

**Compilación de artículos
de investigación de la Red
Académica Internacional
Diseño y Construcción.**

**Administración y Tecnología
para Arquitectura, Diseño e
Ingeniería.**

**LA SUPERVISIÓN Y LA
SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Arq. César Carpio Utrilla

LA SUPERVISIÓN Y LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Arq. César Jorge Carpio Utrilla
Universidad Autónoma Metropolitana, UAM-A, México, D. F.
correo: cju@correo.azc.uam.mx

En México generalmente la micro y la pequeña empresa son administradas por el propietario o por la familia, y las empresas de construcción no son la excepción. Sin embargo cuando la empresa crece, se hace necesario contratar personal y delegar la autoridad a los niveles intermedios. Por otra parte la globalización de la economía ha invadido muchos mercados tradicionales, como el del acero, el cemento, el petroquímico, el automovilístico o el del equipo pesado, que ante el embate de la competencia mundial y el empuje de grandes mercados como el asiático, el ambiente donde se mueve el administrador hace más compleja su labor.

En una definición amplia y moderna se entiende por administración la integración y coordinación adecuada de los recursos humanos, financieros y materiales de una organización con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos. Dentro de la serie lógica de actividades integradas y encaminadas a lograr los objetivos de dicha organización se tiene la planeación, la organización, la dirección y el control, siendo estas dos últimas las encargadas de materializar los objetivos de acuerdo a las aspiraciones de la empresa.

Dentro de las actividades de dirección y control, la supervisión es una de las más importantes para la materialización en este caso, de la obra constructiva. Compuesta por tres secciones, dos de ellas directamente relacionadas con la ejecución de los trabajos, siendo la primera la supervisión técnica constructiva y la segunda la supervisión arquitectónica. A través del tiempo estas actividades se han refinado tanto que aparentemente no existen acciones importantes que no hayan sido ya tomadas en cuenta durante su aplicación.

Pero esta no es la realidad debido a que vivimos en un país con alta recurrencia sísmica y la falta de previsión sobre este particular en ocasiones es causa de graves daños, la pérdida de vidas humanas o del inmueble en cuestión. Debido a las posibilidades de esta ponencia sólo mencionaremos en forma generalizada, a manera de una guía las actividades involucradas así como ejemplos breves de errores cometidos u omisiones y alguna de las consecuencias en las obras correspondientes, tal es el caso de los sismos, que delatan las fallas, faltas y equivocaciones cometidas durante la realización de los trabajos.

¿Por lo que nos preguntamos qué es la Supervisión y cuál es su importancia?

La supervisión garantiza la calidad de los trabajos en todos los niveles en los que participa y consigue los mejores resultados en cada uno de ellos. Por lo que los servicios de supervisión deberán darse de forma lógica, sistemática y ordenada. Para ello se recomienda consultar las “Normas Generales de Supervisión” Tanto del Seguro Social como del Infonavit, así como las “Normas y Especificaciones Generales de Construcción” del Infonavit. Documentos referenciados en este artículo en términos de contenido por su singular importancia en el ejercicio de las funciones de la supervisión.

En forma sintética describimos aquí las principales actividades que de forma previa, durante el proceso de obra y posterior a él deberá realizar la supervisión, así como el desglose de las principales o más importantes:

- 1) Revisar proyectos, especificaciones, propuestas y programas de ejecución.
- 2) Control de estimaciones y plazos correspondientes.
- 3) Vigilancia de las inversiones de acuerdo a propuestas aprobadas.
- 4) Inspección en campo del trazo, nivelación y construcción.
- 5) Dictaminar documentos relativos a los incisos anteriores.
- 6) Control de materiales a utilizar con ayuda de pruebas de laboratorio.
- 7) Opinar sobre prórrogas y número de días para su efecto.
- 8) Elaborar programas de muestreos.
- 9) Supervisar pruebas a estructuras metálicas, acero y soldaduras.
- 10) Supervisar las instalaciones según proyecto, normas y especificaciones.
- 11) Según el caso, determinar precios de venta y finiquitos, así como tiempos.
- 12) Verificar planos topográficos y firmar planos reales, niveles y rasantes.
- 13) Tener y conocer los reglamentos municipales, estatales y federales, vigilar su cumplimiento. Así como tener y conocer tablas y fórmulas de cálculo de la estructura entre otros.
- 14) Tener y conocer la información técnica normativa aplicable al caso.
- 15) Elaborar mensualmente números generadores de obra realizada.
- 16) Manejo de la Bitácora.
- 17) Manejo del Diario de Obra.
- 18) Según el caso, informes a la Fiduciaria y al Organismo correspondiente de:
 - A) Avance quincenal de obra.
 - B) Control de montos de Contratos ejecutados, estimados y por ejecutar.
 - C) El cuadro de control de estimaciones por subcontratista, compañía u obra.
 - D) Síntesis de problemas y medidas correctivas.
 - E) Síntesis de incumplimientos.

