, sin incrementar proporcionalmente la cantidad de cemento, tiene efectos perjudiciales.

° La relación agua/cemento determina las características y propiedades del concreto endurecido, especialmente su resistencia. Los valores más bajos de esta relación corresponden a las resistencias más altas.

° Los códigos y normas relativas a la fabricación de concretos determinan la relación agua/cemento máxima permisible para concretos con resistencias específicas de diseño. A continuación se presenta una gráfica (figura 6) sobre la relación agua/cemento adecuada para diferentes resistencias de diseño del concreto (f'_c).

En la construcción de elementos de concreto estructurales o arquitectónicos se distinguen las siguientes actividades consecutivas e importantes, que en este manual se tratarán por separado respetando el orden con el que se ejecuta cada proceso.

- Proporcionamiento y dosificación. Es la determinación de la cantidad de los materiales que intervienen en la mezcla para fabricar concreto partiendo de la relación agua/cemento y la resistencia deseada. No se incluye en este manual el método para determinar la dosificación; dicho método se plantea ampliamente en el informe 211 del ACI (American Concrete Institute).
- La dosificación del cemento se mide en kilogramos (kg) de masa, ya sea por peso directo de la cantidad requerida o por medio del uso de sacos enteros. Se acepta una tolerancia de $\pm 1\%$ con respecto a la cantidad requerida.
- La dosificación del agregado fino y grueso puede hacerse en kilogramos (kg) pesando el material requerido o, también, por volumen utilizando recipientes rígidos, herméticos y de capacidad verificable.

En obra se utilizan, convencionalmente, botes de 19 litros de capacidad nominal y si están muy deformados se verificará su capacidad real antes de utilizarlos. Es aceptable una tolerancia de variación de $\pm 2\%$ con respecto a la cantidad requerida. La

dosificación del agua se puede medir en kilogramos (kg) o en litros (l). Se acepta, al igual que el cemento, una tolerancia de +/-1% con respecto a la cantidad requerida.

- La dosificación del agua puede realizarse en kilogramos (kg) por volumen (un kilogramo de masa agua es igual a un litro) y medirse en los mismos recipientes y en las mismas condiciones que para los agregados. Se acepta una tolerancia de variación de +/-1% de la cantidad requerida.
- La dosificación de aditivos, cuando sea el caso, se hará en kilogramos (kg) si son sólidos (pulverizados) o en volumen si son líquidos. Se acepta una tolerancia de variación de +/-3% con respecto a las cantidades requeridas.
- Es importante definir, antes de fabricar el concreto, las cantidades de los materiales a fin de elaborar mezclas con el volumen y las propiedades requeridas.
- Las proporciones de arena y grava deben ajustarse en función de la cohesión y manejabilidad que se requieran en el proyecto. La cantidad de arena, en ningún caso, debe exceder a la de la grava.

En la tabla 34 se presentan dosificaciones para fabricar concretos de diferente resistencia.

TABLA 34
DOSIFICACIONES Y PROPORCIONAMIENTOS
PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO

RESISTENCIA DE DISEÑO (f'c) CON TMA 20 mm (1 1/2")						
MATERIAL	UNIDAD	100	150	200	250	300
Agua	litro	57	48	38	33	24
Cemento	bulto (50 kg)	1	1	1	1	1
Arena	litro	143	105	76	67	48
Grava	litro	152	124	114	95	86

RESISTENCIA DE DISEÑO (f'c) CON TMA 40 mm (3/4")						
MATERIAL	UNIDAD	100	150	200	250	300
Agua	litro	57	48	38	33	24
Cemento	bulto (50 kg)	1	1	1	1	1
Arena	litro	133	105	76	67	48
Grava	litro	181	162	143	124	105

RESISTENCIA DE DISEÑO (f'c) CON TMA 20 mm						
MATERIAL	UNIDAD	100	150	200	250	300
Agua	bote	3	2.5	2	1.75	1.25
Cemento	bulto	1	1	1	1	1
Arena	bote	7.5	5.5	4	3.5	2.5
Grava	bote	8	6.5	6	5	4.5

*1 bote= 19 litros **1 bulto = 50kg

RESISTENCIA DE DISEÑO (f'c) CON TMA 40 mm						
MATERIAL	UNIDAD	100	150	200	250	300
Agua	bote	3	2.5	2	1.75	1.25
Cemento	bulto	1	1	1	1	1
Arena	bote	7.5	5.5	4	3.5	2.5
Grava	bote	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5

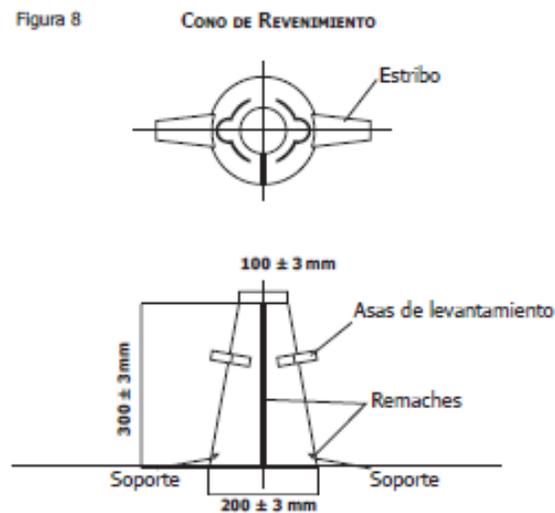
Nota: tma es el tamaño máximo del agregado grueso. *1 bote= 19

PORCENTAJE DE DESPERDICIO PROMEDIO DURANTE LA FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS		
MATERIAL	EN LA FABRICACIÓN DE LA MEZCLA	EN LA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA
Cemento	3 %	
Arena	10 %	
Grava	10 %	
Agua	30 %	
Concreto		5 %

4.2 Prueba de Revenimiento.

Determinación del revenimiento del concreto fresco (norma mexicana nmx-c-156-1997-onncce)

El revenimiento es la medida de la consistencia del concreto fresco en términos de disminución de altura. Para hacer la prueba se requiere un molde en forma de cono truncado de acero o de cualquier otro material no poroso ni absorbente (ver figura 8), un cucharón como el utilizado para la toma de muestras, una varilla del no. 5 (5/8") con punta semiesférica, una charola metálica o de otro material no absorbente ni poroso y una cinta métrica relativamente rígida.



El procedimiento es el siguiente:

- Se humedece el molde cónico trunco.
- Se coloca el molde sobre la charola sujetándolo firmemente con los pies y sobre los estribos del cono.
- Se llena el molde con capas iguales hasta completar tres partes.

