

125



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

REESTRUCTURACION DE UN EDIFICIO
PARA HOTEL EN LA CIUDAD DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

FAUSTO HUGO ROSAS RIVERA

796199



MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/078/01

Señor
FAUSTO HUGO ROSAS RIVERA
Presente

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

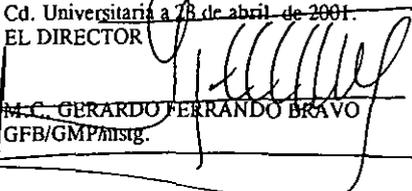
"REESTRUCTURACIÓN DE UN EDIFICIO PARA HOTEL EN LA CIUDAD DE MÉXICO"

- INTRODUCCION**
- I. DESCRIPCIÓN**
 - II. ANÁLISIS DE FALLAS ESTRUCTURALES**
 - III. ESTUDIOS PARA REESTRUCTURACIÓN**
 - IV. CÁLCULO DE ELEMENTOS TIPO QUE CONFORMAN LA EDIFICACIÓN**
 - V. REVISIÓN DE LA RED HIDRÁULICA Y PROPUESTA DE REPOSICIÓN**
 - VI. CONCLUSIONES**

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA/HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 78 de abril de 2001.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

Agradecimientos

A mis padres por su confianza y apoyo,
para la culminación de este logro en mi
vida profesional:

Telésforo Rosas Rosas
Alejandra Rivera Pérez

A mis hermanos por su afecto y cariño:

Luis Antonio Rosas Rivera
Isela Elizabeth Rosas Rivera
Alejandra Estela Rosas Rivera
Antonio Rosas Rivera

A mis amigos, por su incondicional y
desinteresado apoyo:

Luis Romero Urióstegui
Ramón Aparicio Cuevas
José Antonio De León Brito

Por su apoyo:

Ing. Alberto Coria Ilizaliturri
Ing. Federico Alcaraz Lozano
Ing. Enrique Barranco Vite
M.I. Roberto Magaña Del Toro
Ing. Rafael Xelhuantzi Ávila

Í N D I C E

	Pág.
Introducción	1
1. Descripción.	6
1.1. Localización del inmueble.	7
1.2. Descripción de las normas generales del concurso.	8
1.3. Descripción del modelo establecido del contrato.	26
2. Análisis de fallas estructurales.	43
2.1. Tipos de fallas en traves y columnas.	43
2.1.1 Comportamiento, modos de falla y resistencia de elementos sujetos a compresión axial.	43
2.1.2 Comportamiento y modos de falla de elementos sujetos a flexión simple.	46
2.2. Revisión de los estados límite de falla.	52
2.2.1 El dimensionamiento de elementos de concreto reforzado.	52
2.2.2 Diseño por estados límite	53
2.3. Hipótesis de la obtención de resistencia de diseño.	61
2.3.1 Resistencia de elementos sujetos a flexión simple.	61
2.3.2 Las estructuras de concreto	63
2.3.3 Características acción - respuesta de elementos de concreto	64
2.3.4 Las acciones	71
2.3.5 El análisis de estructuras de concreto reforzado	72
2.4. Revisión por: Flexión, Flexo-compresión, Aplastamiento, Fuerza Cortante y Torsión.	73
2.4.1 Resistencia de elementos sujetos a flexión simple	73
2.4.2 Comportamiento y modos de falla de elementos sujetos a flexocompresión.	75
2.4.3 Elementos sujetos a tensión axial	78
2.4.4 Elementos sujetos a fuerza cortante	79
2.4.5 Cálculo de resistencia	80
2.4.6 Obtención de la resistencia por tanteos utilizando hipótesis simplificadoras.	82
3. Estudios para reestructuración.	85
3.1. Factores para diseño sísmico.	85
3.2. Análisis por carga vertical.	93
3.3. Análisis y revisión de la cimentación.	93
3.4. Análisis y revisión de traves de liga	94

	Pág.
4. Cálculo de elementos tipo que conforman la edificación.	101
4.1. Diseño de columna tipo K-1.	101
4.2. Diseño de trabes de concreto que reciben muro de carga en fachada.	105
4.3. Diseño de trabe secundaria, localización eje-3 tramo A-G.	107
4.4. Revisión de trabe que recibe muro en Planta Baja.	108
5. Revisión de red hidráulica y propuesta de reparación.	113
5.1. Sistema de abastecimiento de agua fría.	113
5.2. Métodos para el cálculo del gasto máximo instantáneo.	114
5.3. Sistema de abastecimiento con bombeo.	130
6. Conclusiones.	143
Referencias	145
Bibliografía	147

Introducción

Las Estructuras de Concreto

El diseño estructural

Una estructura puede concebirse como un sistema, es decir como un conjunto de partes o componentes que combinan una forma ordenada para cumplir una función dada. La función puede ser: salvar un claro, como en los puentes; encerrar un espacio, como en los muros de contención, tanque o silos. La estructura debe cumplir con la función a la que esta destinada con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio. Además, deben satisfacerse otros requisitos, tales como mantener el costo dentro de los límites económicos y satisfacer determinadas exigencias estéticas.

Un examen de las consideraciones anterior hace patente la complejidad del diseño de sistemas estructurales. ¿Que puede considerarse como seguridad razonable o como resistencia adecuada?, ¿Qué requisitos debe satisfacer una estructura para considerar que su comportamiento sea satisfactorio en condiciones de servicio?, ¿Que es un costo aceptable?, ¿Qué vida útil debe preverse?, ¿Que es estéticamente aceptable la estructura?.

Estas son algunas de las preguntas que tiene el proyectista en mente al momento de diseñar una estructura. El problema no es sencillo y en su solución osa una intuición y experiencia, basándose en el análisis y la experimentación.

Si los problemas de diseño se contemplan en toda su complejidad, puede afirmarse que no tienen solución única, si no solución razonable. En efecto, la labor del ingeniero proyectista tiene algo de arte. Indudablemente, el ingeniero debe aprovechar el cúmulo de información y metodología científica disponible, pero además tiene que tomar en cuenta otros factores que están fuera de campo de las matemáticas y de la física.

El proceso que sigue el proyectista al diseñar una estructura es análogo al utilizado en el diseño de cualquier otro sistema (*Ref. 1.1, 1.11, 1.19 y 1.30*). Por lo tanto, son aplicables los métodos que aplica la ingeniería de sistemas, ya que una de sus finalidades es la de racionalización del proceso de diseño.

El proceso de diseño de un sistema principia con la formulación de los objetivos que se pretenden alcanzar y de las restricciones que debe tenerse en cuenta.

El proceso es cíclico; se parte de consideraciones generales, que se afinan en aproximaciones sucesivas, a medida que se acumula la información sobre el problema.

En el diseño de estructuras, una vez planteado el problema, supuestas ciertas acciones razonables y definidas las dimensiones generales, es necesario ensayar diversas estructuraciones para resolverlo. En esta fase del diseño es donde la intuición y la experiencia del ingeniero desempeñan un papel primordial. La elección del tipo de estructuración, sin duda es uno de los factores que más afecta el costo de un proyecto. Los refinamientos posteriores en el dimensionamiento de secciones son de mucho menor importancia.

La elección de una forma estructural dada implica la elección de materiales con que se piensa realizar la estructura. Al hacer esta elección, el proyectista debe tener en cuenta las características de la mano de obra y el equipo disponible, así como también el procedimiento de construcción más adecuado para el caso. Después de elegir provisionalmente una estructuración, se la idealiza para estudiar los efectos de las acciones o solicitaciones a la que puede estar sometida. Esta idealización es necesaria, porque el problema real es siempre más complejo que lo que es práctico analizar.

El análisis estructural, es decir, la determinación de las fuerzas internas en los elementos de la estructura, implica un conocimiento de las fuerzas internas en los elementos de la estructura, implica un conocimiento de las acciones que actúa sobre la misma y de las dimensiones de dichos elementos. Estos datos son imprecisos cuando se inicia el diseño, ya que solo se conoce en forma aproximada las dimensiones que tendrán los elementos. Estas influyen tanto en el valor del peso propio como en el comportamiento estructural del conjunto. En un proceso cíclico, el proyectista va ajustando los datos iniciales a medida que afina el análisis. Solamente en la fase final de este proceso hace un cálculo numérico relativamente preciso. El grado de precisión que trata de obtener en este proceso depende de la importancia de la estructura y de la posibilidad de conocer las acciones que realmente actuarán sobre ella. Un vicio común es el exceso de minuciosidad cuando la importancia del problema no lo amerita, o el conocimiento de las acciones es solo aproximado, y cuando no lo justifica el ahorro que pueda obtenerse gracias al refinamiento en el análisis.

La fase final de diseño consiste en comunicar los resultados del proceso descrito a las personas que van a ejecutar la obra. La comunicación de los datos necesarios para la realización del diseño se hace mediante planos y especificaciones. Este aspecto final no debe descuidarse, puesto que el disponer de planos claros y sencillos, y de especificaciones concretas, evita errores y confusiones a los constructores.

Idealmente el objetivo del diseño de un sistema es la optimización del sistema, es decir, la obtención de la mejor de todas las soluciones posibles. El lograr una solución óptima absoluta es prácticamente imposible. Lo que es óptimo,

en un conjunto de circunstancias, no lo es en otro, lo que es óptimo para un individuo puede no serlo para otra persona. Tal como se dijo anteriormente, no existe soluciones únicas, sino solamente razonables.

Sin embargo, puede ser útil optimizar de acuerdo con determinado criterio, tal como el de peso o costo mínimos. Si el criterio puede expresarse analíticamente por medio de una función, generalmente llamada *función objetivo* o *función criterio*, el problema puede resolverse matemáticamente.

Las técnicas de optimización todavía tienen limitaciones en el diseño estructural, debido a las dificultades matemáticas que suelen implicar. Sin embargo, se supone que a medida que aumenten las aplicaciones de la computación, dichas técnicas se irán perfeccionando, de modo que cada vez se logre mayor grado de refinamiento. Los procesos de optimización en el diseño estructural han sido tratados por Spunt y otros.

Para mayor sencillez, en las consideraciones anteriores se han tratado los sistemas estructurales como sistemas independientes. De hecho, toda estructura no es sino un subsistema de algún sistema más complejo industrial, un sistema hidráulico, de caminos o de comunicación urbana. En un edificio, por ejemplo, puede distinguirse varios subsistemas, además del estructural: las instalaciones eléctricas, la de plomería y aire acondicionado, los elevadores, los acabados arquitectónicos, la herrería, etc.

Según el enfoque de sistemas, el diseño del sistema total debe tenerse en cuenta todas la interacción entre todos los subsistemas. De esta manera, en el diseño del subsistema estructural deben considerarse no solamente los aspectos de eficiencia estructural, sino también la relación de la estructura con los demás subsistemas. Por ejemplo, puede ser necesario prever pasos para instalaciones que impliquen mayor consumo de materiales que el estrictamente necesario desde el punto de vista estructural. Por otra parte los enfoques globales o de conjunto, implícitos en la concepción de edificios como sistemas, pueden conducir a soluciones de gran eficiencia en las que los componentes estructurales del sistema se diseñan de manera que realice otras funciones, además de las estrictamente estructurales. Así, un muro de carga puede ser también un elemento rigidizante.

En el diseño de los subsistemas estructurales para edificios, debe tenerse en cuenta su importancia relativa dentro del sistema general. Son ilustrativos los datos de las tablas 1.1 y 1.2, (*basadas en las referencias 1.23 y 1.25*).

Se desprende de estos datos que la proporción del costo total correspondiente a la estructura es relativamente pequeña. Esto indica que en muchas ocasiones no se justifican refinamientos excesivos en cálculo estructural, ya que las posibles economías de materiales resultan poco significativas. Lo importante, en efecto, es la optimización del sistema total, como ya se ha indicado, y no la de los subsistemas o componentes considerados individualmente.

Tabla 1.1 Distribución aproximada del costo de edificios altos en los Estados Unidos de América.

Concepto	Porcentaje, %
Excavación y cimiento	10
Estructura	25
Instalaciones diversas (electricidad, plomería, etc.)	30
Elevadores	10
Muros exteriores	12
Acabados diversos	13
Total	100

Tabla 1.2 Distribución aproximada del costo de edificios de media altura (aproximadamente 10 pisos) en la ciudad de México.