Control que deberá ejercer el supervisor de forma preventiva y en apego estricto a las disposiciones y especificaciones de calidad establecidas en las normas y especificaciones generales y particulares del proyecto. Con el objeto de hacer más clara la descripción mencionaremos de forma resumida las acciones y conocimientos básicos que permiten al supervisor establecer controles de calidad para los materiales, mano de obra, sistemas constructivos, así como la coordinación adecuada de la intervención de asesores tales como proyectistas, controladores técnicos, corresponsables, etcétera.

1) Revisión del Proyecto.

Cuando el proyecto es recibido por la supervisión, ésta deberá realizar una revisión completa del mismo. Los objetivos de la revisión del proyecto son:

Conocimiento profundo del proyecto y de todos sus componentes.

Corregir incongruencias entre los componentes del proyecto.

Adaptar el proyecto al sitio en el cual se llevará a cabo.

Completar los faltantes detectados.

Contar con un proyecto ejecutivo para realizar la obra con la calidad, el costo y el tiempo programados, con un mínimo de cambios en el desarrollo de la obra.

Por otra parte, los errores u omisiones más frecuentes en los proyectos son:

Incongruencias entre el proyecto y la topografía del sitio.

Falta de integración y especificaciones con reglamentaciones locales, y otros.

Ya dentro de los Programas de Ejecución los elementos más importantes se encuentran dentro de Las Partidas de Obra:

1. Obras Preliminares

1.1.- Obras Provisionales tales como: Oficinas de campo, bodegas, instalaciones de agua y energía, accesos, cercados y puertas provisionales. Ubicación, dimensiones, materiales y especificaciones deberán ser propuestos y aprobados. El importe de los trabajos debe quedar incluido en los indirectos del contratista.

1.2.- Demoliciones

Para el caso de requerirse desmontar, dismantelar o destruir elementos o estructuras la supervisión se asegurará de efectuar las acciones siguientes:

- No afectar otras construcciones.
- Señalar elementos recuperables, vigilar su recuperación y custodia.
- Determinar el destino de los elementos no recuperables, y si es posible determinar su reutilización como en el caso de rellenos.

- Realizar levantamientos, croquis, planos de los elementos a demoler, así mismo tomar fotografías con referencias de dimensión y ubicación para establecer, una vez terminado el trabajo, la volumetría para pago.

- Revisar y ajustar el procedimiento propuesto por la contratista para que la demolición se realice con el mínimo costo y máxima seguridad de trabajadores, equipos e instalaciones.

De esta misma forma se comprenderán y aplicarán los demás conceptos correspondientes a ésta partida, como son: 1.3) Limpieza del terreno. 1.4) Despalme del terreno. 1.5) Trazo y nivelación.

2.- excavación

Este concepto comprende todas las operaciones para remoción o extracción del material de un terreno. Se puede dar la siguiente clasificación:

A) Según su tipo será "A cielo abierto" o "En cepas"

B) Por condiciones será en seco o en agua.

C) Conforme a las condiciones del material:

TIPO I.- Se puede atacar a mano con pala exclusivamente, arenas no cementadas, o limos cementados con partículas menores de 7 cm.

TIPO II.- Se puede atacar eficientemente a mano usando pico y pala, rocas muy intemperizadas y conglomerados medianos cementados.

TIPO III.- Requiere para excavar el uso de cuña, marros y explosivos, tal es el caso de rocas basálticas y los conglomerados fuertemente cementados.

Nota: La definición de implementos de ataque sólo sirve para determinar el grado de dificultad, pero no excluye la utilización de otra herramienta o equipo para aumentar el rendimiento.

Ejecución

De forma previa y durante la ejecución se deberá recabar del contratista para su autorización el estudio que justifique el procedimiento más económico que deberá contemplar: Dimensiones, niveles, taludes, holguras, herramienta o equipo, volumen, facilidades de acceso al lugar de trabajo, protecciones contra derrumbes e inundaciones, protección de taludes (cuando se requiera) contra el interperismo del suelo o por lluvia empleando suelo cementado.

De la misma forma podemos analizar el equipo para abatimiento del nivel freático, si se requiere. En cuanto a la excavación a cielo abierto deberá notificarse al contratista que "no" se pagará ni despalme ni limpieza del terreno debido a que su ejecución se da en forma conjunta. Así mismo se notificará al contratista el volumen de material a acarrear fuera de la obra y el que se utilizará para rellenos de la misma.

Previamente en el inicio se determinará conjuntamente con el contratista y se consignará en documentos la nivelación que permita cuantificar el volumen excavado y medido en banco. Cuando se autorice el uso de explosivos se deberán tener precauciones para el almacenamiento, manejo y aplicación.

Las grietas que presentare el lecho de roca o suelo se llenarán con lechada de mortero, concreto o material inerte previa aprobación. Si el proyecto o el estudio de mecánica de suelos lo indican deberán colocarse bancos de nivel fijos o flotantes. Durante el proceso se verificará la clasificación del material excavado.