- Cada capa de concreto se compacta por medio de la varilla haciendo 25 penetraciones de manera uniforme en toda la sección del molde. En la primera capa se introduce la varilla hasta tocar el fondo, sin abollarlo ni deformarlo y en las dos siguientes hasta penetrar 2 cm aproximadamente de la capa inferior anterior. La capa superior debe rebasar el borde del molde y enrasarse con la misma varilla al término de la compactación.
- Se levanta el molde verticalmente y sin movimientos laterales ni torsionales; esta operación debe tomar entre 3 y 7 segundos. Después del llenado del molde hasta su retiro no deberán pasar más de 2.5 minutos. El molde se coloca a un lado del espécimen de concreto.
- Inmediatamente se mide el revenimiento. Se coloca la varilla horizontalmente en la parte superior del molde y sobre el espécimen de concreto y se mide la distancia desde la parte inferior de ésta, hasta el centro desplazado de la parte superior de la masa de concreto. Si alguna parte del concreto se desliza o se cae hacia un lado, se desecha la prueba y se efectúa otra utilizando un concreto diferente pero de la misma muestra tomada originalmente.
- Si la segunda prueba presenta caída o deslizamiento del concreto es probable que se deba a que la mezcla no tiene la suficiente plasticidad y cohesividad en cuyo caso la prueba del revenimiento no se aplicará. El reporte de la prueba debe contener los siguientes datos:
 - Revenimiento obtenido en cm.
 - Revenimiento de proyecto en cm.
 - Tamaño máximo del agregado.
 - Identificación y datos del concreto.

A continuación, se presenta información acerca de los revenimientos más comunes y de sus respectivas tolerancias. Ver tablas 40 y 41 respectivamente.

TABLA 40
REVENIMIENTOS ESPECIFICADOS

REVENIMIENTO (cm)	CARACTERÍSTICAS
10	Poco trabajable y no bombeable
12	Trabajable en grado medio y no bombeable
14	Trabajable y no bombeable
14 Bombeable	Trabajable y bombeable
18 Bombeable	Muy trabajable y bombeable

TABLA 41
VALOR NOMINAL DEL REVENIMIENTO Y TOLERANCIAS

REVENIMIENTO NOMINAL (mm)	TOLERANCIA (mm)
Menor de 50	+/- 1.5
De 50 a 100	+/- 2.5
Mayor de 100	+/- 3.5

Fuente: norma mexicana NMX-C-155-ONNCCE-2004

Conclusiones de la prueba

Si el revenimiento medido en la o las pruebas no es el requerido ni aún aplicando las tolerancias respectivas, el concreto de donde se tomó el muestreo debe desecharse pues no es aceptable para su colocación. Si el revenimiento es menor al especificado o solicitado puede ser que el concreto haya iniciado el proceso de fraguado. Si el revenimiento es mayor, puede ser que la relación agua/cemento se haya incrementado sin la debida autorización o control, lo cual afecta la resistencia.

Es importante mencionar que la utilización de las pruebas antes mencionadas no es limitativa ni exclusiva de los concretos premezclados; desde luego son aplicables también al concreto hecho en obra.

4.3 Aditivos para Concreto.

Son materiales diferentes del agua, de los agregados y del cemento, que se pueden emplear como componentes del concreto y que se agregan en pequeñas cantidades a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado, interactuando con el sistema hidratante-cementante mediante la acción física, química o físico-química, y que modifican una o más de las propiedades del concreto o mortero en sus etapas: fresco, fraguando, endureciéndose y endurecido.

No se consideran como aditivos los suplementos del cemento como escorias, puzolanas naturales o humo de sílice, ni las fibras empleadas como refuerzo, los cuales pueden ser constituyentes del cemento, mortero o concreto.

Los aditivos químicos para el concreto actúan directamente sobre el contenido de cemento en la mezcla del concreto y se dosifican comúnmente en mililitros o centímetros cúbicos por kilogramo de cemento, en porcentaje con respecto al contenido de cemento, o en volumen con respecto al peso de cemento.

Aunque los aditivos, a diferencia del cemento, los agregados y el agua, no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, son importantes y su uso se extiende cada vez más, por la aportación que hacen a la economía de la mezcla; por la necesidad de modificar las características del mortero o concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor, y otras veces, su utilización como único medio factible para lograr las características deseadas en el concreto, como baja permeabilidad, alta resistencia a temprana edad, alta fluidez para colocarse por su peso propio, facilidad de bombeo a distancias largas o altura, entre otras.

Los aditivos químicos para el concreto, son compuestos solubles en agua, que actúan directamente sobre el contenido del cemento para modificar las características en estado fresco o endurecido del concreto y están normalizados por la NMX C-255-ONNCCE-2006 aunque en el país la referencia más usual es la norma norteamericana ASTM-C-494.

Los aditivos deben cumplir con los requisitos de desempeño, así como con las propiedades descritas en la norma.

4.4 Aditivos para Concreto TIPO A – Reductor de Agua.

Descripción:

Es un reductor de agua de la mezcla de concreto, que por efecto de la dispersión de las partículas de cemento, se traduce en mayores resistencias con la misma cantidad de cemento o importantes ahorros de cemento para las mismas resistencias.

Aplicaciones principales:

- Es un aditivo ideal para obtener mezclas cohesivas, de buena trabajabilidad y buena apariencia. No altera sustancialmente los tiempos de fraguado normal y mejora las condiciones de resistencia y durabilidad del concreto endurecido.

Características y beneficios:

En estado plástico:

- Reduce el contenido de agua de mezcla por lo menos en 5 %.
- Mejora la trabajabilidad.
- Mejora la cohesión.
- Reduce la tendencia a la segregación y al sangrado. En estado endurecido:
- Aumenta la resistencia a la compresión axial y a la flexión.
- Mejora la adherencia al acero de refuerzo.
- Reduce la tendencia al agrietamiento.

4.5 Aditivos para Concreto TIPO B – Retardante de Fraguado.

Descripción:

Es generalmente un líquido producido sintéticamente. Actúa en el concreto como agente de fraguado extendido de una forma prevista y controlada.

Es un ácido carboxílico hidroxilado modificado, que no contiene cloruro de calcio u otros materiales potencialmente corrosivos y puede ser empleado con aluminio o zinc. Se puede emplear en varias dosificaciones para lograr un fraguado extendido, de hasta 30 horas, comparado con una mezcla testigo (concreto sin aditivo).

Frecuentemente se necesitan tiempos de fraguado extendido en plataformas de puentes, donde el peso muerto adicional del concreto causará deflexión y falta de cohesión con el reforzamiento, así como agrietamiento excesivo. Generalmente es compatible con otros aditivos, pero es indispensable realizar ensayos previos.

Principales aplicaciones:

- Concreto pretensado.
- Concreto que requiere control de tiempo de fraguado.
- Concreto arquitectónico.
- Colados de lenta velocidad de colocación y acabado.