Concepto	Porcentaje, %
Excavación y cimiento	11
Estructura	14
Instalaciones diversas (electricidad, plomería, etc.)	25
Elevadores	3
Muros exteriores	20
Acabados diversos	27
Total	100

Si la optimización de sistemas relativamente sencillos, como los sistemas estructurales, presenta ciertas dificultades, son aun más graves los problemas que ofrece la optimización rigurosa de sistemas complejos como los de un edificio o una obra urbana, en los que intervienen gran número de variables, muchas de ellas de naturaleza psicológica y, por lo tanto, difícilmente cuantificables. En efecto, la aplicación rigurosa de los métodos del enfoque de sistemas aún no es de uso común.

El interés por el enfoque de sistemas esta produciendo entre los proyectistas un cambio de actitud frente al problema de diseño. Por una parte, se tiende a una racionalización creciente del proceso de diseño, lo que conduce a unas manipulaciones matemáticas cada vez mas refinadas. Por otra parte, el reconocimiento de la interdependencia entre los diversos subsistemas que

integran una obra civil esta llevando a un concepto interdisciplinario de diseño. Mientras que antes los diversos subsistemas se diseñaban independientemente, de manera que la coordinación entre ellos solía ser poco satisfactoria, ahora se tiene cada vez mas trabajo en equipo.

El enfoque de sistemas aporta herramientas de gran utilidad en el diseño. Sin embargo, no debe olvidarse que en el proceso de diseño seguirá siendo de gran importancia la intuición y la capacidad creativa e innovadora del proyectista.

En este trabajo de tesis en los capítulos siguientes se hace mención de los aspectos que a mi consideración son básicos para la realización de una obra civil, en este caso, la edificación, en la cual es importante señalar que para la óptima ejecución de los trabajos se debe contar con los conocimientos básicos como lo son: lugar de ejecución de los trabajos, tener conocimiento del contrato y normas generales del concurso que se presentan en el capítulo 1, además de tener el conocimiento necesario de interpretación de planos, así como conocer el proyecto y que es recomendable conocer los programas de obra para la ejecución de los trabajos.

En el capítulo 2 se presenta el análisis de falla estructural, ya que se trata de la reestructuración de una edificación, se mencionan las fallas que posiblemente se pueden presentar en la estructura del edificio y sus características como los son: fallas en trabes y columnas, ya sea por flexión, flexocompresión, aplastamiento, fuerza cortante y torsión.

En el capítulo 3 se presentan los estudios para la reestructuración de la edificación, ya que por el uso que tenía anteriormente se han modificado las cargas debido al incremento de dos niveles y una alberca en la terraza del edificio.

En el capítulo 4 se presenta el calculo de los elementos tipos que conforman la edificación se hace mención del diseño de la columna tipo K-1, trabes de concreto y una trabe secundaria, los diseños de los elementos ya antes mencionados se hicieron con base en calas aleatorias hechas en las distintas trabes y columnas ya existentes, además de considerar el incremento de cargas y uso del edificio. Para el caso de la columna tipo K-1 se considero una sección compuesta y para las trabes se reforzaron con el incremento de la sección con concreto y acero de refuerzo.

En el capítulo 5 se presenta la revisión de la red hidráulica y la propuesta de reparación, el calculo del gasto máximo instantáneo, los distintos métodos para el calculo del gasto máximo instantáneo, así como las piezas especiales para la reparación de la instalación hidráulica, que para este caso la reparación fue total, debido al incremento del gasto. Se considero únicamente cinco niveles del edificio y éstos son tipo, con la finalidad de presentar la metodología del cálculo del gasto máximo instantáneo y no la solución total de la instalación hidráulica.

Capítulo 1. Descripción

1.1. Localización del inmueble

Domicilio: Av. Lamartine Num. 347 Col. Polanco,
C.P. 11560, Miguel Hidalgo, México D.F.

Zona de ubicación: Zona 1

Factor de coeficiente sísmico x = 4
y = 4

Destino de edificio: Grupo B



1.2. Descripción de las normas generales del concurso.

Para participar en el **Concurso de Obra** para el **Proyecto de Instalaciones** de la **REMODELACION HOTEL LAMARTINE**, ubicado en el No. 347 de la Av. Lamartine, Col. Polanco, Del. Miguel Hidalgo, Distrito Federal.

Para los fines de las presentes **NORMAS GENERALES DEL CONCURSO**, en lo sucesivo se denominará **LA PROPIETARIA** de Inmuebles Mas, S.A. DE C.V. y **POSTORES** a los contratistas invitados a participar en el concurso y **CONTRATISTA** al que resulte favorecido con la adjudicación del Contrato.

CONDICIONES

PRIMERA

El acto de presentación y apertura de las propuestas con toda la documentación debidamente firmada y sellada en todos sus tantos (será motivo de descalificación la falta de firma en algún documento) y colocada dentro de los sobres "ORIGINAL" y "COPIA", cerrados en forma inviolable (de preferencia sellados con cinta adhesiva), se efectuará de acuerdo a la información contenida en el ANEXO A (DATOS GENERALES DEL CONCURSO) de la invitación a concurso.

Se dará a conocer el fallo, dentro de un plazo que no excederá de 15 días, contados a partir de la celebración del acto de apertura de las proposiciones.

SEGUNDA

Los trabajos por desarrollar deberán realizarse en el período que se establece en el mismo ANEXO A, antes mencionado, pero la fecha de terminación que proponga el **POSTOR**, será factor importante en la elección de **LA PROPIETARIA**.

TERCERA

Las propuestas presentadas por los **POSTORES**, así como sus anexos, serán conservadas por **LA PROPIETARIA** con excepción de la documentación con que se acredite su nacionalidad si se trata de personas físicas y el original del Testimonio Notarial o copia de los poderes notariales en su caso, así como la identificación del representante del **POSTOR**, los cuales se devolverán de inmediato.

CUARTA

LA PROPIETARIA mostrará a los invitados al concurso, el sitio donde se construirán las obras, de acuerdo a la información contenida en el ANEXO A.

Las dudas planteadas al representante de **LA PROPIETARIA** por los **POSTORES** en la visita al lugar donde se desarrollaran los trabajos deberán confirmarse por escrito. en los términos de la **QUINTA CONDICION**, en caso contrario se darán por no habidas tanto las preguntas como las respuestas,

QUINTA

Para aclarar cualquier duda por escrito, en relación con la documentación del concurso durante el plazo disponible para la preparación de la proposición, los **POSTORES** podrán solicitar aclaraciones conforme lo establece el ANEXO A de la invitación a **CONCURSO**. Las dudas serán aclaradas por escrito con copia a los demás **POSTORES**.

SEXTA

Para formular la propuesta se utilizará el documento: **ESCRITO PROPUESTA DE CONTRATISTA** el cual deberá estar debidamente firmado por el **POSTOR** y tendrá todos los documentos que a continuación se mencionan, exigidos por **LA PROPIETARIA** y ordenados en forma progresiva, precisamente después de cada una de las hojas índice que se proporcionan para tal objeto.

Documento Num. 01.- Carta invitación a Contratistas.

El propósito de este documento es que sólo participen en el **CONCURSO** las personas físicas o morales que sean notificadas por escrito mediante una **CARTA INVITACION**, siendo así mismo un reconocimiento de **LA PROPIETARIA** a la actividad desarrollada por la empresa requerida para participar en el concurso.

Documento Num. 02.- Carta de aceptación del Contratista.

Este documento representa el compromiso de la empresa invitada a participar en el **CONCURSO**, y su envío refleja la seriedad de la misma, permitiendo a **LA PROPIETARIA** conocer la cantidad de empresas interesadas en particular, y considerar la viabilidad del **CONCURSO** o bien considerar otras formas para la asignación del contrato respectivo.

Documento Num. 03.- Datos Generales de la empresa.

- A) Copia del Testimonio Notarial del Acta Constitutiva y modificaciones en su caso, según su naturaleza jurídica y copia del Testimonio del Acta donde se acredite la persona del Representante Legal que firma la Propuesta; si se trata de persona moral.
- B) Original o copia certificada de la Constancia de Nacionalidad o Acta de Nacimiento, si se trata de persona física.
- C) Copia del Registro Federal de Causantes.
- D) Copia del Registro ante el IMSS.
- E) Copia del Registro ante el INFONAVIT.

En caso de **POSTORES** extranjeros, cualquiera de los documentos anteriores deberá estar certificado por la representación Diplomática o Consular correspondiente, debidamente legalizada por la Secretaría de Relaciones Exteriores.

- F) Copia de última declaración de impuesto sobre la renta ante S.H.C.P. así como su capital contable.
- G) Relación de obras contratadas en el último año, indicando nombre del contratante y monto total ejercido a la fecha.

Documento Num. 04.- Escrito Propuesta de Contratista.

La propuesta económica del **CONTRATISTAS**, debe ser enviada a través de un escrito que formalice dicha propuesta. En este documento se indican los anticipos que otorgará **LA PROPIETARIA** para inicio de obra y para garantizar la compra de equipos y materiales de instalación permanente. El anticipo que otorgue **LA PROPIETARIA** para la compra de equipos y materiales, deberá quedar reflejado en la fórmula escalatoria que presenten los **POSTORES** en su propuesta de **CONCURSO**.

Por ser un contrato a **PRECIO UNITARIO**, o sea que no existirán modificaciones al importe total de **La Propuesta** ni habrá fórmula escalatoria.

Se da por entendido que los **POSTORES** conocen a detalle el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias y/o los manuales de la C.F.E., a los que como mínimo deberán apegarse estrictamente, así como los procedimientos de construcción necesarios para la correcta ejecución de la Obra.

Documento Num. 05.- Carta de Confidencialidad.

Documento dirigido a **LA PROPIETARIA** en papel membretado del **CONTRATISTA**, donde se estipula su compromiso de no divulgar la información recibida en la carpeta del **CONCURSO**, ni hacer uso de dicha información para otros fines.

Documento Num.-06.- Normas Generales del Concurso.

Las presentes Normas Generales de Concurso, debidamente firmadas en todas sus hojas.

Documento Num. 07.- Programa de Ejecución de Trabajos.

Programa de trabajo de acuerdo con el cual se desarrollarán las actividades de la obra, con los importes mensuales por ejecutar; **dicho programa deberá tener como fecha de inicio la indicada en la Información General del Concurso**

Documento Num. 08.- Análisis de Costos Indirectos.

Análisis de Costos Indirectos que Reflejen los gastos necesarios para la realización del trabajo. (Presentar cálculo desglosado del factor de costos indirectos.

Documento Num. 09.- Datos Básicos de Mano de Obra, Materiales y Equipo.

- A) Mano de obra por categoría considerando salarios base de acuerdo a la demanda en la localidad; cálculo de factores de salario real incluyendo todos los cargos impositivos tales como IMSS, guarderías, INFONAVIT, SAR Sistema de ahorro para el retiro, ISRP (Impuesto sobre remuneraciones pagadas), impuestos sobre nóminas, impuestos estatales, etc., así como elementos que componen las cuadrillas.
- B) Lista de materiales por utilizar en la obra sin incluir I.V.A. (lista completa de materiales con sus cantidades respectivas, sus costos unitarios e importes parciales y totales).
- C) Equipo de trabajo necesario que se requiere durante el proceso de la obra con sus respectivos análisis de costos horarios y lista de equipo disponible con que cuenta la proponente para este tipo de obra.

Documento Num. 10.- Análisis de precios unitarios.

Análisis de precios unitarios, incluyendo análisis de básicos (como ejemplo, se anexa tarjeta modelo de análisis de precios unitarios). Los **POSTORES**, deberán presentar el 100% de los análisis de precios unitarios desglosados en materiales, mano de obra, equipo, herramienta, indirectos y utilidad e inclusive deberán presentar desglosados aquellos que los **POSTORES** consideren como subcontratos.

Documento Num. 11.- Resumen por Partidas.

Resumen por partidas con el monto total de la proposición, de acuerdo al agrupamiento solicitado con firma autógrafa del representante legal.

Documento Num. 12.- Catálogo de Conceptos.