Tolerancias

El fondo de la excavación no diferirá del proyectado en más de 5 cm. El eje de la excavación no diferirá del proyectado en más de 10 cm. En excavación a cielo abierto los límites de la excavación real no deberá ser mayor de 15 cm.

3.- Acarreos

La acción de traslado de material entre los puntos de carga y descarga constituye el acarreo y se define y controla con lo siguiente:

- Se deberá determinar cualquier proceso de acarreo previamente a su ejecución consignado adecuadamente.
- La distancia medida entre el centro de gravedad del sitio de carga y descarga, estableciendo la ruta accesible más corta.
- Medio de transporte, camión, carretilla, tarima, parihuela o shunde.

La herramienta, equipo, andamios, accesorios y obras de protección para las acciones de carga, acarreo y descarga.

- Número de estaciones de 20 Mts. Cuando el acarreo se realice por medios manuales.
- Se recomienda que cuando el acarreo sea mayor de 100 Mts. Se utilice camión.
- El volumen de obra real ejecutado se medirá en función de la cantidad de material (medido en banco) y el número de unidades de distancia en estaciones o kilómetros.
- En el caso de acarreo del material de excavación deberán excluirse del volumen de acarreo a pagar. El primer kilómetro o 1ª. Estación de 20 Mts. Los cuales se consideran en el precio de la excavación como acarreo “libres”
- El subacarreo se define como la necesidad de transportar un material de excavación o de relleno a una distancia mayor a la señalada en el acarreo libre.

En los puntos hasta aquí mencionados no se hace referencia alguna a sistemas de protección tanto para trabajadores como para los trabajos, equipos o maquinaria en servicio, viandantes, circulación

externa de vehículos, daños a terceros, tipos de señalización, redes, tapiales, prevención de accidentes o situaciones de riesgo, equipos de apoyo contra accidentes o siniestros, y otros, tomando en cuenta que es en estos trabajos y en el inicio de los trabajos de cimentación donde pueden ocurrir un buen número de accidentes, sobre todo si nos enfrentamos a la acción de la naturaleza en el caso de sismos, trombas, etcétera.

El concepto número cuatro se refiere a los rellenos, que no trataremos por los motivos ya expuestos. Tomando en cuenta el objetivo de este artículo, sólo detallaremos los conceptos relacionados y que se consideren importantes para el trabajo, no dejando de señalar que para las actividades de la supervisión todos y cada uno de los conceptos son importantes y se detallan tal como lo demostramos con los primeros aquí desglosados en forma extensa.

En el mismo caso tenemos al concepto número cinco que trata de las cimbras. Es importante anotar que alguno de los puntos no se mencionan por separado en este trabajo para no extender tanto el documento.

6.- Aceros de refuerzo.

Se fabrica en grado estructural, grado intermedio y grado duro, los cuales tienen como límite elástico aparente mínimo 2,300 Kg/cm², 2,800 Kg/cm² y 3,500 Kg/cm² respectivamente y como fatiga de ruptura 4,200 a 5,300 Kg/cm² y 6,000 Kg/cm², mínimo respectivamente. El módulo de elasticidad de todos ellos es de 2,000,000 Kg/cm².

Su presentación es en 13 diámetros que van desde ¼" hasta 2" de diámetro nominal (diámetro de una barra lisa cuyo peso por metro lineal sea igual al de la barra corrugada).

El material cumplirá con lo establecido en las Normas ASTM A-15 y A-305. Deberá ser una marca de reconocida calidad. Cada remesa de acero deberá ser recibida libre de oxidación, exenta de aceite, grasa, escamas, exfoliación o deformaciones en su sección.

Deberá identificarse, estibarse a cubierto y soportarse debidamente para evitar el contacto con el piso. Una vez tomadas muestras y ejecutadas pruebas de calidad, será aprobado o rechazado el lote. Las varillas deberán cortarse y doblarse en frío. Los dobleces se harán alrededor de un perno con un diámetro igual al doble o mayor al diámetro de la varilla. Para ganchos el diámetro del perno será de 6 veces el diámetro de la varilla. En varillas de 1" o más, el perno será de 8 veces el diámetro de la varilla. No se permitirá el re enderezado y redoblado de varillas.

Para varillas corrugadas la longitud del traslape será de 40 diámetros. En varillas de diámetro superior a 1 1/4" no se aceptará traslape, sino que deberá soldarse atendiendo a las recomendaciones de la

AWS. Las varillas paralelas a la superficie exterior de cualquier elemento quedarán protegidas por un recubrimiento de concreto no menor a su diámetro ni al indicado en planos. En cimentación el recubrimiento mínimo será el doble del diámetro, 2.5 cm o el indicado en el proyecto.

En los extremos de todas las contratrabes, columnas y trabes el armado longitudinal se anclará 40 diámetros de concreto perpendicular. Una vez terminado el armado, se avisará (por escrito) a la supervisión, que junto con el contratista revisará la cuantía, el alineamiento, la posición, recubrimiento, amarres, limpieza de las varillas, dobleces, traslapes, soldaduras, anclajes extremos, pasos para instalaciones ahogadas en el colado. En el caso de existir alguna deficiencia se procederá a las correcciones pertinentes.