Características y beneficios:

- Concreto plástico.
- Controla la velocidad del fraguado.
- Mejora el acabado.
- Mejora la trabajabilidad.
- Reduce la segregación.
- Concreto endurecido.
- Aumenta la resistencia a la compresión axial y a la flexión.
- Mejora la apariencia del acabado.
- Reduce la posibilidad formación de juntas frías.

4.6 Aditivos para Concreto TIPO C – Acelerante de Fraguado.

Descripción:

Es generalmente un aditivo líquido elaborado a base de cloruro de calcio o de silicato u otras sales inorgánicas, exentas de cloruros.

El aditivo actúa mediante una reacción química con el cemento, acelerando el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión axial a temprana edad. Estos aditivos son compatibles con agentes inclusores de aire, ciertos aditivos súper plastificantes y ciertos aditivos reductores de agua convencionales.

Principales aplicaciones:

- Colocación de concreto en climas fríos.
- Concreto convencional y estructural.
- Incrementar la producción en planta de bloques, adoquines y tabicones de concreto.
- Concretos para fabricación de tubos.
- Para la fabricación de elementos prefabricados, pos tensados o pretensados, el aditivo acelerante deberá estar exento de cloruros.

Características y beneficios:

- Reduce el tiempo de fraguado inicial entre una hora y tres horas y media con respecto al testigo.
- Mejora el desarrollo de resistencia a la compresión a edades tempranas.
- Disminuye las horas extras de trabajo ya que permite realizar el acabado del concreto en el menor tiempo posible.
- Si se utilizan sin cloruros, aumentan la protección del acero de refuerzo.
- Los acelerantes de fraguado disminuyen en 10 % aproximadamente la resistencia potencial del concreto.

4.7 Aditivos para Concreto TIPO C2 – Acelerante de Resistencia.

Descripción:

Tiene una reacción físico-química con el cemento, plastificando y reduciendo el agua de la mezcla de concreto, muestra mejores características de fraguado y acabado cuando se compara con otros aditivos reductores de agua comunes del tipo A o F. Se puede utilizar dentro de un amplio rango de dosificaciones, no contiene cloruro de calcio u otros ingredientes promotores de la corrosión.

Principales aplicaciones:

- Concreto para pavimentos, pisos industriales y en general en donde se requiere que el concreto tenga un fraguado previsto y controlado.
- Concreto industrializado para uso general.
- Concreto colocado en clima frío.

Características y beneficios:

Concreto fresco

- Mejora el acabado.
- Mejora la trabajabilidad.
- Reduce los requerimientos de agua, por lo menos en 8 % de agua de mezcla.
- Reduce la tendencia a la segregación.

Concreto endurecido

- Incrementa la resistencia con respecto al testigo en al menos 110 % a un día.
- Mejora la apariencia del acabado.
- Reduce la tendencia al agrietamiento.
- No mancha.
- Incrementa la durabilidad.

4.8 Aditivos para Concreto TIPO D – Reductor de Agua y Retardante.

Descripción:

Es generalmente un aditivo de color café oscuro, que tiene una acción físico- química con el cemento, favoreciendo la hidratación de las partículas de éste, reduciendo el agua de la mezcla y plastificando la masa del concreto.

El uso del aditivo reductor de agua y retardante, provee al concreto de una plasticidad y fluidez adecuada mejorando las características del concreto tanto en estado plástico como endurecido.

Principales aplicaciones:

- Concreto colocado en climas cálidos.
- Concreto que se transporta a distancias largas.
- Concreto que requiere alta trabajabilidad: bombeo y colados en estructuras.
- El aditivo se puede utilizar como reductor de agua y retardante y como fluidificante.
- Por sus características, es el aditivo más empleado en el país.

Características y aplicaciones:

- Reduce la cantidad de agua de mezcla por lo menos en 5 % (usualmente entre el 7 y el 9 %)
- Retarda el tiempo de fraguado inicial entre una y tres y media horas, con respecto al testigo.
- Aumenta la resistencia a la compresión axial por lo menos en 110% a 28 días.
- Mejora la trabajabilidad y facilita el acabado.
- Reduce la tendencia a la segregación y el sangrado.
- Reduce la permeabilidad.
- Facilita el bombeo del concreto.
- Aumenta la durabilidad.

4.9 Aditivos para Concreto TIPO E – Reductor de Agua y Acelerante.

Descripción:

Es un aditivo que resulta de la combinación de compuestos acelerantes y reductores de agua. Mejora las propiedades plásticas y de endurecimiento del concreto tales como la trabajabilidad, resistencia a la compresión y a la flexión. Es un material a base de sales inorgánicas compatibles con agentes inclusores de aire y debe ser añadido a la mezcla en forma separada y dosificada.

Principales aplicaciones:

- Colocación de concreto en clima frío.
- Concreto estructural.
- Bloques de concreto.
- Fabricación de tubos de concreto y muchos elementos pre- fabricados.

Características y beneficios:

- Reduce el tiempo de fraguado inicial entre una y tres horas y media, con respecto al testigo.
- Reduce el agua de mezclado por lo menos en 5 %.
- Desarrolla alta resistencia a edad temprana, por lo que permite un tiempo más corto para descimbrar.
- Aumenta la densidad del concreto.
- Minimiza la tendencia al sangrado y a la segregación.

4.10 Aditivos para Concreto TIPO F – Reductor de Agua de Alto Rango.

Descripción:

Es un aditivo que puede ser dosificado al concreto en la obra o en la planta de concreto industrializado. No se utilizan cloruros en su formulación, por lo tanto se recomienda para concreto pretensado o postensado. Es también muy compatible con agentes inclusores de aire, impermeabilizantes integrales y muchos otros aditivos. Sin embargo, cada material debe ser agregado al concreto por separado.

Principales aplicaciones:

- Concretos durables de alto desempeño.
- Concreto industrializado en general.
- Concreto densamente armado.
- Concreto para losas y concreto en masa.
- Concretos de baja relación agua/cemento.
- Concretos hiperfluidos.

Características y beneficios:

- Produce concreto de bajo contenido de agua y con baja relación agua/cemento lo que permite resistencias más altas. Reduce el agua de la mezcla por lo menos en 12 %.
- Útil en la producción de concreto hiperfluido cuya resistencia es generalmente más alta que las normales.
- Ayuda a la colocación del concreto y reduce los costos de mano de obra.
- Cuando se utiliza en elementos prefabricados, elaborados con cemento Holcim Apasco CPC 40 R, o CPC 40, se puede obtener resistencia alta a edad temprana, mayor de 140 % en un día.