Catálogo de conceptos y cantidades de obra foliado para los que el **POSTOR** deberá presentar el 100% de los análisis de precios unitarios, importe total de cada uno de los conceptos y monto total de la proposición, con firma autógrafa del representante legal en cada una de las hojas; siendo motivo de descalificación aquel proponente que no cotice en el catálogo de conceptos entregados por **LA PROPIETARIA** o que no presente el resumen de partidas de acuerdo al solicitado.

Documento num. 13.- Modelo establecido de contrato.

Modelo de contrato de obra a **Precio Alzado**, debidamente firmado por el **Contratista**, en todas sus hojas.

Documento Num. 14.- Circulares Sobre el Concurso.

Circular(es), en su caso, debidamente firmadas por el postor.

Documento Num. 15.- Propuestas de Recomendaciones y observaciones.

- A) Conceptos y/o cantidades que a juicio del **POSTOR**, hacen falta o están excedidas en el Catálogo de conceptos, para la realización del proyecto conforme a los planos proporcionados.
- B) Alguna recomendación que el **POSTOR** quiera presentar.

LA PROPIETARIA analizará lo indicado en el escrito de conceptos y/o cantidades que a juicio del **POSTOR**, hacen falta o están excedidas y lo tomará en cuenta en caso de que considere la procedencia; reservándose **PROPIETARIA** el derecho de tomar en cuenta su contenido.

Los **POSTORES** deberán apegarse estrictamente a las especificaciones indicadas en el Catálogo de conceptos respetando marcas, tipos, calidades y cuando éstas no sean muy claras, deberán de hacerlo notar por escrito a la persona encargada del manejo del **CONCURSO** y anexar una copia de éste en el **DOCUMENTO NÚM. 15**.

Documento Num. 16.- Presupuestos de Subcontratistas.

Original o copia de los presupuestos de subcontratos y cotizaciones que el **POSTOR** esté contemplando en su propuesta.

Documento Num. 17.- Especificaciones Generales de Ejecución de los Trabajos.

Las "**Especificaciones Generales de Ejecución de los Trabajos**" del proyecto debidamente firmadas por el **POSTOR**, en todas sus hojas.

Documento.-Num. 18.- Relación de Planos.

Planos de la obra por ejecutar debidamente firmados por el **POSTOR**.

Cuando durante la elaboración de su propuesta del **POSTOR** se incremente el costo de materiales, mano de obra o de equipo y que por circunstancias de tiempo no hubiere podido corregir, lo deberá notificar por escrito en la misma, ya que en caso de no ser así, **LA PROPIETARIA** considerará su propuesta vigente y no aceptará ninguna reclamación al respecto.

SÉPTIMA

Para satisfacer todos los requisitos a que se refiere la **SEXTA CONDICION**, además de los anexos que se solicitan y que serán proporcionados por el **POSTOR**, se deberán utilizar precisamente las formas e impresos proporcionados por **LA PROPIETARIA** que integran la carpeta correspondiente al presente **CONCURSO**.

Para presentar la proposición se utilizarán dos sobres, anotando en el lugar correspondiente, el Número de **CONCURSO**, la fecha, el nombre de la obra y el

nombre del cargo de la persona que asiste al **CONCURSO**, y el carácter de **ORIGINAL** O **COPIA** de la documentación contenida.

Los documentos que forman la proposición deberán estar integrados y ordenados en la forma anotada

en el primer párrafo de la **SEXTA CONDICION**, después de cada hoja índice, es decir, cada sobre marcado "**ORIGINAL**", deberá contener todos los documentos. En el sobre marcado "**COPIA**". Deberá ir un segundo ejemplar de los documentos: 4. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 14. ven su caso 15.

Se deberá encuadernar todos los documentos de la proposición en un solo juego, de preferencia en una carpeta lefort tamaño carta.

OCTAVA

Al formular la proposición se aceptará por los **POSTORES** lo siguiente:

1. Que la obra se llevará a cabo bajo sujeción a: el proyecto, las especificaciones, el programa de trabajo, los importes mensuales de Obra, los precios unitarios anotados en el Catálogo de Conceptos de Cantidades de Obra conforme a las cláusulas del modelo de Contrato de Obra y las condiciones de estas Normas Generales.
2. Que tomaron en consideración las condiciones climatológicas (lluvias, vientos, temperaturas extremas, etc.) topográficas y geológicas de la región y en especial las de la obra, así como las vías de comunicación existentes compenetrándose de las condiciones laborales (salarios, impuestos por sindicatos, escasez de mano de obra, pago de salarios mayores a los establecidos por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos de la zona, viáticos, hospedaje, etc.) y generales del lugar específico de las obras, así como los Reglamentos aplicables, y que el desconocimiento de las condiciones anteriores, en ningún caso servirá posteriormente para aducir justificación por incumplimiento del contrato y del programa de trabajo, o para solicitar bonificaciones a los precios unitarios consignados en la proposición.
3. Que habrán juzgado y tomado en cuenta todas las condiciones que pueden influir en los precios unitarios, independientemente de lo que dichos precios incluyan por razón del costo directo, del indirecto, de la utilidad, del financiamiento y de los cargos adicionales establecidos; y que el pago de los diversos conceptos se hará al precio unitario que se fije en el **CONTRATO** para la unidad de obra terminada. a satisfacción de **LA PROPIETARIA**.

Aunque en el catálogo de conceptos de **CONCURSO**, o en algunos conceptos su especificación no lo diga explícitamente, debe entenderse en todos los casos que incluye:

- a) Fletes, Pruebas, Desperdicios, etc.
- b) Materiales de consumo, equipo y herramienta requerido.
- c) Cargos por coberturas de seguros y mantenimiento del equipo.
- d) Movimientos horizontales y verticales, Acarreos de material sobrante dentro y fuera de la obra.
- e) Instalaciones provisionales para el suministro de agua y energía eléctrica, mismas que serán proporcionadas por **LA PROPIETARIA**.
- f) Limpieza del lugar después de cada trabajo, limpieza diaria durante el transcurso de la obra.
- g) Seguro de daños a las instalaciones, acabados, estructura, etc., existentes Dentro de la propiedad de **LA PROPIETARIA**.

4. Que las diferencias que pudieran resultar de las cantidades de obra anotadas por **LA PROPIETARIA** en el **DOCUMENTO NUM. 12**, durante la ejecución de la obra, ya sean aumentos o reducciones, no justificará en ningún caso, reclamación alguna del Contratista en relación con los precios unitarios respectivos.

Así mismo, el **CONTRATISTA** se obliga también a ejecutar la obra de acuerdo a los planos y especificaciones de construcción anexos al contrato y forman parte del mismo, firmado por las partes.

5. Que en el **DOCUMENTO NÚM. 12** se propondrá precios unitarios únicamente para los conceptos en él contenidos, para que las propuestas sean comparables. Las observaciones y alternativas que desee presentar el **POSTOR**, deberán quedar incluidas en el **DOCUMENTO NÚM. 15**.

6. Que en ningún caso se considerará que las modificaciones al **DOCUMENTO NÚM. 7**, programa de trabajo con importes mensuales de obra, formulado por el **POSTOR**, motivadas por causas ajenas a **LA PROPIETARIA** implicará cambio alguno en los precios unitarios cotizados por él mismo, para los conceptos contenidos en el Catálogo correspondiente

7. Que requieren de un especialista, el **CONTRATISTA** recurrirá a un laboratorio de reconocida capacidad y aprobado previamente por **LA PROPIETARIA**. En el contrato que celebre con él, deberá constar la obligación del laboratorio de enviar el **ORIGINAL** de los resultados de las pruebas a **LA PROPIETARIA**, sin cargo alguno a este.

NOVENA

EI DOCUMENTO NÚM. 12 Catálogo de conceptos y cantidades de obra para proposición de precios unitarios, se formulara procediendo de acuerdo con lo siguiente:

1. Se llenará a máquina preferentemente, y de ser manuscrito, se usará tinta, escribiendo con letra fácilmente legible; en ambos casos, dicho catálogo deberá presentarse sin correcciones, raspaduras ni enmendadoras, en el catálogo entregado por **LA PROPIETARIA**.
2. Se anotarán los precios unitarios, expresándolos en moneda nacional (pesos) o en moneda americana (U.S. Dólares) según sea el caso de cada concepto.
3. En caso de encontrarse errores en las operaciones aritméticas, se reconocerá como correcto el producto de las cantidades de obra anotadas por **LA PROPIETARIA** y los precios unitarios anotados por el **POSTOR**, en el catálogo de conceptos.
4. Deberá anotarse, el importe total de cada una de las partidas contenidas en el **DOCUMENTO NÚM. 11** de acuerdo al desglose presentado por **LA PROPIETARIA**, inmediatamente después del último concepto de las mismas; Este importe total deberá ser la suma de los importes de todos los conceptos que intervienen en la partida correspondiente, en su caso. La suma de los importes totales de todas las partidas, representará el **MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA**, lo que deberá anotarse con número y letra, en la última hoja del **DOCUMENTO NÚM. 11**.
5. De acuerdo con las correcciones que en su caso se hagan, modificarán los importes de los conceptos y el monto total de la proposición que resulte, será el **MONTO CORREGIDO** para efectos de la adjudicación.

DECIMA

Deberá señalarse en la proposición el nombre del Técnico titulado que sea el representante permanente del **POSTOR** en la obra objeto de este **CONCURSO**, el cual deberá estar registrado en la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública y además, deberá tener suficiente experiencia en las obras de la índole de la que se llevará a cabo.

Dentro del sobre de la propuesta, como parte de la documentación que el Contratista entregue a **LA PROPIETARIA**, se anexará una fotocopia de su Cédula Profesional y relación de obras en las que haya intervenido, engrapándolas al **DOCUMENTO NÚM. 4**.

La Cédula deberá ser del representante permanente en la obra y no del Responsable Técnico de la compañía. Su currículo vitae, deberá indicar claramente para cada obra: el alcance de lo realizado, el carácter con que intervino en esa obra y los datos del Propietario, con nombre, puesto y teléfono de su representante en ella.

Como la experiencia y nivel técnico del representante permanente del **POSTOR** en la obra será un factor importante en la elección de **LA PROPIETARIA**, a que no podrá cambiarse o modificarse la condición de permanente, sin la autorización previa y por escrito de **LA PROPIETARIA**.

DECIMA PRIMERA

Serán rechazados por **LA PROPIETARIA** en el acto de la presentación, las proposiciones:

1. Cuando los sobres no estén cerrados en forma inviolable.
2. Cuando el representante del **POSTOR** no presente el **DOCUMENTO NÚM. 3** que acredita su personalidad o cuando dicha carta no esté firmada por la persona autorizada.
3. Cuando el representante del **POSTOR**, no se identifique a satisfacción de **LA PROPIETARIA**.

DECIMA SEGUNDA

LA PROPIETARIA se reserva el derecho de descalificar, posteriormente al acto de apertura y durante el estudio de las mismas, aquellas proposiciones:

1. Cuando el **POSTOR** no presente cualquiera de los documentos: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, y 13 en los términos de estas Normas Generales.
2. Cuando el **POSTOR** haya llenado los **DOCUMENTOS 11 y 12** a lápiz.
3. Cuando el **POSTOR** no presente el **DOCUMENTO NÚM. 14** en su caso.
4. En los casos de propuestas que contengan uno o varios precios unitarios que no correspondan a la realidad del lugar de la obra.
5. Que en los análisis detallados de precios unitarios hagan intervenir destajos o lotes por concepto de mano de obra, materiales, equipo o subcontratos.
6. En las que no coincidan los precios unitarios analizados detalladamente con los anotados en el **DOCUMENTO NÚM. 12**.
7. Que omitan en uno o más conceptos la cotización en el **DOCUMENTO NUM.12**.
8. Que los datos básicos contenidos en los **DOCUMENTOS NUM. 9A, 9B y 9C**, no coincidan con los utilizados en los análisis de precios unitarios.
9. En las que no presenten completos los datos requeridos en el análisis para la determinación de los factores de los costos indirectos.