La medición para fines de pago se hará en Kg., se considerará los pesos unitarios tabulados por el fabricante. No se medirán desperdicios, traslapes, ganchos alambre, anclajes, silletas ni separadores, puesto que el costo de los mismos está incluido en el precio unitario. En losas se revisará el acero para mantener el acero del lecho superior en su sitio, que previamente hubiera autorizado la supervisión. Como podrá verse los trabajos de supervisión tanto de estructuras como de los armados correspondientes toma en cuenta aún las verificaciones y acciones más sencillas o pequeñas, además de algunas que parece obvio que se realizarán. En esta investigación hemos detectado sin embargo que actividades que podrían realizarse, tanto preventivas como correctivas y de mantenimiento, no se especifican, tal es el caso como ya hemos mencionado, de la solicitud estructural que generan los fenómenos naturales, como sismos, huracanes, nieve o granizo por trombas, lluvias intensas con posibles deslizamientos o corrimientos de tierras, etcétera.

Analizaremos ahora la unidad 7 referente a:

Los Concretos:

Definición. El concreto es una mezcla de cemento, arena, grava y agua (ocasionalmente aditivos) que endurece después de cierto tiempo de mezclado. Los elementos activos (cemento y agua) son los que reaccionan químicamente hasta alcanzar un estado sólido. Los elementos inertes (grava y arena) ocupan gran parte del volumen de la mezcla final, lo cual disminuye su costo y los efectos de contracción e incremento térmico provocados por la reacción química de los elementos activos.

El cemento podrá ser tipo Portland Normal (Tipo 1) de marca reconocida y deberá cumplir las normas ASTM C 150 y las demás solicitadas por las autoridades correspondientes. No deberá usarse antes de una semana de fabricación ni después de un mes de almacenado, en caso contrario, se someterá a las pruebas indicadas por la supervisión. Su almacenaje se hará identificando los diferentes lotes. Deberá protegerse de la humedad del suelo y de la lluvia, o evitando roturas de su envase durante su manejo.

La arena y la grava deberán ser densas, resistentes y exentas de arcilla, materia orgánica y en general de cualquier sustancia que pueda reducir la resistencia o durabilidad del concreto. Deberán cumplir con las especificaciones de agregados de concreto (ASTM C 33 o ASTM C 330). Dependiendo del armado, forma y dimensiones del elemento por colar, se recomienda usar como agregado máximo: A) 1/3 del peralte de la losa. B) 1/5 de la separación menor entre los lados opuestos de la cimbra del elemento por colar. Para edificación habitable se deberá rechazar el empleo de grava de tamaño superior a 3”.

El agua deberá cumplir con la norma ASTM C 109, debe ser limpia y libre de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos, iones de cloruro u otras sustancias que puedan perjudicar al concreto o al acero. Los aditivos son sustancias que se añaden al concreto para modificar alguna de sus características como su manejabilidad, tiempo de fraguado, impermeabilidad, segregación, resistencia al desgaste, expansión, etcétera. Su uso requiere la aprobación previa y expresa del organismo involucrado así como las recomendaciones del fabricante.

La dosificación será propuesta por el contratista para su aprobación, sin que esto releve al contratista de la responsabilidad. La revoltura será mínimo de revoladora y el tiempo de la misma se fijará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, sin ser menos de 1.5 minutos contados a partir de que estén todos los materiales dentro del tambor. Las revolturas a mano se autorizarán sólo hasta un contenido máximo de 150 Kg. de cemento y no podrán usarse después de pasados 30 minutos a partir del momento en el que se añadió el agua.

La selección y control del revenimientos será para pavimentos y banquetas = 6 cm., para cimentaciones = 8 cm., superestructuras = 10 cm., superestructuras (con bombeo) = 18 cm. Para el colado de cisternas y cimentaciones no se recomienda usar concreto bombeado, debido a que su alto revenimiento y tamaño del agregado (19 mm) provocan fuertes contracciones durante el fraguado, y por consiguiente fisuras que aumentan considerablemente la permeabilidad del concreto.

Previa a la colocación del concreto y con 24 horas de anticipación se recabará la autorización por escrito de preferencia de la supervisión, quién junto con el contratista llevará a cabo la verificación de la cimbra, andamios, escaleras, armados, instalaciones, equipo de vibrado, herramienta, etcétera. A fin de dar su anuencia para que se lleve a cabo dicha actividad. En caso de existir detalles estos se indicarán al contratista para su corrección y nueva verificación antes del inicio de la colocación del concreto.

El uso de vibradores es necesario para eliminar tanto como sea posible los vacíos dentro del concreto, eliminar acumulaciones localizadas de grava y de burbujas de aire atrapado. El vibrador se utilizará únicamente para consolidar el concreto, y nunca para desplazarlo dentro de la cimbra. El curado es la última etapa de la manufactura del concreto y consiste en asegurar una humedad continua en toda

la superficie expuesta a la intemperie del concreto por un tiempo mínimo de 4 días para concreto hecho con cemento rápido y 8 días para cemento normal.