4.11 Aditivos para Concreto TIPO G – Reductor de Agua de Alto Rango y Retardante.

Descripción:

Es un aditivo formulado específicamente para extender el tiempo de trabajabilidad del concreto fluido a temperaturas de hasta 45°C.

Principales aplicaciones:

- Concreto reforzado.
- Concreto de alta resistencia.
- Losas industriales.
- Concreto ligero.
- Concreto pretensado.
- Concreto colocado bajo agua.

Características y beneficios:

- Produce concreto fluido con un intervalo de pérdida de revenimiento y trabajabilidad, suficientes para permitir la colocación adecuada del concreto.
- Reduce en gran medida la demanda de agua, facilitando la fabricación de concretos de baja relación agua/cemento (12 % menos).
- Reduce la tendencia a la segregación y el sangrado del concreto.
- Reduce las fisuras y la permeabilidad del concreto endurecido.

4.12 Aditivos para Concreto TIPO F2 – Súper Plastificante.

Descripción:

Es un aditivo cuyos compuestos son solubles al agua, que se utilizan en la producción de concreto superfluido.

Principales aplicaciones:

- Para fabricación de concretos que requieren alta trabajabilidad: bombeo a grandes distancias, horizontales y verticales, así como estructuras estrechas y/o densamente armadas.
- Es compatible con otros aditivos. Cada uno de ellos deberá añadirse por separado.

Características y beneficios:

- Incrementa la consistencia del concreto por lo menos en 9 cm.
- Se obtienen resistencias a compresión axial a temprana edad por lo menos en 90% a tres días.
- No debe modificar el tiempo de fraguado del concreto.
- Mejora la trabajabilidad y facilita el acabado.
- Facilita el bombeo del concreto.
- Reduce la segregación y el sangrado.
- Reduce la permeabilidad.
- Aumenta la durabilidad.

4.13 Aditivos para Concreto TIPO G2 – Súper Plastificante y Retardante.

Descripción:

De las mismas características que el aditivo tipo F2, con la diferencia que retarda el fraguado del concreto.

Principales aplicaciones:

- Se utiliza principalmente en la fabricación de concretos que requieren alta trabajabilidad: bombeo a largas distancias, horizontales y verticales, así como en estructuras estrechas y/o densamente armadas. Se utiliza como reductor de agua de alto rango y retardante, así como superfluidificante.
-
- Este aditivo es compatible con otros, en cuyo caso cada uno de ellos deberá añadirse a la mezcla por separado.

Características y beneficios:

- Incrementa la consistencia del concreto, por lo menos en 9 cm.
- Incrementa la resistencia a compresión axial por lo menos en 90% a tres días.
- Aumenta el tiempo de fraguado inicial entre una y tres horas y media.
- Mejora la trabajabilidad y facilita el acabado.
- Facilita el bombeo del concreto.
- Reduce la tendencia a la segregación y sangrado.
- Reduce la permeabilidad.
- Aumenta la durabilidad.

4.14 Aditivos para Concreto TIPO AA – Includor de Aire.

Descripción:

Es un aditivo especialmente diseñado para utilizarse en concreto o mortero expuesto a congelamiento y deshielo. Adicionalmente provee mayor trabajabilidad al concreto sin la necesidad de adicionar agua a las mezclas.

Principales aplicaciones:

- Todo tipo de elementos o estructuras expuestas al congelamiento como: pavimentos, cámaras de refrigeración, puentes, entre otros.

Características y beneficios:

- Mejora la trabajabilidad del concreto, especialmente cuando existe deficiencia en la granulometría de los agregados o bajo contenido de cemento.
- Provee un sistema de espacios de aire estable con un tamaño y espaciamiento de burbuja adecuado. Este sistema de espacios de aire protege al concreto contra el daño que causan los ciclos de congelamiento y descongelamiento.
- El concreto se vuelve más resistente a las sales deshielantes, al ataque de sulfatos y al agua corrosiva.
- Puede reducir la cantidad de agua de mezclado, mejorando la trabajabilidad del concreto.
- Reduce la tendencia al sangrado de las mezclas ásperas.
- Reduce la segregación y la contracción del concreto.

4.15 Adiciones para Concreto – Impermeabilizante Integral.

Descripción:

Es generalmente un polvo higroscópico que se añade a la mezcla de concreto para que rechace al agua y mejore la trabajabilidad y así disminuya la permeabilidad del concreto endurecido. Para que este efecto sea más efectivo, se recomienda aplicarlo en concreto de $F'c$ mayor a 200 Kg/cm²

Principales aplicaciones:

- Se utiliza para reducir la permeabilidad en todo tipo de concreto expuesto al agua, principalmente en cimentaciones, tanques de almacenamiento de agua, sistemas de alcantarillado, canales, losas, etc.

Características y beneficios:

- Reduce la absorción del concreto endurecido.
- Reduce la permeabilidad del concreto.
- Mejora la trabajabilidad y facilita el acabado.
- Reduce ligeramente el agua de mezcla del concreto, incrementando la resistencia final.
- Reduce la capilaridad del concreto evitando la eflorescencia.
- Aumenta la durabilidad del concreto.

4.16 Adiciones para Concreto – Polvo de Microsílica Densificada.

Descripción:

Es una adición para concreto a base de polvo de microsílíce, listo para usarse. Este producto reacciona químicamente con el hidróxido de calcio en la pasta del cemento generando silicato de calcio hidratado, el cual aumenta la resistencia y la durabilidad. La microsílíce superfina (finura 60 a 100 veces mayor que la del cemento Pórtland) llena los espacios entre las partículas de cemento, creando un concreto muy denso y menos permeable.

Principales aplicaciones:

- Concreto de baja permeabilidad.
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto de peso volumétrico alto.
- Concreto durables, en ambientes agresivos.
- Concreto, en general, de alto desempeño.

Características y beneficios:

- Alta resistencia final a la compresión axial y a la flexión, para una mayor capacidad estructural.
- Alto desarrollo de resistencias tempranas, para un reinicio más rápido de actividades.
- Baja permeabilidad para una mayor resistencia a la penetración de fluidos (agua, aire y gases).
- Mayor resistencia física a la abrasión para una mayor expectativa de vida del concreto.

4.17 Adiciones para Concreto – Fibras de Refuerzo de Polipropileno.

Descripción:

Las fibras de polipropileno están diseñadas específicamente como refuerzo secundario del concreto. Son monofilamentos que se dispersan tridimensionalmente en la mezcla al agregarse en la planta de concreto industrializado o en la obra.

La utilización de este tipo de fibras deberá tener como principal objetivo minimizar el agrietamiento por contracción plástica, el cual se presenta en el momento de iniciarse la rigidización del concreto.