10. Que no contengan la totalidad de los análisis detallados de precios unitarios solicitados por LA PROPIETARIA en el DOCUMENTO NUM. 10.
11. Que proponga fuera del DOCUMENTO NÚM. 15, alternativas que modifiquen las condiciones establecidas por LA PROPIETARIA en estas normas, y conforme a las cuales se desarrollarán el CONCURSO y la obra.
12. Que el **POSTOR** estipule el contenido del DOCUMENTO NUM. 15, como condición para mantener la vigencia de su propuesta.
13. Cuando las propuestas no contengan los documentos requeridos completos o que hayan omitido algún requisito.
14. Cuando el **POSTOR** o su representante no firmen alguno o algunos de los documentos básicos que integran la proposición.
15. Que se les haya rescindido o cancelado por incumplimiento un contrato.
16. Que haya cometido hechos ilícitos en perjuicios de **LA PROPIETARIA**.
17. Que se encuentre sujeto a suspensión de pagos o declarado en estado de quiebra, con posterioridad a la apertura del CONCURSO.
18. Que estén al servicio de **LA PROPIETARIA** percibiendo una retribución por nómina u honorarios.
19. Que no satisfagan los requisitos de forma o de fondo, determinados en estas normas y sus apéndices.

DECIMA TERCERA

LA PROPIETARIA se reserva el derecho de: Declarar desierto al **CONCURSO**.

- a) Cuando al acto de presentación y apertura de las proposiciones se presenten menos de tres **POSTORES**.
- b) Cuando al ser estudiadas las proposiciones posteriormente, sean aceptadas o resulten satisfactorias menos de tres proposiciones.

De cancelar total o parcialmente, conceptos y/o volúmenes de obra que forman parte de la propuesta y contratar los mismos según convenga a sus intereses, inclusive el dividir la obra en dos o más contratista, así como de suministrar los materiales especificados, sin que sufran modificación alguna los precios unitarios o los costos indirectos presentados por el **CONTRATISTA**.

DECIMA CUARTA

Las circulares que en su caso se expidan por **LA PROPIETARIA**, relativas al presente **CONCURSO**, deberán regresarse debidamente firmadas por el **POSTOR** en todas sus hojas, dentro del sobre de su proposición **DOCUMENTO NÚM. 14**, y las disposiciones que contengan se considerarán válidas durante la vigencia del contrato respectivo y sus convenios adicionales, en su caso.

DECIMA QUINTA

Los **POSTORES** deberán firmar una copia del acta, relativa al **CONCURSO**, a la presentación de su proposición.

DECIMA SEXTA

El **CONTRATISTA** ganador deberá firmar el Contrato dentro del plazo no mayor a 8 días hábiles posteriores a la asignación de la obra, debiendo entregar la fianza para el cumplimiento del mismo.

DECIMA SÉPTIMA

El **CONTRATISTA** deberá iniciar la obra de acuerdo a la información contenida en el Anexo A de la invitación al **CONCURSO**.

DECIMA OCTAVA

El idioma oficial, será el **ESPAÑOL**; las cantidades serán expresadas en el Sistema Métrico Decimal y los precios unitarios y monto total de la proposición se indicarán en moneda mexicana; \$ (Pesos) o en moneda americana; U.S. (Dólares); igualmente los precios del Contrato que en su caso se formulen se pagarán en moneda mexicana: \$ (Pesos) o en moneda americana: U.S. (Dólares).

DECIMA NOVENA

LA PROPIETARIA se reserva el derecho de solicitar a los **POSTORES** cualquier aclaración a su propuesta, pero en ningún caso podrá permitir que las alteren sustancialmente o modifiquen su monto total. Salvo en el caso de existir errores aritméticos.

VIGÉSIMA

El fallo que dé **LA PROPIETARIA** será de carácter inapelable, reservándose el derecho de hacer cualquier aclaración al mismo.

VIGÉSIMA PRIMERA

La vigencia de las propuestas presentadas, será al menos de **sesenta días** posteriores a la fecha en que hayan sido recibidas por **LA PROPIETARIA**.

VIGESIMA SEGUNDA

En ningún caso se aceptará el modificar los volúmenes de obra a fin de modificar el importe del concurso

VIGÉSIMA TERCERA

Por tratarse de un contrato a PRECIO UNITARIO, en ningún momento se aceptará alguna escalación de precios.

VIGÉSIMA CUARTA

La proponente dentro de su análisis de costos indirectos, citado en el DOCUMENTO NÚM. 8, deberá considerar el costo financiero que implican los tiempos de ejecución, revisión, elaboración del documento de cobro y trámites del mismo. Tanto para anticipo y estimaciones, como para presupuestos de obra fuera de contrato.

VIGESIMA QUINTA

De acuerdo con los documentos y planos que le sean proporcionados, el Contratista deberá elaborar los planos de detalle y de ejecución de los trabajos, proporcionando originales y cálculos (en su caso) a la Directora Técnica. Esta documentación y toda aquella relacionada con la obra son propiedad de la Propietaria y por consiguiente no podrán ser publicados ni utilizados para otros fines, sin la autorización previa y por escrito de ésta. El Contratista deberá verificar por sus propios medios el trazo, cotas y todas las indicaciones de planos y documentos que le sean proporcionados y solicitar las aclaraciones que juzgue pertinentes para que, a partir de la asignación del contrato y hasta la recepción de los trabajos, asuma la total responsabilidad sobre el manejo y utilización de los mismos.

VIGESIMA SEXTA

Cualquier subcontratación de los trabajos contratados que requiera efectuar el Contratista, deberá ser autorizada previamente por escrito por la Directora Técnica y estará condicionada a que resulte en beneficio de la obra, en la inteligencia de que el Contratista será el inicio responsable ante a la Propietaria de los trabajos que dicho Subcontratista realice.

VIGESIMA SEPTIMA

El costo de cualquier bien o servicio proporcionado en forma general a las empresas que participen en la ejecución de las obras será prorrateado a criterio de **la Directora Técnica**, tomando en consideración todos los factores que intervengan y sean necesarios para la justa distribución de su importe, el cual será descontado de los pagos por concepto de ejecución de las obras, de común acuerdo con cada uno de los usuarios. Para efectuar dicha distribución, **la Directora Técnica** estará en completa libertad de exigir a todas y cada una de las empresas y estas a su vez tendrán la obligación de proporcionar para sus análisis, en forma oportuna y absolutamente veraz. Toda la información requerida.

VIGESIMA OCTAVA

Con el objeto de contar con los planos de la obra para la liquidación de los trabajos, así como hacer entrega de la información requerida en la operación del inmueble, el Contratista proporcionará a la Directora Técnica, maduros de todos aquellos planos que sufran modificaciones durante la ejecución. En caso necesario la Directora Técnica solicitará al Constructor entregas parciales de dichas modificaciones, previa comunicación por escrito. Algunas actividades conectadas con la preparación del inmueble para su terminación y apertura para operación -comercial, serán llevadas a cabo por la Propietaria precedente a la apertura y posiblemente concurrentes con el trabajo objeto de este contrato. Estas actividades consistirán pero no estarán limitadas a:

- a) Instalación y colocación de muebles, enseres y equipo para las operaciones del inmueble y otros materiales objeto de otros contratos.
- b) Pruebas operacionales y puestas en marcha del equipo mecánico, eléctrico, hidráulico y sanitario; cocinas y lavanderías.

Por consiguiente, toda programación de ejecución deberá tomar en cuenta estos factores, ya que reclamaciones por injerencias o demoras causadas por estas actividades no serán permitidas aún cuando están dentro de la esfera del Contratista.

RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

Se define la Responsabilidad del **CONTRATISTA** como la obligación que asume el **CONTRATISTA** en el cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos contraídos con **LA PROPIETARIA**, obligándose a responder de ellos así como de reparar y satisfacer, aquello que resulte por mala calidad, descuido, negligencia, error, desconocimiento u otros, que recaigan o se deriven de sus acciones en que incurra y causen daños o perjuicios a **LA PROPIETARIA**.

Como complemento a lo señalado y estipulado en las declaraciones y alcances del Contrato de Obra, el **CONTRATISTA** en adición a su declaración de conocer el proyecto de las obras que pretende realizar, acepta y manifiesta asumir su obligación de cumplir de manera competente con su compromiso ante **LA PROPIETARIA**, con base en declarar y consentir el **CONTRATISTA** es responsable de:

1. Contar con una amplia experiencia profesional, así como estar capacitado para realizar los trabajos encomendados, observando una norma íntegra de conducta, a fin de actuar con entera lealtad y honestidad para salvaguardar los intereses de **LA PROPIETARIA**.
2. Haber practicado una inspección física y conocer el sitio donde se llevarán a cabo los trabajos y/o obras que le ha sido encomendados y contratados por **LA PROPIETARIA** así como las condiciones particulares y generales del lugar, especialmente aquellas relacionadas de manera directa con el tipo de trabajos por desarrollar.
3. Conocer la disponibilidad de mano de obra; Dotación y características de agua y energía eléctrica; transportación y acceso al lugar; imprevistos climatológicos; composición y resistencia del terreno; característica tipo calidad y características de materiales de construcciones existentes; lugares para manejo, almacenamiento y depósito de materiales y desperdicios; así como el equipo necesario y todos aquellos aspectos que afecten o se requieran para llevar a cabo el trabajo.
4. Practicar una revisión técnica del proyecto consistente en verificar congruencia de los diferentes planos que lo conforman; intersección de los diversos elementos que lo componen; cuotas, medidas y niveles; especificaciones y procedimientos constructivos, conceptos y volúmenes de obra; detalles de juntas constructivas e intersección de elementos estructurales y arquitectónicos; así como de todo aquello que se considere necesario para la buena ejecución de los trabajos.
5. Verificar y determinar la ubicación de las diferentes instalaciones y equipos que conforman el proyecto, identificando los cruces e intersecciones con elementos estructurales arquitectónicos y de otras instalaciones, así como los lugares donde deban dejarse las preparaciones y/o pasos requeridos para llevar a cabo estos trabajos.
6. Planear de manera lógica y ordenada los lugares y almacenes requeridos para el depósito, estiba y manejo de los diferentes materiales y equipos que intervienen en el trabajo, de acuerdo con los reglamentos, normas de seguridad, condiciones climatológicas del lugar y características de la obra, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes, pérdidas y contaminación.
7. Desarrollar y contar con programas para las diferentes actividades y trabajos que se lleven a cabo, así como de los recursos disponibles; verificando periódicamente su estado con objeto de detectar las desviaciones y variaciones que se presente, reduciendo con ello los nocivos efectos de estas contingencias, aplicando medidas correctivas en forma oportuna y efectiva.

8. Llevar a cabo un control diario de los volúmenes de obra realizados, por medio de los formatos diseñados y autorizados expofeso, a manera de facilitar operaciones y evitar errores y omisiones en las cuantificaciones, así como para facilitar la revisión de números generadores en el pago de estimaciones de obra y auditorias técnicas que se practiquen.
9. Así mismo, con la-finalidad de satisfacer con las condiciones de seguridad y buen aspecto que requiere la ejecución de los trabajos encomendados, el **CONTRATISTA** acepta y manifiesta asumir su obligación de cumplir con las siguientes normas y disposiciones de trabajo que deben regir de manera obligatoria durante todo el proceso de ejecución de la obra.
10. Es responsabilidad exclusiva del **CONTRATISTA**, proveedores y participantes, dictar, establecer y ejercer las medidas necesarias que conduzcan al buen comportamiento del personal y trabajadores que presten sus servicios en las obras ubicada en el lugar o lugares especificados en los contratos individuales de trabajo.

El **CONTRATISTA** deberá observar, controlar y hacer cumplir, que todos los trabajadores deben permanecer laborando todo el tiempo que comprenda la jornada de trabajo, debiéndose retirar éstos de las obras, predio o inmuebles, una vez concluida dicha jornada.