El concreto de éste concepto será parte importante de todo el proceso de colados y deberá instruirse expresamente a la contratista por escrito, al respecto podrá usarse curacreto o agua regada periódicamente y continuamente sobre la superficie, también podrá hacerse curado a vapor aunado a un incremento de temperatura logrando así una resistencia rápida.

El concepto número 8 trata de Las Cimentaciones: el subinciso 8.1 habla de la Plantilla. El 8.2 de los cimientos de mampostería y no interesan para este artículo, por lo que pasamos al:

8.3.- Cimientos de concreto armado:

Son los elementos de apoyo para una estructura construidos en concreto y acero de refuerzo tales como: zapatas aisladas, zapatas corridas, losas de cimentación y muros de contención. En las que se deberá cuidar el cumplimiento de.

- Las especificaciones indicadas en el proyecto estructural, así como de lo indicado en los capítulos del concreto, cimbra y acero de refuerzo.
- Lo dispuesto en el estudio de mecánica de suelos para el terreno en el desplante, verificando que se tenga en el mismo, la capacidad de carga necesaria para continuar con los trabajos respectivos.
- Establecer un programa de desarrollo y vigilar su efectiva aplicación.
- Analizar y establecer oficialmente si fuere necesario, el abatimiento del nivel freático en profundidad y lapso de tiempo.
- Durante el proceso se tomen precauciones para evitar fallas por sobrecargas, erosiones o interperismo en las paredes o taludes de excavación.
- Analizar y determinar la necesidad u omisión de la plantilla en el caso de que el nivel de desplante del terreno cumpla con las condiciones señaladas en el punto 8.1 referente a las plantillas.
- Prever con anticipación los huecos y pasos requeridos para instalaciones, así como su refuerzo cuando sea requerido, con el objeto de evitar demoliciones posteriores en los elementos estructurales donde se efectúe el vaciado de concreto.

9.- Muros

9.1 Muros de carga

Son los elementos construidos verticalmente para el soporte y transmisión de cargas. Para su realización se usarán tabiques recocidos de arcilla, bloques recocidos de arcillas comprimidas (huecos o macizos) o bloques de concreto según el proyecto.

El tabique recocido de arcilla será de primera calidad con una resistencia mínima a la compresión de 50 kg/cm². De dimensiones, color, textura y forma uniformes, junteado con mortero de cemento arena proporción 1:5.

En otro caso, en el momento de usarse el bloque de concreto tendrá una edad mínima de 14 días o la resistencia especificada. No se aceptarán tabiques o bloques rotos, despostillados o rajados o con otra irregularidad que afecte La resistencia o apariencia del muro.

Para la construcción de muros de tabique recocido de arcilla deberán seguirse las siguientes indicaciones:

Previamente a su colocación los tabiques –de arcilla- deberán saturarse con agua. El mortero se extenderá de manera que al asentar el tabique la junta resulte homogénea y de espesor constante. Las hiladas deberán ser horizontales y las juntas verticales de dos hiladas contiguas deberán cuatrarse. Cuando el muro sea aparente se procederá al junteo en “V” o en media caña con una barra metálica o de madera de 50 cm de longitud mínima. Para lograr una superficie de mortero cóncava sin ondulaciones o huecos y unida a los tabiques en las aristas.

- La profundidad máxima una ranura será igual a la mitad del espesor del muro.
- Una vez colocadas y probadas las instalaciones se taparán las ranuras con mortero cemento-arena proporción 1:5.

Para la construcción de muros a base de bloques de cemento se deberá observar lo siguiente:

- Se colocará un refuerzo horizontal a cada dos hiladas consistente en dos alambres longitudinales No. 12 y transversales No. 14 a cada 50 cm.

Tanto para muros de tabique como de bloques de cemento se deberán considerar las siguientes tolerancias:

- El alineamiento de los muros en el desplante no diferirá del proyecto en más de dos cm.
- El desplome máximo permitido será de 0.5 cm por metro de altura del muro, o de dos cm cuando sobrepase los cuatro metros de altura.
- No se aceptarán desplazamientos relativos de tabiques entre tabiques en el paño del muro mayores de 4 mm.
- El desnivel de las hiladas no será mayor de 5 mm por metro lineal de longitud.
- El espesor de las juntas no será mayor de dos cm ni menor de uno.
- Los muros se medirán por metro cuadrado y no se incluirá la superficie ocupada por castillos y cadenas.

Cuando así lo indique el proyecto se colarán castillos ahogados y deberá vigilarse que las varillas queden ancladas en los elementos de concreto adyacentes inferiores y superiores y que el castillo se cuele en secciones no mayores de 5 hiladas.

El punto 9.2 Muros Divisorios se omite para este artículo.