Principales aplicaciones:

- Losas para proyectos de concreto industrial, comercial y residencial.
- Lechos de cimentación, cimentaciones, paredes y tanques.
- Tubos de concreto, cajones funerarios y vigas pretensadas.
- Pavimentos de concreto y en general concretos extendidos y exteriores.
- Aplanados de muros.

Características y beneficios:

Concreto fresco

- Reduce el agrietamiento por contracción plástica.
- Reduce la tendencia a la segregación.
- Provee refuerzo tridimensional, comparado con el bidimensional de la malla electrosoldada.

Concreto endurecido

- Reduce el agrietamiento.
- Aumenta la durabilidad de la superficie.

4.18 Adiciones para Concreto – Fibra Prefabricada Estructural de Poliéster y Polipropileno.

Descripción:

Es una fibra sintética especialmente diseñada, para fines estructurales del concreto, cuyos materiales antagónicos y el efecto mecánico del mezclado fibrilan y proveen un refuerzo tridimensional, comparado con el bidimensional de la malla electrosoldada.

Principales aplicaciones:

- Losas de concreto sobre rasantes, para pisos industriales, comerciales y residenciales.
- Lechos de cimentaciones, cimentaciones y tanques.
- Tubos de concreto, cajones funerarios y vigas pretensadas.

Características y beneficios:

Concreto fresco

- Controla y minimiza el agrietamiento por contracción plástica y añade mayor tenacidad al concreto.
- Reduce la segregación.
- Minimiza el agua de sangrado.
- Provee refuerzo tridimensional, comparado con el bidimensional de la malla electrosoldada.

Concreto endurecido

- Reduce el agrietamiento.
- Aumenta la durabilidad de la superficie. Otros beneficios
- Reduce el costo de colocación comparado con el del concreto armado con malla electrosoldada.
- Fácil de usar y puede agregarse a la mezcla de concreto en cualquier momento antes de colocarla, cuidando de mezclarla el tiempo necesario para su dispersión.

4.19 Productos Complementarios Concreto – Retardante de Evaporación.

Descripción:

Es un compuesto diseñado para ser utilizado como un retardante de la evaporación en obras de concreto extendido de todo tipo. Cuando se aplica sobre el concreto fresco forma una película delgada y continua que previene la pérdida rápida de la humedad de la superficie. Es fácil de usar y requiere solamente de la adición de agua antes de aplicarse por aspersión. Es especialmente efectivo cuando se debe trabajar el concreto a cielo abierto (con luz solar directa, viento, altas temperaturas o humedad relativa baja).

Principales aplicaciones:

- Pisos industriales.
- Pavimentos.
- Recubrimientos de concreto convencional.
- Plataformas, losas y rampas de estacionamiento.

Características y beneficios:

- Mantiene la humedad superficial en pisos de concreto, losas y pavimentos, evitando su secado rápido.
- Ayuda a prevenir el agrietamiento por contracción plástica del concreto.
- Ayuda a eliminar las asperezas debidas a la pérdida de humedad superficial.
- Útil como auxiliar del acabado durante las operaciones con la llana.
- A base de agua para ser totalmente compatible con el concreto fresco.
- Excelente para trabajos interiores y exteriores en superficies planas.
- No afecta la adherencia del compuesto de curado u otros tratamientos para pisos.

4.20 Productos Complementarios Concreto – Membrana de Curado y Sellado.

Descripción:

Es una membrana emulsionada para el curado del concreto, sellado y endurecimiento del concreto, que evita el desprendimiento de polvo de la capa superficial. El uso de este producto es adecuado sobre concreto viejo o nuevo y se comporta bien tanto en interiores como en exteriores, sin los efectos adversos de los sistemas cuya base son los disolventes.

Principales aplicaciones:

- Hospitales.
- Concreto exterior.
- Bodegas en general.
- Muros.
- Pisos industriales.
- Sótanos.
- Concreto interior.
- Muros y pisos tilt up.

Características y beneficio:

- Forma una barrera húmeda y eficiente para un óptimo curado del concreto.
- Sella superficies de concreto para protegerlas de los efectos del medio ambiente.
- Ayuda a eliminar el polvo de las superficies del concreto en pisos y pavimentos mediante un buen desarrollo de resistencias.
- Proporciona una alternativa segura para los materiales base solvente cuyos vapores pueden ser indeseables.

4.21 Productos Complementarios Concreto – Compuesto para Curado Formado por Membrana.

Descripción:

Es un compuesto líquido formador de membrana, de color blanco.

Está formulado para prevenir la evaporación rápida, que es un método económico y eficiente para curar concreto. Es una emulsión a base de agua que contiene una fina dispersión de partículas de ceras y parafinas.

Principales aplicaciones:

- Concreto interior y exterior.
- Superficies verticales y horizontales.
- Losas de pisos industriales.
- Columnas estructurales.
- Cimientos.
- Pisos con endurecedor superficial.
- Pavimentos

Características y beneficios:

- El uso de este producto asegura un curado adecuado que dará como resultado un concreto más fuerte y resistente al desgaste.
- Provee una retención óptima de humedad.
- Se puede aplicar rápida y fácilmente con un aspersor.
- No deja residuos duros en el equipo de aplicación.
- No contiene disolventes.

4.22 Recomendaciones para el de Aditivos.

- El uso de cualquier aditivo debe considerarse siempre en función de la economía que traen al sistema.
- Los aditivos no son una respuesta mágica a los problemas del concreto derivado del mal diseño o mala práctica.
- Todo el concreto, incluyendo al que se le añadan aditivos, tiene que ser preparado, manejado, colocado, acabado y curado siguiendo los lineamientos generalmente aceptados como buena práctica.
- En algunos casos el empleo de aditivos puede ser la única forma de proporcionar al concreto comportamientos, características o propiedades determinadas, sin embargo, en otras ocasiones es posible obtenerlos mediante la selección correcta y el uso de algún tipo de cemento o agregado, a fin de utilizar los aditivos únicamente cuando sea estrictamente necesario.
- Si se emplea un aditivo inclusor de aire se debe procurar que no exceda el 6% de aire con respecto a la masa del concreto para evitar reducciones considerables en la resistencia del mismo.
- Al utilizar aditivos adhesivos o membranas de curado, es recomendable aplicarlos sobre superficies libres de pequeños elementos sueltos del mismo concreto, madera, etc. para asegurar que los efectos de estos productos se cumplan.