Además de las disposiciones y reglamentos que las autoridades en la materia dicten; son también de observancia obligatoria, las siguientes acciones y restricciones que se señalan a continuación de manera enunciativa más no limitativa:

- a) Todos los participantes, están obligados a tomar toda clase de precauciones para evitar que se produzcan fuego, estando prohibido tener parrillas eléctricas o cualquier otro aparato similar dentro de las obras, terreno y/o edificios que las componen.
- b) Queda estrictamente prohibido cometer actos inmorales; así como, concurrir las labores o desempeñar éstas bajo influencia del alcohol, narcóticos o drogas enervantes ó introducirlos en las instalaciones de las obras, terreno y/o edificios que las componen.
- c) Queda estrictamente prohibido para todos los participantes ocasionar o participar en riñas, así como portar armas de cualquier clase dentro de las obras, y/o edificios que las componen.
- d) Queda prohibido el uso de aparatos de sonido y música, que perturben la tranquilidad de los vecinos y habitantes del lugar, así como a personal de **LA PROPIETARIA** que labora en el inmueble.
- e) Se deberán mantener las banquetas y calles libres de obstrucciones que impidan una visión de los letreros: así como mantenerlas libres de basura, cascajo, lechadas y otros objetos.
- f) Queda restringido el acceso a personas ajenas a las obras y solo se tendrán puertas para el acceso de empleados y entrega de materiales, quedando así mismo prohibido el acceso a los lugares restringidos señalados por **LA PROPIETARIA**.

- g) Por ningún motivo se podrá romper el pavimento, banquetas y guarniciones de la vía pública sin antes solicitar permiso al municipio o a la autoridad correspondiente.
- h) Queda estrictamente prohibido el uso de terrenos colindantes o cualquier otro aledaño para bodegas de materiales de construcción, talleres u otro uso, así como la incineración de basura o desecho de obra.
- i) Queda estrictamente prohibido el lavado de ollas de concreto en la vía pública. Para este efecto las autoridades determinarán el lugar donde deberá hacerse, así como el determinar el lugar donde se depositarán los materiales producto de la obra (cascajo, despalmes, etc.).
- j) Queda estrictamente prohibido la tala de árboles y vegetación, para lo cual el contratista se deberá sujetar a las leyes y Códigos de la Ley General del equilibrio eco lógico y de la protección al ambiente emitido por SEDUE.
- k) Queda prohibido ubicar los dormitorios y/o campamentos dentro del predio en construcción o la obra en sí, por lo que después de las horas de trabajo, solo podrán permanecer en la obra los vigilantes y personas autorizadas.
- l) Queda prohibido la entrada a la obra de vendedores ambulantes de cualquier tipo de mercancías. así mismo la permanencia de estos en la vía pública.

Se tiene las siguientes definiciones:

1. CONTRATISTA

Se entenderá al **Contratista** y **no** se limitará a la Contratista General, sino también cualquier persona, firma o sociedad a la que la **Propietaria** encomiende la ejecución de un trabajo específico relacionado con la construcción de la obra y que en el contrato respectivo sea designada como Contratista

2. SUBCONTRATISTA

Se entenderá como subcontratista cualquier empresa que celebre algún contrato Con la Contratista que ejecuta loS trabajos objeto de este contrato, incluyendo las que proporcionen materiales. Equipos o servicios, aún cuando no ejecuten ningún trabajo. La Contratista será responsable de loS trabajos que encomiende a SuS Subcontratistas. y estos no tendrán relación alguna con la **Propietaria**. Ninguna cláusula de loS documentos del contrato podrá entenderse en tal sentido que se establezca alguna obligación de la **Propietaria** para loS Subcontratistas.

3. TERMINOS VARIOS

- a) Cuando se utilizan los vocablos "trabajo" y "obra" se entenderá que quedan incluidos los trabajos de taller, mano de obra, herramientas, equipo, transporte, materiales y cualesquiera otra actividad que en cada caso sea necesaria para cumplir las obligaciones a cargo de la Contratista conforme a documentos del contrato. Dentro de los citados vocablos quedan comprendidos también los gastos en que fueren necesarios incurrir para ejecutar tales "trabajos" y obras". La Contratista hará todo lo necesario para que el trabajo se ejecute en forma correcta de acuerdo a la intención y significado verdadero de los planos y especificaciones que se consideran en su conjunto.
- La Contratista deberá ejecutar no sólo aquellos trabajos que aparezcan descritos o indicados en lo particular, sino también en los que se infieran de los planos y especificaciones. Si la Contratista encontrara cualquier discrepancia entre los planos y especificaciones, lo comunicará de inmediato, por escrito, a la Directora Técnica. Esta determinará en tal caso lo que debe hacerse.
- b) El vocablo "planos" a que se refiere los documentos del Contrato incluye no sólo aquellos que específicamente se mencionan en tales documentos, sino también cualesquiera otros dibujos adicionales a escala o tamaño natural, que fueran proporcionados por la Directora Técnica, para aclarar los planos descritos en los documentos del Contrato.
- c) En todo caso en que se utilicen los términos "aprobación" o "aprobado" se entenderá que la referencia es a aprobaciones dadas por escrito.
- d) Cuando se utilicen los términos "aceptable", "adecuado", "satisfactorio" o cualquier otro calificativo semejante, se entenderá que se hace referencia al juicio o fallo de la **Directora Técnica**.

1.3 Descripción del modelo establecido del contrato.

I. Declara la contratante

- A) Ser una sociedad anónima de capital variable, legalmente constituida conforme a las leyes mexicanas.
- B) Que sus representantes se encuentran debidamente facultados para obligarse a nombre y riesgo de la misma y que dichas facultades a la fecha no les han sido revocadas ni disminuidas como consta en la escritura publica numero _____ de fecha _____ de _____ de _____ de _____ 200__, pasadas ante la fe del notario publico numero _____ de la ciudad de México, D.F. Lic. _____ e inscrita en el reglamento publico de la propiedad y del comercio de la ciudad de México con el folio mercantil numero _____.
- C) Que es propietaria del predio identificado en el numero 347 de la Av. Lamartine, en la colonia Polanco, C.P. 11560 de la ciudad de México, en la cual tiene el propósito de llevara a cabo las obras de remodelación y reestructuración del **Hotel Lamartine**. Que se contiene en los proyectos, presupuestos, especificaciones, programas, de pagos y de obra que se suscriben por los otorgantes y forma parte integrante del presente contrato.
- D) Que requieren de los servicios del "contratista" para que realice los trabajos referentes a las instalaciones y estructura en le proyecto denominado reestructuración y remodelación de "Hotel Lamartine", de conformidad con el desglose de actividades que se detallan en el presupuesto conciliado de fecha _____. Y con su programa de ejecución, documentos que firmados por ambas partes se anexa a presente contrato, al igual las finanzas, alcances y cualquier otro documento que fuese necesario para formar parte integrante del mismo.

II. Declara "El Contratista".

- A) Ser una sociedad anónima de capital variable legalmente establecida en el país y constituida con la escritura publica numero _____, de la fecha _____ pasada ante la fe del notario publico número _____ de la Ciudad de México, DF. con el número _____.
- B) Que su representante es el _____ el cual se acredita su personalidad con la escritura publica numero _____ de la fecha _____ pasada ante la fe del notario público numero _____ de la ciudad de México, DF. Inscrita en el registro publico de la propiedad y de Comercio de la Ciudad de México D.F. con el numero _____.

- C) Que conoce los diseños planos y proyecto de las obras que pretende realizar "la contratante", así como los presupuestos, especificaciones, programas de pagos y de avance de obra; y el lugar en el que se realizarán dichas obras; Documentos que firmados por ambas partes, forman parte integrante del presente contrato.
- D) Que han inspeccionado debidamente el sitio donde realizarán los trabajos materia del presente contrato, a fin de considerar todos los factores que indican e intervengan durante la realización de los mismos.
- E) Que cuenta con personal, con suficiente experiencia y calificación, para llevar a cabo los trabajos materia de este contrato y que dicho personal tiene los currículos adecuados, mismos que en todo momento deberá presentar a "la contratante" para su aprobación; y que cuenta además, con los elementos administrativos, técnicos y capacidad económica suficiente para tal fin.
- F) Que así mismo, tiene los siguientes registros e inscripciones fiscales y administrativas vigentes en las siguientes instituciones:

Cedula del Registro Federal de Contribuyentes:

Impuesto al Valor Agregado

Inscripción en el Instituto Mexicano de Seguro Social.

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

Registro de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción:

III. Declaran ambas partes

- A) Que toda la documentación y planos respectivos que se originen con motivo de la ejecución de las obras materia de este contrato deben agregarse al mismo como anexos, pasando a formar parte integral del presente contrato.
- B) Que para la realización oportuna y eficiente de las obras citadas en la DECLARACIÓN I.D.; se cuenta con los siguientes documentos, que debidamente suscritos por las partes; forman parte integral de este contrato, siendo dichos anexos los siguientes:
 - Presupuesto detallado de la obra.
 - Programa y calendario de actividades.
 - Programa y calendario de pagos
 - Fianza de cumplimiento de la inversión del anticipo
 - Fianza de cumplimiento de las obligaciones contractuales.
 - Condiciones de ejecución de los trabajos.
 - Reglamento de Seguridad y Prevención de Incendios.
 - Escrito de Responsabilidad del Contratista.
 - Especificaciones de la obra
 - Planos ejecutivos de los diferentes diseños.

Una vez declarado lo anterior, ambas partes otorgan lo que se contiene en las siguientes:

CLAUSULAS

PRIMERA. OBJETO.

"LA CONTRATANTE" encomienda al "CONTRATISTA" y este, se obliga a realizar las obras referidas en la DECLARACIÓN I.D. de este contrato, que debería llevarse a cabo de acuerdo con los proyectos, presupuestos, especificaciones y programa a que se hace mención en la misma declaración.

SEGUNDA. MONTO DEL CONTRATO.

"EL CONTRATISTA" se obliga a ejecutar las obras de este contrato por la cantidad total de: \$ _____. (PESOS 00/100 M.N.) más el I.V.A. importe del presupuesto que como "ANEXO A" forma parte de este contrato; y "LA CONTRATANTE" se obliga a pagar a "EL CONTRATISTA" según establece la CLAUSULA TERCERA de este contrato.

La cantidad anterior cubrirá todos los conceptos necesarios para la total terminación de dicha obra e incluyen de manera enunciativa y no limitativa, los siguientes conceptos: materiales; su costo transporte y maniobras; mano de obra, pago de impuestos y cuotas del seguro social, vivienda y cualquier otra que se cause; los sueldos, salarios prestaciones y responsabilidades laborales que se generen a favor del personal que trabaje directa o indirectamente en la obra; asistencia administrativa de cualquier índole, responsabilidades con terceros de orden civil, mercantil o fiscal, utilidades e impuestos de toda naturaleza, y en general, todo cuanto se requiera adquirir, ejecutar o instalar para la total terminación de los trabajos.

El impuesto la valor agregado, se cubrirá adicionalmente la importe anteriormente estipulado a "EL CONTRATISTA" en cuanto se cause.

TERCERA. FORMA DE PAGO.

"LA CONTRATANTE" se obliga a cubrir a "EL CONTRATISTA", el precio pactado en este contrato, en la siguiente forma:

- A) Un anticipo por la suma de: \$ _____ (PESOS 00/100 M.N.) mas IVA; mismo que será cubierto por "LA CONTRATANTE"; a los ____ días naturales de haber entregado la factura y la fianza correspondiente, por concepto de ANTICIPO.

- B) El saldo de \$ _____ (PESOS 00/100 M.N.) más IVA, se cubrirá contra estimaciones _____ (quincenales), a las que se aplicaran los precios unitarios establecidos en el presupuesto que como "ANEXO A" forma parte de este contrato ;y a cada una de estas estimaciones se descontaran la siguientes cantidades.
El _____ % (POR CIENTO) del importe de la estimación para amortizar el anticipo entregado y hasta la total amortización del importe del mismo.

Todos los pago se realizaran en la oficina de la "CONTRATANTE", ubicadas en la calle _____ de la colonia _____, de la Ciudad de México, DF. CP, _____, contra la entrega de las facturas correspondientes, a nombre de "LA CONTRATANTE"; fiscalmente requisitadas, anexando la estimación relativa; debidamente documentada y autorizada por los representantes en la obra, en los días establecidos por "LA CONTRATANTE". Los pagos que procedan, se cubrirán dentro de los ocho días naturales siguientes a su fecha de presentación, previa aprobación de "LA CONTRATANTE".

La presentación de las estimaciones a la que se refiere el inciso B, comprende los siguientes documentos que a continuación se señalan de manera de manera enunciativa mas no limitativa: números generadores; unidades; cantidades de obra; precios unitarios; importe de cada uno de los conceptos, agrupados por partida con su importe total; análisis de precios unitarios con conceptos no considerados en el contrato, etc.; en original en papel membretado y en discos de 3.5 pulgadas, con base en el sistema computacional que designe "LA CONTRATANTE"

CUARTA. PLAZO DE EJECUCIÓN.