10.- Estructura

10.1 Cadenas y Castillos

Para rigidizar los muros y proporcionar una liga o separación entre muros y estructura se emplean los castillos y cadenas. Estos refuerzos de concreto se definen en forma particular en cada proyecto. En general estos refuerzos deberán tener en forma mínima las siguientes características y cuidados en su construcción.

10.2 Castillos rectangulares (típicos)

Para muros de carga: 15 cm por espesor de muro, armado con 4 $\square 5/16''$ (A.R.) o 4 $3/8$ (normal) y estribos de $1/4''$ a cada 20 cm. Concreto $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.

Se colocarán: En intersecciones de muros. En el extremo del muro cuando la distancia al castillo anterior sea igual o mayor a la cuarta parte de la altura del muro. Con un espaciamiento máximo igual a 20 veces el espesor del muro. En los extremos de todo muro aislado

10.3 Castillos ahogados en muros de carga

Armado: 1 varilla de $5/16''$ o de $3/8''$ (A.R.) Concreto: $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.

Se colarán en los extremos de todo muro aislado. En el extremo cuando la distancia de amarre o castillo anterior sea igual o mayor a $1/4$ de altura del muro. Con un espaciamiento máximo igual a 10 veces el espesor del muro. En la intersección de muros se hará un amarre cuatrapeando las hiladas de los tabiques. Los castillos ahogados se colarán a cada 5 hiladas como máximo.

10.4 Cadenas

Se cuidará el cumplimiento de sus especificaciones de proyecto o bien, en forma mínima las señaladas por los castillos en sus diferentes modalidades. Se colarán en intermedio para cada tramo vertical de muro cuya altura sea igual a 20 veces el espesor del muro. En muros de 12 cm con altura de 2.40 Mts. Se recomienda colar una cadena a 1.20 Mts. De altura. En el remate de todo muro.

En las bardas, castillos y cadenas tendrán que cumplir con las siguientes especificaciones. Sección igual al espesor del muro. Armado con varillas de $3/8''$ (normal) y estribos de $1/4''$ a cada 25 cm. Concreto $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$. Los castillos se colarán: En los extremos de toda barda aislada. En el extremo de la barda cuyo castillo anterior esté a una distancia igual o mayor que la tercera parte de su altura. El espaciamiento máximo será de 18 veces el espesor en muro normal, y 9 veces en muro de tabique hueco. En el remate. Intermedias en cada tramo vertical que tenga una altura equivalente a 22 veces el espesor del muro.

Notas generales: Para el sembrado de castillos deberá consultarse el proyecto arquitectónico y de acabados para que la siembra sea con referencia a la geometría del proyecto y la influencia de los acabados. Y la colocación de elementos tales como puertas y ventanas. Todos los castillos y cadenas en muros aparentes se colarán realzados (sobresaliendo del paño) y con chaflanes mínimos de 13 mm en sus aristas. En el caso de cerramientos de puertas y ventanas en donde por ninguna razón se omita la cadena, se deberá forjar un gotero en la parte inferior exterior.

10.5 Columnas, trabes y losas de concreto armado

Este capítulo lo constituyen todos los elementos de la superestructura resistentes a las cargas muertas, vivas y accidentales, en la mayoría de los casos son usados como entrepiso y/o techos. Su forma y características de nivel, dimensiones, refuerzos y materiales serán detallados en el proyecto y especificaciones. Su control deberá ajustarse a lo dispuesto en los capítulos de concreto, cimbra y acero, cuidando de manera especial lo siguiente.

Recabar de la contratista el procedimiento constructivo para su revisión y aprobación. Previamente al colado se verificará la preparación de todos los pasos de instalaciones, cuidando que ninguna instalación cruce por las columnas. Se deberán contemplar refuerzos perimetrales en pasos de instalaciones, salvo cuando existan huecos menores a 5 cm y espaciados a más de 20 cm se omitirán los refuerzos. Procurar cuando sea posible realizar colados completos por niveles.

Acordar con contratistas y asesores las mejores opciones para efectuar cortes de colado; así como determinar cuál es el proceso de colocación más viable para cumplir con el acabado que especifique el proyecto. Vigilar que la remoción de cimbra en los elementos con junta fría cumpla la resistencia de seguridad en el concreto.

Remover en las trabes todos los residuos de madera o concreto suelto. Picar la superficie hasta encontrar el agregado grueso. Esto mismo puede lograrse pasando vigorosamente un cepillo de raíz y agua en abundancia, después de 6 horas de haberse terminado el colado, previamente al colado suplementario se deberá saturar la junta con agua. En las juntas de colado en losas se procederá de la forma descrita en el punto anterior, pero sin picar o cepillar, cuidando de remover cualquier escurrimiento de concreto o lechada que se hubiere depositado en la cimbra durante el 1er. Colado. En las áreas donde se colocarán posteriormente elementos de albañilería que requieran adherencia, se deberá aprovechar el proceso de apisonado del concreto para dejar una superficie rugosa, esto se logra mediante la colocación de varias varillas de 3/8" fijadas longitudinalmente a la superficie inferior del pisón de madera. Toda la superficie de concreto deberá apisonarse con el pisón de madera con el fin de compactar el concreto, eliminando fisuras durante el proceso de fraguado. El apisonado se hará una vez terminado el fraguado inicial (cuando al pisar suavemente no se produzca huella).