- Cuando se use un aditivo expansor es conveniente cuidar que la cimbra se encuentre totalmente cerrada y rígida para evitar sobre expansiones que reduzcan la resistencia del concreto endurecido.
- Los adhesivos base polímeros (p.e. látex) no se deben utilizar para unir elementos de concreto que tengan una función estructural; para este caso se recomienda el uso de adhesivos epóxicos.
- Si se emplea un aditivo por primera ocasión, es conveniente consultar al fabricante respecto a los usos adecuados, dosificación, requisitos para su uso eficiente, almacenamiento apropiado, caducidad, etc. Así mismo, es recomendable que se realicen pruebas previas antes de utilizarlo para verificar la efectividad y la dosificación correcta.
- El empleo de algunos aditivos (como los acelerantes) exige cuidados posteriores a su aplicación, por lo que se recomienda observar y monitorear el comportamiento del concreto, una vez aplicado el producto.
- La utilización de aditivos significa un costo extra en el precio unitario del concreto, por lo que debe considerarse en la elaboración del presupuesto original.
- Es importante programar la utilización de los aditivos a fin de almacenarlos el menor tiempo posible, ya que esta circunstancia puede modificar sus propiedades.
- Los aditivos deben almacenarse en lugares frescos y secos, bajo techo y libres de humedad.

- Se tiene que cuidar minuciosamente la dosificación de los aditivos, ya que una sobredosificación puede causar efectos no deseados.
- Es posible y permisible tener varios tipos de aditivos actuando en una misma mezcla de concreto, siempre y cuando no provoquen efectos contrarios entre sí, por ejemplo, no añadir un aditivo acelerante junto con uno retardante.
- Debido a que la cantidad de aditivo que se suministra al concreto debe ser precisa, la dosificación debe hacerse en recipientes cuya capacidad esté perfectamente calibrada.
- Tanto los aditivos en presentación líquida como sólida deben conservarse en los empaques originales durante su almacenamiento y antes de su aplicación.
- Los aditivos se integrarán al concreto en estado líquido diluyéndose previamente con el agua para la mezcla. Los aditivos en polvo se combinarán con el cemento antes de mezclarlo con el resto de los materiales.
- En algunos casos, según el tipo de aditivo, el contacto directo con la piel puede ser dañino, por lo que se recomienda tomar las medidas de precaución y seguridad adecuadas para su manejo.

4.23 Cuidados Especiales del Concreto a Temperaturas Bajas.

- A menor temperatura del concreto, menor velocidad en el proceso de endurecimiento y adquisición de resistencia y mayor tiempo para el proceso de curado.
- Se debe evitar que el concreto, expuesto a temperatura muy fría, se congele o se descongele mientras tiene una edad temprana. Esto se logra implementando el curado de manera adecuada y evitando los cambios de temperatura, mediante la instalación de sistemas de aislamiento o protección del lugar de colado.
- Cuando se cuela un concreto fabricado a temperaturas muy bajas se debe proteger de la congelación por lo menos durante 48 horas después del colado. En estas condiciones climáticas, para obtener un comportamiento eficiente del concreto debe mantenerse a más de 5°C durante 6 días posteriores al colado.
- Si el concreto que se utiliza no tiene aditivos inclusores de aire, el tiempo de protección del concreto con relación a la temperatura de congelación debe ser de 12 días.
- El mantenimiento de las temperaturas requeridas en el inicio del fraguado se logra calentando el agua para la mezcla y si es necesario los agregados también. El agua debe calentarse por lo menos a 60°C de manera controlada y en cantidad suficiente a fin de no tener variaciones si se hace mediante calentamientos parciales.
- Para el concreto es un peligro la congelación así como las temperaturas altas o el sobrecalentamiento, éste último acelera la acción química elevando el requerimiento de agua para alcanzar el revenimiento de diseño, aumenta la contracción térmica, el fraguado instantáneo y la pérdida de inclusión de aire, si es el caso.

- Para evitar el sobrecalentamiento, se debe introducir en la mezcladora o revolvedora inicialmente y de manera conjunta el agua y los agregados, a fin de que el agregado más frío reduzca la temperatura del agua a menos de 26 °C.
- Si se opta por calentar los agregados, se hará con vapor o agua caliente entubada de manera que circule entre el agregado almacenado.
- Es recomendable que antes de vaciar el concreto en la cimbra se retire el hielo, la nieve o la escarcha de la superficie de contacto mediante el suministro de vapor.
- Evitar depositar el concreto sobre tierra, suelo o plantilla congelada para evitar cambios de temperatura.
- El método más común para proteger el concreto una vez colado, es envolver los elementos con lonas o plásticos y calentar el interior. Esta envoltura o cubierta debe ser fuerte y resistente a los vientos. El calor interior se puede lograr suministrando vapor; aire caliente de manera directa o entubada desde estufas o calentadores eléctricos. Esta práctica exige la implantación de medidas de seguridad contra incendios. Cuando se utilice calor seco, es aún más importante un proceso de curado constante y eficiente del concreto.
- Al concluir el tiempo mínimo de cuidado y protección del concreto se retirarán los medios de calentamiento gradualmente para evitar agrietamientos por contracción térmica.

4.24 Cuidados Especiales del Concreto a Temperaturas Altas

- A mayor temperatura del concreto, mayor velocidad en el proceso de endurecimiento, mayor evaporación del agua de la mezcla y por consiguiente menor resistencia.
- La temperatura ideal del concreto durante el colado debe fluctuar entre los 17°C y 20°C. Un colado realizado a más de 32°C requiere de mayores cuidados durante el proceso.
- Para mantener los rangos de temperatura óptimos en el concreto durante el colado y los cuidados posteriores se deben considerar las siguientes recomendaciones:
 - Utilizar agua fría para la mezcla. En algunos casos es aceptable utilizarla de manera combinada: agua fría sin congelar y agua en forma de hielo escarchado, con la condición de no colar si el hielo no se ha descongelado aún.
 - Si es necesario se deben enfriar los agregados mediante el suministro de agua refrigerada por aspersión o inmersión.
 - Evitar exponer directamente los insumos para la fabricación del concreto a los rayos solares.
 - Si la temperatura ambiental es muy elevada se recomienda programar el colado en horario nocturno.
 - Usar aditivos retardantes del fraguado que disminuyen el efecto acelerante de la temperatura alta y la necesidad de agua adicional para la mezcla.
 - Antes de colar es recomendable rociar agua refrigerada, o en su defecto fresca, sobre la superficie de contacto de la cimbra, el acero de refuerzo y la plantilla.

- El colado debe efectuarse lo más rápido posible para evitar los efectos de una disminución del revenimiento.
- Evitar un proceso de mezclado prolongado ya que este clima propicia un endurecimiento inicial rápido.
- No usar aditivos acelerantes.
- Proteger el concreto recién colado contra la evaporación, e iniciar el proceso de curado tan pronto como sea posible.

4.25 Ejecución de Juntas en Pisos y Muros de Concreto.

El concreto se expande y se contrae con los cambios de humedad y temperatura.