"EL CONTRATISTA" se obliga a realizar los trabajos objeto de este contrato en un tiempo de _____ semanas, a partir del _____, terminando el día _____. En plazo de ejecución de las obras y el programa de pagos y avances de obra, no podrán modificarse de manera laguna, salvo la decisión de "LA CONTRATANTE" expresa por escrito y firmada por sus representantes.

QUINTA. AMPLIACIÓN DE PLAZO

En los casos fortuitos o de fuerza mayor, que le fuere imposible al "CONTRATISTA" cumplir con el programa de ejecución de los trabajos, solicitara oportunamente y por escrito la prorroga que considere necesaria, expresando los motivos en que se apoya su solicitud; "LA CONTRATANTE"

resolverá en un plazo no mayor de quince días naturales sobre la justificación y procedencia de la mencionada prórroga, y en su caso concederá la misma, o la que "LA CONTRATANTE" estime conveniente, haciendo las modificaciones correspondientes al programa.

Si se presentan causa que impidan la terminación de los trabajos dentro de los plazos establecidos, que fueran imputables a "EL CONTRATISTA", este podrá solicitar también una prórroga, y será optativo para "LA CONTRATANTE" concederla o negarla. En caso de concederla, decidirá si procede imponer a "EL CONTRATISTA" las sanciones a que haya lugar; y en caso de negarla, "EL CONTRATISTA" deberá tomar las medidas necesarias para que los trabajos queden concluidos oportunamente, sin perjuicio del derecho de "CONTRATANTE" de rescindir el contrato, de conformidad con lo establecido en las cláusulas DECIMA SÉPTIMA Y DECIMA OCTAVA.

En caso de no terminar totalmente los trabajos materia de este contrato en la fecha consignada en la CLAUSULA CUARTA, "EL CONTRATISTA" se hará acreedor a la "CONTRATANTE", aplique la pena convencional estipulada en la CLAUSULA DECIMO NOVENA.

SEXTA. RESPONSABILIDADES DE "EL CONTRATISTA".

"EL CONTRATISTA" será el único responsable de la ejecución de los trabajos. Cuando estos no se hayan realizado de acuerdo con lo estipulado en el contrato y sus anexos, o conforme a las ordenes de "LA CONTRATANTE" dadas por escrito, debiendo proceder a su reparación o reposición inmediata incluyendo los trabajos adicionales que resulten necesarios. Sin que tenga derecho a retribución adicional alguna por ello y dado el caso, "LA CONTRATANTE" si lo juzga necesario, podrá ordenar la suspensión total o parcial de los trabajos contratados, en tanto no se lleven a cabo dichas reparaciones o correcciones y sin que esto sea motivo para solicitar una ampliación al plazo señalado para la terminación de la obra.

"EL CONTRATISTA" manifiesta y acepta expresamente que conoce y ha revisado técnicamente el proyecto; verificando todos y cada uno de los diferentes diseños y especificaciones que lo conforman, así como las cuantificaciones que forman parte del catálogo de conceptos; por lo que se corresponsabiliza de los mismos, de manera fehaciente

Si "EL CONTRATISTA" realiza trabajos por mayor valor de lo indicado, sin autorización escrita de "LA CONTRATANTE", independientemente de la responsabilidad en que incurra por la ejecución de los trabajos excedentes, no tendrá derecho a reclamar pago alguno por ellos.

"EL CONTRATISTA" será el responsable de observar y cumplir con todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, control ambiental, seguridad y uso de la vía pública.

La vigilancia, conservación y la limpieza general durante el tiempo que duren los trabajos y hasta el momento de la entrega de las obras, serán a cargo y absoluta responsabilidad de "EL CONTRATISTA".

Si aparecieren defectos visibles o vicios ocultos de los trabajos objeto del presente contrato, dentro del año siguiente a la fecha de recepción oficial de los mismos por "LA CONTRATANTE", ésta, ordenará su reparación o reposición inmediata, a "EL CONTRATISTA" y será responsabilidad de éste último, llevar a cabo las correcciones a la brevedad, sin tener derecho por ello a solicitar retribución económica adicional alguna.

Si "EL CONTRATISTA" no atendiere de inmediato a los requerimientos de "LA CONTRATANTE" ésta, podrá encomendar a un tercero, o hacer directamente la reparación o reposición de que se trate, con cargo a "EL CONTRATISTA". Sin límite "LA CONTRATANTE" podrá deducir el importe de tales conceptos, de cualquier cantidad que resulte a favor de "EL CONTRATISTA", o exigir a la fiadora las responsabilidades previstas en la CLAUSULA DECIMA QUINTA.

SÉPTIMA. RESPONSABILIDADES CON TERCEROS

"EL CONTRATISTA" reconoce expresamente

- A) Para la realización de los trabajos a que se refiere el presente contrato, "EL CONTRATISTA" será el único patrón y en consecuencia el único responsable del cumplimiento de las obligaciones fiscales y laborales que nazcan de su relación con el personal, incluyendo sin limitación el pago de cuotas a instituciones de seguridad social, INFONAVIT, Sistema de Ahorro para el Retiro y la retención de los impuestos que legalmente procedan y su entero a la S. H. C. P.

Así mismo "EL CONTRATISTA" libera de toda responsabilidad subsidiaria y solidaria por los conceptos anteriores a "LA CONTRATANTE" y se obliga a responder por cualquier demanda presentada por el personal en contra del anterior, reembolsando además a "LA CONTRATANTE" sin limite, cualquier cantidad que erogue con motivo de la atención que deba prestar a dichas demandas.

El antes citado reembolso deberá ser efectuado por "EL CONTRATISTA" en el lugar señalado por "LA CONTRATANTE" en un lapso que no excederá de tres días hábiles, contados a partir de la fecha en que le sea solicitado por "LA CONTRATANTE".

- B) Que serán de la exclusiva responsabilidad de "EL CONTRATISTA", cualquier daño o perjuicio que se causen a terceros por la ejecución de las obras, quien responderá de ellos aun cuando las reclamaciones por tal concepto, se presenten a "LA CONTRATANTE", reembolsando sin límite a esta última, cualquier cantidad que erogare con motivo de la atención que deba prestar a dichas demandas, en los términos del inciso anterior.

OCTAVA. FACULTADES DE "LA CONTRATANTE"

"LA CONTRATANTE" tendrá la facultad de proporcionar a "EL CONTRATISTA", aquellos materiales o equipos que considere conveniente a sus intereses, en cuyo caso y para el pago del concepto de que se trate, se descontará del análisis de precio unitario, el valor asignado al mismo, sin modificar los indirectos del precio unitario, mismo valor que se descontará en las estimaciones donde se cobre este material o equipo, sin embargo será responsabilidad de "EL CONTRATISTA" coordinar las entregas de los proveedores correspondientes de acuerdo al programa de obra efectuar su almacenamiento par su posterior colocación o instalación y certificar que la calidad del mismo corresponde a las especificaciones aplicables para cada caso.

"LA CONTRATANTE" tendrá la facultad de designar por simple comunicación escrita a "EL CONTRATISTA", respecto de las empresas y/o profesionistas, que realicen las funciones de coordinación y supervisión, de los trabajos materia del presente contrato.

Para tal efecto "EL CONTRATISTA" deberá aportar a estas, todos los datos, documentación y elementos de apoyo en general, que al respecto le sean requeridos a efectos de verificar que las obras se estén ejecutando de acuerdo al programa, diseños, especificaciones y contratos convenidos, que de manera enunciativa contarán con las siguientes facultades:

- A) Exigir que "EL CONTRATISTA" emplee los procedimientos adecuados para que todas las obras materia de este contrato, se desarrollen conforme a los reglamentos y disposiciones vigentes en materia de construcción.
- B) Vigilar que "EL CONTRATISTA" ejecute las obras materia de este contrato, de acuerdo con los diseños, presupuestos, especificaciones, programa de pagos y de avances de obra

mencionados en las declaraciones y en la CLAUSULA PRIMERA, así como suspender trabajos y/o ordenar la modificación de aquellos trabajos que "EL CONTRATISTA" estuviere realizando fuera de las normas establecidas o de los términos del contrato.

- C) Supervisar que "EL CONTRATISTA " utilice los materiales especificados, rechazando aquellos de calidad inferior o inapropiada, así como vigilar que los procedimientos constructivos sean los adecuados.
- D) Revisar y autorizar todos los pagos mencionados en los incisos correspondientes de la CLAUSULA TERCERA cuando "EL CONTRATISTA" haya cumplido con la calidad de los trabajos y en los términos establecidos.
- E) Certificar que "EL CONTRATISTA" cuente en el lugar de los trabajos y de tiempo completo con un profesionista competente, con cédula expedida por la dirección general de profesiones, de la S.E.P., quien deberá conocer ampliamente los diseños, presupuestos, especificaciones, programa de pagos y avances de obra, y deberá estar facultado por "EL CONTRATISTA" para ejecutar los trabajos materia de este contrato.

Para efectos de lo anterior "EL CONTRATISTA" previamente al inicio de los trabajos, pondrá a consideración de "LA CONTRATANTE" el currículo del profesionista propuesto y será facultad de "LA CONTRATANTE", el aceptar o rechazar al profesionista, que de acuerdo al resultado de su evaluación, no cumpla con la experiencia profesional requerida para el desarrollo de los trabajos encomendados.

Así mismo certificará que en todo momento se cuente con personal técnico capacitado, para dirigir, vigilar y responsabilizarse de la correcta ejecución de las obras y podrá solicitar a este personal en cualquier momento, que acredite su experiencia profesional.

- F) Recabar de "EL CONTRATISTA", la siguiente documentación como requisito indispensable para la recepción de la obra: Juego de planos actualizados, conforme al estado final como se concluyeron las obras materia del presente contrato, 2 copias de todos los documentos oficiales que amparan el cumplimiento de las obligaciones obrero patronales y fiscales de "EL CONTRATISTA".

El hecho de que el personal autorizado de "LA CONTRATANTE" haya ejercido las facultades contenidas en esta cláusula o inclusive haya realizado inspecciones físicas a la obra y expresado su

aprobación respecto a todo lo anterior, no libera a "EL CONTRATISTA" de ninguna responsabilidad u obligación contenida en el presente contrato.

NOVENA. PROPIEDAD DE LA OBRA DATOS DOCUMENTOS Y COFIDENCIALIDAD

La obra ejecutada, total o parcialmente, los materiales que se encuentren en el lugar de su ejecución y aquellos que hubiesen sido adquiridos por "EL CONTRATISTA" haciendo uso del anticipo, aunque no se encuentren en la obra, los estudios, diseños, planos, estimaciones, comprobantes y datos en general así como, cualquier documento relacionado con la obra materia de este contrato, serán en todo tiempo propiedad de "LA CONTRATANTE" quien podrá usar y disponer de los mismos según convenga a sus intereses, incluyendo la devolución total de los materiales.

Por lo anterior, "EL CONTRATISTA" se compromete a no divulgar o a utilizar a título personal o empresarial, la información recibida en custodia de "LA CONTRATANTE" con la sola limitación relativa a las obligaciones que le impone, la materia del presente contrato y respondiendo sin límite alguno del mal uso que se dé a dicho material.

DECIMA. MODIFICACIONES LA CONTRATO

Toda modificación a los términos, plazos y condiciones de este contrato o a sus anexos, deberá otorgarse expresamente y por escrito entre ambas partes.

DECIMA PRIMERA. SUBCONTRATACION

Para los efectos del contrato, se entenderá por subcontratación, al acto por el cual "EL CONTRATISTA" encomiende a otra persona o empresa la ejecución de parte de los trabajos, o la utilización de equipos en las obras objeto del presente contrato.

Cuando "EL CONTRATISTA" pretenda utilizar los servicios de otra persona o empresa en los términos del párrafo anterior, deberá comunicarlo previamente por escrito a "LA CONTRATANTE", quien resolverá si acepta o rechaza la subcontratación y "EL CONTRATISTA" responderá de estos, como si fueren realizados por sus propios medios.