En las losas aligeradas deberá cuidarse de manera muy especial durante todo el proceso constructivo, que los casetones o bloques de concreto conserven su posición, de manera que no se modifiquen las secciones de trabes y nervaduras. Se deberá cuidar el cumplimiento durante el cimbrado, de lo dispuesto para las contraflechas y verificarse de manera especial, que no ocurran flechas en trabes y losas superiores a $1/400$ del claro.

Tomando en cuenta las tolerancias de proyecto y especificaciones generales, se deberá realizar una supervisión preventiva de lo siguiente: Secciones de trabes y columnas y espesores de losas, alineamiento y correspondencia con elementos inferiores de la estructura o cimentación. Verticalidad en los costados y fronteras, más su correspondencia de plomo con elementos construidos anteriormente. Recubrimiento, separación especificada entre los aceros y el paño de cimbra, misma que se logrará mediante la colocación de silletas y calzas.

Tolerancias: Las tolerancias en cimbra, concreto y acero de refuerzo serán las indicadas en los puntos correspondientes. Las desviaciones lineales de las trabes no deberán ser mayores de 4 mm por metro de longitud, teniendo como valor máximo 2 cm para longitudes mayores a 5 M. El promedio del área de 5 secciones transversales medidas a cada 5 cm a lo largo de una trabe o columna colada y descimbrada, no será menor que el área indicada en el proyecto. Ninguna de las áreas medidas deberá ser menor del 80% del área de proyecto.

No se aceptará disminución alguna en el área de refuerzo en cualquier sección transversal de un elemento de concreto armado. Los recubrimientos no variarán en más de 1 cm con respecto a los indicados en proyecto, esto implica que ninguna varilla de refuerzo deberá aparecer en la superficie del colado.

Los siguientes capítulos no interesan para las investigaciones de este artículo, por lo que no se mencionan aquí. Continuando con la investigación:

Con el avance de la investigación pueden darse ya algunos resultados sobre la investigación que nos ocupa y que aclaran algunos de los eventos ocurridos durante los sismos, como el ocurrido en 1985 y en otros, tanto producidos por fenómenos naturales como por el hombre.

¿Están los trabajos de supervisión directamente ligados a las fallas de las estructuras durante la acción de los esfuerzos producidos por los sismos?

¿En qué medida pueden evitarse los daños tanto en vidas humanas como materiales?

¿Las Universidades, propiamente los educadores pueden apoyar los esfuerzos por disminuir los desastres en estos eventos?

¿Qué podemos hacer para mejorar los resultados?

Para responder a estas preguntas vamos a presentar algunos ejemplos de lo descubierto en casos

específicos ocurridos en diversos sucesos de la segunda parte del siglo XX a la fecha. En primer lugar tenemos lo que se puede llamar “errores”.

- Errores de dibujo: Un calculista manda al dibujante el “borrador” a lápiz del plano estructural, y en una varilla en particular indica que el diámetro es de $1\frac{1}{2}$ ” pero la primera unidad a quedado sobre la línea de la varilla, el dibujante la interpreta como varilla de $\frac{1}{2}$ ”, y de ésta manera llega el plano a la obra.

- Errores de interpretación: Para la construcción del Ateneo Dr. Gustavo Baz de 1000 m² de construcción, en Avenida de los Maestros, Tlalnepantla, se tenían sólo treinta días para la realización de la obra completa, por lo cuando el maestro de la obra descubrió que no tenía varilla de 1”, ordenó colocar dos varillas de $\frac{1}{2}$ ” en todas las trabes, afortunadamente, al revisar los armados antes de colar, se descubrió el error.

- Errores de concepto: En Estados Unidos se estaba construyendo un estadio, tanto los trabajadores como el supervisor eran de origen latinoamericano, al preguntar los trabajadores en donde colocar los armados de la zapata el indicó que “arriba” sin consultar los planos, antes de terminar, se hundió parte de la estructura (FELP, Jacob. 1978).

- Errores de supervisión: En la calle Santa Anita de la colonia Anzures, una sección de la parte posterior de un edificio de cinco pisos ubicado en el No.130 estuvo a punto de caer, al eliminar el concreto del castillo de esquina del primer nivel se descubrió que dejaron un “tapón” de madera al terminar un colado durante su construcción, el cual no fue retirado al continuar la obra.

- Errores de proyecto: En septiembre de 1985 el edificio de 9 pisos en esquina ubicado en el No. 28 de la calle Toluca, a una cuadra del centro médico y a otra del viaducto Colonia Roma Sur, casi se destruye con el sismo. Al realizar la inspección de daños se notaron que algunas decisiones tomadas sobre la estructura no fueron correctas. A) Las columnas de planta baja eran de doble altura. Parece que la decisión fue para colocar un nivel adicional de patio para utilizarlo como estacionamiento, además de el estacionamiento localizado en semisótano en el mismo edificio.