La tendencia general es a contraerse y esto causa el agrietamiento a edad temprana. Las grietas irregulares son anti estéticas aunque generalmente no afectan la integridad del concreto. Las juntas son sencillamente agrietamientos planificados.

Existen 3 tipos de juntas en la construcción de pisos y muros de concreto:

- Juntas de aislamiento
- Juntas de contracción
- Juntas de construcción

4.26 Junta de Aislamiento.

Las juntas de aislamiento están diseñadas para permitir movimientos diferenciales tanto horizontales como verticales en las partes adyacentes de la estructura.

Se emplean, por ejemplo, en el contorno perimetral de las losas sobre el piso, alrededor de cimentaciones y columnas, así como en el contorno de la cimentación de equipos o máquinas, con el propósito de separar el piso de concreto de los elementos más rígidos de la estructura.

La separación se realiza frecuentemente mediante la colocación de bandas compresibles tipo hule espuma o cartón asfaltado (ha ido paulatinamente en desuso). El espesor de este tipo de materiales puede ser de 6 mm (1/4 pulg.), pero es más frecuente el empleo de espesores de 13 mm (1/2 pulg.). Es muy importante asegurarse que todos los bordes en toda la profundidad de la losa se aíslen de las construcciones adyacentes, ya que de lo contrario podrían presentarse agrietamientos.

Las columnas en zapatas separadas deben aislarse de la losa del piso a través de una junta de forma circular o cuadrada. La de forma cuadrada debe girarse para que sus esquinas queden alineadas con las juntas de control y de construcción.

4.27 Junta de Control o Contracción.

Este tipo de juntas permiten el movimiento en el plano del muro o de la losa muro induciendo el agrietamiento de los mismos -causado por la contracción por secado y térmica del concreto- de manera controlada. Las juntas de control se deben construir para permitir la transferencia de las cargas perpendiculares al plano del muro o de la losa. Si no se diseñan ni emplean estas juntas, o si se deja mucho espacio entre ellas en los pisos de concreto o en muros poco reforzados, podría ocurrir agrietamiento de forma aleatoria, que se presenta con más frecuencia cuando la contracción por secado y térmica produce esfuerzos de tensión mayores a los que puede resistir el concreto.

Hay diversas formas de diseñar las juntas de contracción para pisos de concreto. El método más convencional consiste en realizar el aserrado del piso formando una ranura recta continua en la parte superior de la losa. Esto crea un plano de debilidad en el cual se formará la fisura. Las cargas verticales se transmiten a lo largo de la junta gracias al enlace de los agrega- dos entre las caras opuestas de la fisura, siempre y cuando la grieta no esté muy abierta y la separación entre las juntas no sea muy grande. Es importante considerar que si el ancho de la grieta en las juntas de contracción aserradas es mayor a 0.9 mm, la junta así formada no transferirá las cargas de manera adecuada. La eficiencia de la transferencia de carga por el enlace del agregado no es sólo función del ancho de la grieta. Existen otros elementos que también influyen como son el espesor de la losa, soporte de la subrasante, magnitud y repeticiones de la carga, así como la angulosidad de agregado grueso en particular.

Para mejorar la transferencia de cargas vivas como es la circulación de vehículos, equipos de carga, etc., se emplean también barras de acero liso, a las cuales se les conoce como pasajuntas, pasadores o barras de transferencia. El tamaño y espaciamiento de las barras de transferencia –que se colocan en el centro de la profundidad de la losa se muestran en la siguiente tabla

PERALTE DE LA LOSA, CM	DIÁMETRO, PULG.	LONGITUD TOTAL, CM	ESPACIAMIENTO CENTRO A CENTRO, CM
12.5	5/8"	30	30
15	3/4"	35	30
17.5	7/8"	35	30
20	1"	35	30
22.5	1 1/8"	40	30
20	1 1/4"	40	30

Cuando el método constructivo definido para la formación de las juntas de control es a través del corte o aserrado del concreto, su inicio estará en función del tiempo de fraguado del concreto. Debiéndose iniciar tan pronto tenga una dureza suficiente para evitar que las aristas del piso cortado se deterioren. Es común que el tiempo para que esto no ocurra, se presente generalmente entre 4 y 12 horas después del fraguado o endurecimiento del concreto. Es de suma importancia considerar que el corte o aserrado del concreto se debe terminar antes que los esfuerzos debidos a la contracción por secado se conviertan en lo suficientemente grandes para provocar el agrietamiento.

El tiempo de fraguado y endurecimiento del concreto depende de factores como son el proporcionamiento de la mezcla, las condiciones ambientales y el tipo y dureza de los agregados. Existen hoy día nuevos equipos cuyas características hacen posible el aserrado en seco (no requieren de agua para el corte) posibilitando la realización del corte del concreto con la sierra poco tiempo después de las operaciones de acabado final.

Las juntas de contracción también pueden formarse en el concreto fresco mediante acanaladoras manuales o ranuradores, o con la colocación de tiras de madera, metal o material preformado. El tope de las tiras se debe nivelar con la superficie de concreto. Las juntas de contracción, no importa el tipo que sean (aserradas, ranuradas o preformadas) deben tener una profundidad de por lo menos la cuarta parte del espesor de la losa y no menos de 25 mm (1 pulg). Se recomienda que, si la transferencia de carga por el enlace del agregado es importante, la profundidad de la junta no exceda de un tercio del espesor de la losa.

El espaciamiento máximo en metros recomendado de las juntas de contracción se muestra a continuación:

ESPELOR DE LA LOSA, CM	ÁGREGADO DE TAMAÑO MÁXIMO MENOR QUE ¾" (20 mm)	ÁGREGADO DE TAMAÑO MÁXIMO IGUAL O MAYOR QUE ¾" (20 mm)
10	2.40	3.00
12.5	3.00	4.00
15	3.60	4.50
17.5	4.20	5.50
20	4.80	6.00
22.5	5.50	7.00
25	6.00	7.60

Notas:

Espaciamientos apropiados para revenimiento del concreto entre 10 y 15 cm.

Si el concreto se enfría en una edad temprana, puede requerirse de un espaciamiento menor para el control del agrietamiento aleatorio. Resulta importante considerar que una diferencia de temperatura de sólo 6°C puede ser crítica.

Para revenimientos menores que 10 cm, el espaciamiento de las juntas se puede aumentar en 20%.

Cuando el espaciamiento es mayor de 4.5 m, la transferencia de carga por el enlace de los agregados disminuye notablemente.