No obstante lo anterior, en todo caso de subcontratación, el responsable de la ejecución de los trabajos será "EL CONTRATISTA", a quien se cubrirá el importe de los mismos. El subcontratista no quedará subrogado en ninguno

de los derechos de "EL CONTRATISTA", ni tendrá relación alguna con "LA CONTRATANTE".

DECIMA SEGUNDA. AJUSTES DE PRECIOS UNITARIOS

Cuando los costos que hayan servido de base para calcular los precios unitarios del presupuesto autorizado, sufran variaciones originadas en incrementos oficiales al salario mínimo aplicable en la zona de las obras, o en los precios oficiales de los materiales no garantizados con el anticipo, que integran dichos costos, y que impliquen un incremento superior al cinco por ciento del valor total de los trabajos aún no ejecutados dentro del programa, "EL CONTRATISTA" podrá solicitar por escrito a "LA CONTRATANTE" la revisión a los nuevos precios unitarios, elaborados con base en los elementos y criterios contenidos en los análisis de precios unitarios ya autorizados contractualmente, incluyendo sus indirectos y utilidad, y deberá proporcionar todos los elementos justificativos de su requerimiento.

Con base en la solicitud que presente "EL CONTRATISTA", "LA CONTRATANTE" llevará a cabo los estudios necesarios para determinar la procedencia de la petición, en la inteligencia de que dicha solicitud solo será considerada cuando los conceptos de obra involucrados, estén en el programa de obra vigente a la fecha de la solicitud y no exista en ellos retrasos imputables a "EL CONTRATISTA".

"LA CONTRATANTE", en un plazo no mayor de treinta días naturales a partir de la fecha de presentación de la solicitud por "EL CONTRATISTA", evaluará los razonamientos y elementos probatorios que le hayan presentado y en su caso, ajustará los precios unitarios a los conceptos de obra que conforme al programa de obra, se ejecuten a partir de la fecha de presentación de la solicitud de "EL CONTRATISTA",

DECIMA TERCERA. TRABAJOS EXTRAORDINARIOS.

Será facultad de "LA CONTRATANTE" y cuando así convenga a sus intereses, el decidir con quien contratar los trabajos extraordinarios que lleguen a requerirse, pudiendo ser estos. empresa(s), persona(s) física(s) o incluso "EL CONTRATISTA" y para éste último, se establecen los siguientes procedimientos a seguir:

- A) Tratándose de volúmenes excedentes de conceptos de obra y precios unitarios incluidos en el presupuesto original, "EL CONTRATISTA" quedará obligado a ejecutar los trabajos, conforme a estos precios, debiendo presentar el presupuesto adicional con

sus respectivos anexos, para revisión y autorización de "LA CONTRATANTE", pasando a formar parte del contrato.

- B) Tratándose de conceptos de obra y precios unitarios no incluidos en el presupuesto original y si "LA CONTRATANTE", considera factible determinar los nuevos precios con base en los elementos contenidos en los análisis de precios unitarios elaborados para el presupuesto original, se procederá a determinar los nuevos precios conjuntamente con "EL CONTRATISTA" y éste, estará obligado a ejecutar los trabajos, conforme a los precios unitarios conciliados, debiendo presentar el presupuesto adicional con sus respectivos anexos, para revisión y autorización de "LA CONTRATANTE", pasando a formar parte del contrato.
- C) Si no fuera posible determinar o conciliar los nuevos precios unitarios de la manera establecida en los INCISOS "A" y "8", "LA CONTRATANTE" podrá aplicar los precios unitarios contenidos en su catálogo de precios unitarios en vigor, tomando en cuenta los elementos que sirvieron de base para la formulación de estos precios y "EL CONTRATISTA", quedará obligado a ejecutar los trabajos conforme a los precios unitarios determinados; debiendo presentar el presupuesto adicional con sus respectivos anexos, para su revisión y autorización de "LA CONTRATANTE", pasando a formar estos, parte del contrato.
- D) De no ser posible concretar o conciliar los nuevos precios unitarios en la forma establecida en los INCISOS "A" , "8" y "C", "EL CONTRATISTA" a requerimiento de "LA CONTRATANTE" y dentro de un plazo no mayor de quince días naturales, deberá entregar a revisión de "LA CONTRATANTE", el presupuesto y sus respectivos anexos con los análisis de los nuevos precios unitarios, debiendo haber aplicado los mismos criterios establecidos en los precios unitarios del contrato.
- E) Si "LA CONTRATANTE" determina no encomendar a "EL CONTRATISTA" los trabajos extraordinarios, resultado de no poder aplicar los procedimientos, establecidos en los INCISOS "A", "8", "C" y "O" "LA CONTRATANTE" estará en plena libertad de encomendarlos a, empresa(s) o persona(s) física(s), obligándose "EL CONTRATISTA" a dar todas las facilidades para que la(s) nueva(s) empresa(s) pueda realizar eficientemente los trabajos encomendados.

DECIMA CUARTA. INCUMPLIMIENTO AL PROGRAMA.

"EL CONTRATISTA" deberá en todo tiempo ejecutar los trabajos conforme al programa de obra que forma parte del presente contrato y concluirlos en la fecha indicada en la CLAUSULA CUARTA.

Si "EL CONTRATISTA." Incurriese en un retraso parcial durante el desarrollo de las obras y se mostrase reiteradamente incapacitado para recuperar el retraso detectado en el programa de obra y si a juicio de "LA CONTRATANTE." El atraso fuera indicativo de que la obra no podrá concluirse en forma oportuna. "LA CONTRATANTE" podrá contratar con otra empresa. La conclusión de los trabajos de que se trate, quedando a cargo de 'EL CONTRATISTA" cualquier sobre-costos y los demás daños y perjuicios que de ello resultara y sin perjuicio de la pena convencional en que "EL CONTRATISTA" pudiera incurrir, de conformidad con la CLAUSULA DECIMA OCTAVA.

Para garantizar el pago de las penas convencionales y/o daños y perjuicios que adeude "EL CONTRATISTA", de conformidad con la presente cláusula, "LA CONTRATANTE" queda facultada para retener las cantidades, que por cualquier concepto adeude a "EL CONTRATISTA", el cual por ningún motivo podrá reclamar réditos, ni por ningún otro concepto derivado de tal retención y no podrán liberarse estas retenciones, hasta el total resarcimiento del daño económico a "LA CONTRATANTE".

DECIMA QUINTA. GARANTIAS

A fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de este contrato, "EL CONTRATISTA" se obliga a entregar a favor de "LA CONTRA T ANTE" las siguientes fianzas otorgadas por institución autorizada:

- A) Para garantizar la correcta aplicación del anticipo, "EL CONTRATISTA" deberá presentar a "LA CONTRATANTE" dentro de los tres días naturales siguientes a la fecha de la firma de este contrato, fianza por el importe de dicho anticipo incluyendo el I.V.A.
- B) Para garantizar el fiel cumplimiento de las obligaciones derivadas del presente contrato, "EL CONTRATISTA" deberá presentar dentro de los veinte días naturales, contados a partir de la firma de este contrato, fianza por el 10% (diez por ciento) del importe total establecido en la CLAUSULA SEGUNDA de este contrato.

Si transcurrido el plazo no se hubiera otorgado la fianza, "LA CONTRATANTE" podrá dar por rescindido administrativamente este contrato.

La fianza mencionada estará vigente hasta un año después de la recepción total de las obras por "LA CONTRATANTE", y responderá tanto de los defectos visibles o vicios ocultos de la construcción, así como de cualquier responsabilidad que resultare a cargo de "EL CONTRATISTA", incluyendo las que se deriven de reparaciones, reposiciones o modificaciones a las obras mal ejecutadas.

Las fianzas anteriormente señaladas en los INCISOS "A" y "8", se cancelarán únicamente por autorización expresa y por escrito de "LA CONTRATANTE" y cuando "EL CONTRATISTA" haya cumplido con todas las obligaciones y responsabilidades derivadas del presente contrato.

DECIMO SEXTA. SUSPENSIÓN DE OBRAS.

"LA CONTRATANTE" tendrá en todo tiempo la facultad de suspender temporal o definitivamente, la ejecución total o parcial de las obras, en cualquier estado en que estas se encuentren, con el solo aviso por escrito que al efecto dé a "EL CONTRATISTA" sin necesidad de intervención judicial y sin ninguna responsabilidad.

Cuando la suspensión sea temporal, "LA CONTRATANTE" informará a "EL CONTRATISTA" sobre su duración aproximada. y concederá la correspondiente ampliación del plazo.

Cuando la suspensión sea total y definitiva, se dará por terminado el contrato, sin más responsabilidad para "LA CONTRATANTE" que las que enseguida se señalan:

- A) Cuando se ordene la suspensión por causa no imputable a "EL CONTRATISTA", "LA CONTRATANTE" pagará a la primera a los precios unitarios fijados en el presupuesto, las cantidades de trabajo que hubiere ejecutado hasta la fecha oficial de la suspensión.
- B) Pagará así mismo el precio de los materiales que "EL CONTRATISTA" hubiere adquirido haciendo uso del anticipo y Que "LA CONTRATANTE" desee conservar.

"LA CONTRATANTE" podrá deducir de los pagos antes referidos. el importe del anticipo que en su caso aun' no se haya amortizado y si resultara algún saldo de dicho anticipo a cargo de "EL CONTRATISTA" esta. lo devolverá desde luego a "LA CONTRATANTE", en un plazo no mayor a cinco días naturales

contados a partir de la notificación escrita que se turne a "EL CONTRATISTA",

DECIMA SEPTIMA. RESCISION

Las partes convienen. Y "EL CONTRATISTA" acepta en forma expresa, en que además de lo consignado en la CLAUSULA DECIMA SEXTA anterior. "LA CONTRATANTE" podrá rescindir unilateralmente el presente contrato sin responsabilidad alguna de su parte y sin necesidad de intervención judicial, por cualquiera de las causas que a continuación se establecen de manera enunciativa:

- A) Si previamente al otorgamiento de este contrato, o durante su cumplimiento, "EL CONTRATISTA" ha proporcionado datos falsos a "LA CONTRATANTE", o bien aun cuando siendo reales, estos hayan variado y no hubiere dado aviso de ellos a "LA CONTRATANTE" y que tal variación pueda afectar o limitar en cualquier forma, a juicio de "LA CONTRATANTE", el cumplimiento de las obligaciones del presente contrato.
- B) Si por causas imputables a "EL CONTRATISTA" no se inician las obras objeto del presente contrato en la fecha convenida, o si las mismas se suspenden injustificadamente en forma definitiva o temporal, que pueda afectar el programa o su oportuno cumplimiento a juicio de "LA CONTRATANTE".
- C) Si "EL CONTRATISTA" a juicio de "LA CONTRATANTE", no hace su mayor esfuerzo para lograr el cumplimiento del programa de pagos y de avances de obra respectivos.
- D) Si en cualquier etapa de los trabajos, "EL CONTRATISTA" no ejecuta la obra, o cualquiera de sus partes con estricto apego a los diseños, presupuestos, especificaciones, programa de pagos y de avances de obra referidos en las DECLARACIONES "B" y "C" de este contrato.
- E) Si se declara en quiebra o suspensión de pagos, hace cesión de sus bienes o sufre intervención o embargo, civil, mercantil, laboral o fiscal, que pueda afectar el cumplimiento de este contrato.
- F) Si cede, enajena, fideicomita o grava en cualquier forma o por cualquier título, la totalidad o parte de los derechos de este contrato, o de los trabajos objeto del mismo.

- G) Si se niega a reparar o reponer alguna parte de dichos trabajos, que hubiere sido rechazada como defectuosa por "LA CONTRATANTE".
- H) Si no cubre oportunamente los salarios de sus trabajadores y demás prestaciones de carácter fiscal o laboral.
- I) Si subcontrata parte de los trabajos sin sujetarse a lo convenido en este contrato.
- J) "EL CONTRATISTA" no da a "LA CONTRATANTE" las facilidades e información necesarios para la correcta inspección, vigilancia y supervisión de los trabajos encomendados.
- K) En general, por el incumplimiento de "EL CONTRATISTA" a cualquiera de sus obligaciones, derivadas del presente contrato y de sus anexos, a las leyes y reglamentos aplicables o a las instrucciones de "LA CONTRATANTE" respecto de los trabajos objeto del presente contrato.

DECIMA OCTAVA. PROCEDIMIENTOS DE RESCISION.