- B) La forma del edificio en “ele” produjo que cada uno de los brazos fallara en el empotre con la parte del edificio que le era perpendicular, fracturándose por la torsión. La flexibilidad del edificio aumentó debido a que las losas aligeradas con casetones carecía de capiteles y más aún, no contaba con las nervaduras principales o trabes entre columnas.

- C) En Planta baja el patio adicional de estacionamiento sólo se ligó con la columna de esquina exterior, haciendo que dicha columna larga fallara como columna corta (Nieto y Esteba, 1979).

- D) El movimiento de torsión produjo compresión sobre el pilote de esta columna fracturándolo.

- Errores de proyecto, planeación y ejecución: El temblor de Managua, Nicaragua de 1979, produjo gran destrucción, entre lo destruido en el centro de la ciudad, la irreparable pérdida de la Catedral. La fuerza del sismo y el tipo de estructura llevaron a ese resultado, pero no así en el caso del Banco Nacional. ¿A qué se debió el colapso de este edificio? De acuerdo a lo analizado, a la fachada sur se le colocaron paneluces de concreto ligados a las trabes, en cambio la fachada norte estaba limpia, con lo que el sismo provocó movimientos de giro a la estructura y momentos verticales de compresión que culminaron con el estallamiento de las columnas laterales (Revista IMCYC. Compendio del terremoto de 1985. El efecto de cascanueces).

- Tiempo después pudo determinarse que el sistema de ductos de aire acondicionado fue realizado durante el funcionamiento del inmueble por otra empresa, durante la realización de los ductos en línea recta, los responsables al encontrar una trabe o una columna, no le dieron la vuelta como era de esperarse, sino que les cortaron la parte que les estorbaba, incluyendo armados, ocasionando esto el desplome.

CONCLUSIONES

De lo investigado puede decirse que si la supervisión de los trabajos de obra son realizados con eficacia, en cada una de las actividades que le son asignadas, el número de errores y fallas en la obra disminuirán y la calidad mejorará; sin embargo, también podemos asegurar que la asesoría otorgada a la supervisión por personal experimentado disponible, así como el interés de los docentes de las universidades sobre el tema pueden conducir a un mejor ejercicio de la actividad, y a lograr la calidad esperada.

Por otra parte, de esta investigación se desprende que los errores y fallas encontradas no se debieron exclusivamente a los trabajos de supervisión, más bien, a una serie de decisiones deficientes en cuanto al proyecto, la estructura, las instalaciones, la planeación de actividades, así como insuficiente conocimiento sobre la temática en particular que ocasionó el problema.

Por otra parte y de acuerdo a lo investigado, los documentos referentes a la supervisión pasan por alto la acción sobre las estructuras de distintos fenómenos naturales así como acciones humanas capaces de desencadenar los daños o el desplome de parte o el total de la mencionada construcción por no considerarlas lo suficientemente frecuentes para tal efecto. Pero por ejemplo, los tres mil edificios destruidos en el temblor de 1985 más los tres mil dañados que quedaron en pie demuestran lo contrario.

Por lo que como corolario de la presente investigación recomendamos modificar los documentos sobre supervisión de obras y garantizar con ello a los habitantes de ciudades como la de México,

espacios habitables más seguros, o por lo menos que les permitirán salir de ellos por su propio pie, en el caso de un sismo u otro evento que pueda poner en riesgo su propia vida o la de sus seres queridos.

BIBLIOGRAFIA

- ARNAL, Betancourt. Reglamento de Construcciones Comentado. Trillas. México. 1987.
- FELP, Jacob. Errores Técnicos en la Construcción. Limusa. México. 1978.
- IMSS. Normas Generales de Construcción. Tomo I. México. 1990.
- INFONAVIT. Normas Generales de Supervisión. Subdirección Técnica.
- INFONAVIT. Normas Generales y Especificaciones de Supervisión. Subdirección Técnica. Departamento de Construcción.
- REITHERMAN, Arnold. Configuración y Diseño Sísmico de Edificios. Limusa. México. 1987.
- Ley del Infonavit (Reglamentos e Instructivos) / Ed. Fiscales ISEF S.A. / 1996
- “Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con la misma” México, D. F. (2001).
- Ley de Seguro Social (Reglamentos e Instructivos) /Ed. Fiscales ISEF S.A. / 1997
- Ley Federal del Trabajo/ Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos /1996
- “Manual de Inspección del Hormigón” Informe del Comité ACI-311 SP-2, Detroit. (1995).
- Martino R. L., Administración y control de proyectos, Tomo 2, México, técnica, 1970.
- Montaña, Agustín, Iniciación al método del camino crítico, 4ª ed., México, Trillas, 2000.
- PLAZOLA. Normas y Costos en la Construcción. Trillas. México. 1986.
- SUÁREZ, Salazar. Costo y Tiempo en Edificación. Limusa. México. 1986.