El espaciamiento de las juntas en pisos sobre el terreno dependerá de:

- El espesor de la losa
- La contracción potencial del concreto
- La fricción con la subrasante
- El medio ambiente
- La presencia o ausencia de acero de refuerzo

El espaciamiento de las juntas se debe disminuir en concretos que potencialmente puedan tener alta contracción. Los tableros creados por las juntas de contracción deben ser aproximadamente cuadrados. Tableros con una relación longitud-ancho mayor de 1.5 a 1 son potencialmente propensos a agrietarse en un sitio intermedio. En el diseño del sistema de juntas, es importante tener siempre presente que las juntas de control o contracción

deben finalizar en un borde libre o en una junta de aislamiento. Las juntas de contracción nunca deben terminar en otra junta de contracción, pues se inducirá el agrietamiento de un extremo de la junta en el panel adyacente, efecto que es conocido como agrietamiento por simpatía.

En muros, las juntas de contracción también son planos de debilidad que permiten movimientos diferenciales en el plano del mismo. El espesor del muro en la junta de contracción se debe reducir un 25% (preferiblemente un 30%). En muros poco reforzados, la mitad de las barras de acero se deben cortar en las juntas (lo cual deberá ser validado por el estructurista). Se debe tener cuidado para cortar en la junta las barras alternadas. En los bordes de las aberturas en los muros, donde se ubiquen las juntas de contracción, debe proveerse un refuerzo adicional diagonal o vertical y horizontal, a fin de controlar la fisuración. Las juntas de contracción en los muros no se deben espaciar más de 6 metros. Debe considerarse asimismo que las juntas de contracción se ubiquen u ocurran cambios significativos del espesor o de la altura del muro y cerca de los bordes, si es posible, dentro de 3.0 a 4.50 m. Dependiendo del tipo de estructura, estas juntas pueden requerir ser selladas para prevenir el paso del agua a través del muro. En lugar del sellado, se puede usar banda de PVC (o ambos) para prevenir el escape del agua a través de las fisuras que ocurren en las juntas.

4.28 Juntas de Construcción.

Las juntas de construcción son lugares de interrupción del proceso constructivo, bien sea de manera planeada o no.

Una adecuada junta de construcción debe programarse para unir el concreto nuevo al concreto existente y no debe permitir movimiento. Las barras de anclaje corrugadas se usan frecuentemente en juntas de construcción para restringir el movimiento. Como se necesita un cuidado especial para que se produzca una auténtica junta de construcción, se les diseña y construye para servir también como juntas de contracción o aislamiento. Por ejemplo, en un piso sobre el terreno, las juntas de construcción se alinean con las columnas y funcionan como juntas de contracción y, por lo tanto, se construyen intencionalmente sin adherencia. Se emplean aceites, desmoldantes y/o pinturas como materiales para evitar la adherencia de las juntas. En las losas gruesas y con cargas de trabajo elevadas, suelen usarse juntas de construcción con barras de transferencia no adheridas. En losas delgadas, es suficiente la junta plana (sin escarificación) a tope.

En la mayoría de las estructuras es deseable establecer juntas en los muros que no afecten la apariencia. Si se diseñan adecuadamente, las juntas en los muros pueden resultar discretas con características arquitectónicas.

En los muros, las juntas horizontales se deben formar de forma recta, perfectamente horizontales y se les debe ubicar en el sitio apropiado. Una junta de construcción horizontal y recta se puede producir clavando una tira de madera de $\frac{3}{4}$ " ó 1". En la cara interior de la cimbra cerca de la parte superior se debe colar el concreto a un nivel un poco más alto al fondo de la tira.

Después que el concreto haya terminado su asentamiento lo cual ocurre generalmente en el momento en que el concreto torna duro, se debe remover cualquier exceso de lechada o mortero que se haya formado sobre la superficie. Enseguida, se puede remover la tira y se debe nivelar cualquier irregularidad en la junta.

Enseguida se retiran las cimbras y se les coloca sobre la junta de construcción para efectuar el siguiente colado. Para prevenir cualquier fuga de mortero o lechada que pueda manchar el muro subyacente, se deben usar juntas donde las cimbras estén en contacto con el concreto endurecido previamente colado.

Una variación de este procedimiento es con el empleo de chaflanes o bien de tiras de madera en forma rectangular (incluso biseladas) de 1" en vez de la tira de madera, para formar una ranura en el concreto para efectos arquitectónicos. Si se usan chaflanes, la junta se debe hacer en el punto de la V. Si se usan las rectangulares o biseladas, lo recomendable es hacer la junta en el borde superior de la cara interior de la tira.

Bibliografía básica y complementaria:

- Michael John Tomlinson. (2008). Cimentación diseño y construcción. Editorial Trillas.
- Hena Robledo, Fernando Robledo (2008). Riesgos en la construcción. ECOE Ediciones.
- Harold Alberto Muñoz Muñoz (2004). Construcción de Estructuras. Colonos Editores
- México, Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación (ONNCCE), S.C. 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001. México, Normas mexicanas serie "B" (NMX-B). Normas mexicanas I, 72, 113, 172, 231, 253, 290, 294, 310 y 434 .
- Normas mexicanas 14, 21, 30 - ONNCCE, 58, 59 - ONNCCE, 60, 61, 71, 72 - ONNCCE, 73, 75 - ONNCCE, 76, 77 - ONNCCE, 81, 83 - ONNCCE, 84, 85, 88 - ONNCCE, 90, 111, 117, 122, 132 -ONNCCE, 140, 144, 146 - ONNCCE, 152 - ONNCCE, 153, 164, 165, 166, 170 - ONNCCE, 179, 180, 196, 199, 200, 237, 240, 241, 244, 245, 255, 265, 270, 271 - ONNCCE, 277, 282, 283, 298, 299, 304, 305, 309, 329, 330, 331, 356, 403, 407, 411 Y 414.
- Parker, Harry y Ambrose, James. *Diseño simplificado de concreto reforzado*. 3a. ed., Limusa, 1996, 2a. reimpresión, México, 2001.
- Merritt, Frederick S. *Manual del ingeniero civil*, 4a. ed. Mc Graw Hill Interamericana, Tomos I, II, III y IV, México, 1999.
- Suárez Salazar, Carlos. *Costo y tiempo en edificación*, 3a. ed. Limusa, 1977, 27a. reimpresión, México, 2001.
- Neville, Adam N. *Tecnología del concreto*, 3a ed. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, AC , México, 1992.
- Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría General Administrativa, Dirección General de Obras y Servicios Generales, 1996, Libros 1o. , 2o., 3o. y 4o.

Linkografía básica y complementaria:

<https://prezi.com/fja2em9g72-x/proceso-constructivos-de-edificaciones/>

<https://es.slideshare.net/giancarlosvillalobosromero/proceso-constructivo-en-edificaciones>

<https://procedimientoconstructivoardila.com/procedimientos-constructivos/>

<https://www.eadic.com/tipos-de-cimentacion-descripciones/>