Si "LA CONTRATANTE" considera que "EL CONTRATISTA" ha incurrido en alguna de las causas de rescisión que se consignan en la cláusula que antecede, se lo comunicará en forma fehaciente, a fin de que exponga desde luego lo que a sus intereses convenga.

Si "EL CONTRA TIST A " no manifiesta nada en su defensa, o si después de analizar las razones aducidas por este, "LA CONTRATANTE" estima que las mismas no son convincentes, le comunicará por escrito la rescisión, con la consecuente extinción de las obligaciones de pago pendientes, a cargo de "LA CONTRATANTE".

DECIMO NOVENA. PENA CONVENCIONAL

Para el caso de rescisión de este contrato, extrajudicial o judicial por alguna de las causas previstas en la CLAUSULA DECIMA SEPTIMA, "EL CONTRATISTA" pagará a "LA CONTRATANTE" una pena convencional igual a 110% (diez por ciento) del precio de los trabajos pendientes de ejecutarse.

Así mismo, si la rescisión se determina por la realización indebida de los trabajos, la pena convencional será, además de la antes establecida, la que corresponda al doble del costo que tengan las reparaciones o modificaciones que hubiere que realizar en la obra y "LA CONTRATANTE"

podrá retener el importe de esta pena, de cualquier cantidad que resulte a favor de "EL CONTRATISTA".

Para el caso que "EL CONTRATISTA" no concluya totalmente los trabajos objeto del presente contrato, en la fecha establecida en la CLAUSULA CUARTA, "EL CONTRATISTA" pagará a "LA CONTRATANTE" por cada día de retraso, una pena convencional por la cantidad, en pesos, equivalente a dos al millar del importe consignado en la CLAUSULA SEGUNDA de este contrato.

VIGÉSIMA. TERMINACION y RECEPCION DE LA OBRA.

"LA CONTRATANTE" recibirá las obras total o parcialmente terminadas a su decisión y arbitrio, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- A) Una vez terminadas, parcial o totalmente las obras materia de este contrato, "EL CONTRATISTA" dará aviso por escrito a "LA CONTRATANTE", a efecto de que en un plazo de diez días naturales y previa la verificación de la ejecución de las mismas a satisfacción de "LA CONTRATANTE", se proceda a levantar constancia por escrito de tal terminación, entrega y recepción.
- B) Dentro de los mismos diez días naturales posteriores a la fecha en que "LA CONTRATANTE" reciba el aviso de terminación, la misma podrá oponerse al recibo de las obras y especificará las causas correspondientes, en cuyo caso "EL CONTRATISTA" deberá dar atención inmediata y proceder a corregir las irregularidades o deficiencias señaladas.

VIGESIMA PRIMERA. LIQUIDACION DE LA OBRA.

Ambas partes contratantes pactan expresamente que "EL CONTRATISTA" contará con un plazo máximo improrrogable de treinta días calendario contados a partir de la fecha de terminación de la obra para presentar a "LA CONTRATANTE", facturas pendientes de pago o la liquidación de trabajos extras ejecutados fuera de presupuesto, que hayan sido ordenados y autorizados por "LA CONTRATANTE".

"EL CONTRATISTA" acepta que todas las facturas o recibos no presentados dentro del plazo señalado en el párrafo anterior quedarán sin efecto no reservándose ningún derecho a reclamación posterior.

VIGESIMA SEGUNDA. JURISDICCIÓN.

Para la interpretación y cumplimiento de este contrato, los otorgantes convienen en someterse a la jurisdicción y competencia de los tribunales comunes de la Ciudad de México, o a decisión de "LA

CONTRATANTE", de los de la ciudad o distrito judicial en que se realicen las obras y al efecto renuncian a cualquier fuero que por razón de domicilio pudiera corresponderles.

VIGESIMA TERCERA. DOMICILIOS.

Los otorgantes señalan como sus domicilios convencionales, para los efectos del recibo de cualquier notificación o requerimiento, y en general para el cumplimiento de sus obligaciones, y en tanto no hagan nueva designación expresa y escrita, los siguientes:

"LA CONTRATANTE"

"EL CONTRATISTA"

México D.F. _____ Col. _____ C.P. _____

Enterados de su contenido, los otorgantes suscriben el presente contrato y sus anexos, por cuádruplicado en la Ciudad de México, D.F., a los ____ días del mes de _____ de mil novecientos _____.

"LA CONTRATANTE"

"EL CONTRATISTA"

"TESTIGO"

"TESTIGO"

Capítulo 2. Análisis de fallas estructurales

2.1. Tipos de fallas en traves y columnas.

2.1.1 Comportamiento, modos de falla y resistencia de elementos sujetos a compresión axial.

En la figura 2.1 se presentan curvas carga deformación unitaria para tres tipos de elementos de concreto sujetos a compresión axial. Las curvas son típicas de las que se obtienen de ensayos de columnas relativamente cortas. Si las columnas fueran muy esbeltas, las resistencias estaría afectada en forma importante por los efectos de la deflexión lateral debido a excentricidades accidentales en la aplicación de la carga.

La curva A corresponde a un espécimen de concreto simple, representa la característica carga-deformación de una columna con relación de esbeltez mayor que dos pero menor que 10 o 12. Como en el caso de cilindros de control, la carga máxima se alcanza cuando se llega a una deformación unitaria del orden de 0.002. Por consiguiente, la resistencia de un elemento de concreto simple sujeto a compresión axial puede estimarse como el producto del 85% del esfuerzo medido en un cilindro de control (f'_c), ensayado en las mismas condiciones, por el área de sección transversal del elemento. Este factor de reducción, 0.85, es solo un promedio de resultados de ensayos en miembros colados verticalmente. Se han encontrado valores para este factor desde 0.69 hasta 0.95. En elementos colados horizontalmente, este factor sea cerca ala unidad.

Si se adiciona refuerzo longitudinal a un espécimen de concreto simple y se utiliza el refuerzo transversal necesario para mantener las barras longitudinales en su posición durante el colado, la carga máxima se obtiene bajo las mismas condicione que en un prisma de concreto simple, es decir, a una deformación unitaria del orden de 0.002. La falla, en el caso anterior, se produce a una deformación unitaria del orden de 0.003 o 0.004, si el ensaye es de corta duración. A esta deformación, el concreto se agrieta longitudinalmente, o según planos con una inclinación aproximada de 45 grados, dependiendo de las restricciones en los extremos del espécimen, y las barras longitudinales se pandean entre estribos, al faltarles el soporte lateral del concreto.

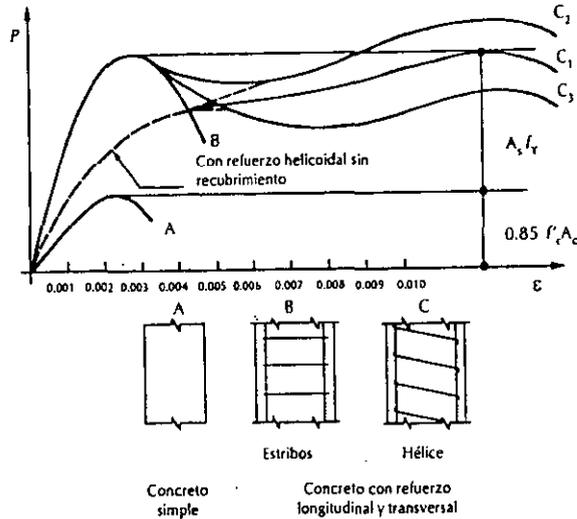


Figura 2.1 Curvas carga-deformación unitaria de columnas cortas bajo compresión axial.

Conviene hacer hincapié en que el término "falla" suele usarse de un modo confuso. En unos casos indica la resistencia y en otros el colapso final que ocurre a una carga generalmente menor que la resistencia. En este texto se utilizará para indicar el colapso final.

La característica acción-respuesta de un espécimen con refuerzo longitudinal es una curva como la de B de la figura 2.1. La resistencia adicional sobre la de un prisma de concreto simple es debido a la contribución del refuerzo longitudinal en compresión. Se puede estimar esta contribución como el producto del área de acero por el refuerzo de fluencia, f_y . Por lo tanto, la resistencia o carga máxima que un prisma de concreto con refuerzo longitudinal y estribos transversales es capaz de alcanzar la expresión

$$P_o = 0.85 f'_c A_g + A_s f_y \quad (2.1)$$

En ella, A_g representa el área total de concreto, sin descontar el área ocupada por las barras. En rigor debe descontarse esta área pero como normalmente es pequeña, el error que se comete al no hacerlo también es pequeño. Para porcentajes altos, del orden de 5 % o más del área de la sección, vale la pena descontar el área de las barras

Si el elemento además de refuerzo longitudinal, tiene refuerzo helicoidal continuo a todo lo largo, su comportamiento bajo carga queda representado bajo las curvas C de la figura 2.1. Inicialmente su comportamiento es similar a el de un prisma con estribos, hasta llegar al primer máximo, a una deformación unitaria del orden de 0.002. Aproximadamente a esta deformación, el recubrimiento de la hélice o zuncho empieza a desprenderse y, por lo tanto, la capacidad de carga del elemento disminuye al deformarse lateralmente el concreto en forma apreciable por el efecto de Poisson, la hélice se alarga, produciendo como reacción una presión confinante en el núcleo del concreto limitado por el zuncho. De acuerdo con las características de la hélice, la recuperación en capacidad de carga del espécimen será mayor o menor. Si el confinamiento proporcionado por el zuncho es suficiente, puede alcanzarse una segunda carga máxima superior a la alcanzada inicialmente, pero a deformaciones considerablemente mayores, como muestra la curva C₂. Por el contrario, si el confinamiento no es suficiente, nunca se alcanzara una carga como la del primer máximo (C₃). Si se ensaya un espécimen con hélice y refuerzo longitudinal, pero sin recubrimiento, la capa inicial quedara representada por la línea de trazo interrumpido con una pendiente menor que la del espécimen con recubrimiento, ya que el área de recubrimiento es menor, La parte final de ambas curvas será igual, puesto que el espécimen con recubrimiento lo habrá perdido a estas deformaciones.

Se puede considerar, entonces, que la resistencia en compresión axial de un elemento de concreto reforzado se obtiene de la combinación de cuatro factores: el concreto del núcleo, el acero longitudinal, el concreto de recubrimiento y el refuerzo helicoidal. Estas dos últimas contribuciones no pueden existir simultáneamente, ya que, como se ha visto, el refuerzo helicoidal, actúa en forma apreciable sólo cuando la deformación longitudinal del elemento es igual o mayor que la que produce la caída del recubrimiento.

La contribución a la resistencia aportada por el concreto, tanto del núcleo como el del recubrimiento, puede valuarse como el producto del 85% de la resistencia de un cilindro de control por le área correspondiente, y la contribución del acero longitudinal, como el producto del esfuerzo de fluencia por el área del acero (ecuación 2.1).

Es posible evaluar la contribución de la hélice o espiral en función de las propiedades mecánicas el acero y del porcentaje volumétrico de refuerzo helicoidal. Este ultimo se define como:

$$\rho_s = \frac{\text{volumen de acero en un paso de hélice}}{\text{volumen de núcleo de concreto en un paso de hélice}}$$

denominado d al diámetro del núcleo, centro de la hélice, A_e al área del alambre helicoidal, y s al paso, se tiene:

$$\rho_s = \pi d A_e / (\pi d^2 / 4) s = 4 A_e / s d \quad (2.2)$$

La presión confinante se puede expresar en función de la tensión de refuerzo helicoidal, partiendo de las condiciones de equilibrio del cuerpo libre mostrado en la figura 2.2. por sencillez, se supone que la hélice esta contenida en un plano normal al eje del elemento. También se supone que el esfuerzo en la hélice ha alcanzado el límite de fluencia, lo cual se ha calculado experimentalmente.

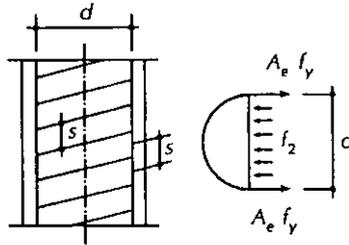


Figura 2.2 Diagramas de cuerpo libre de una sección con hélice.

2.1.2 Comportamiento y modos de falla de elementos sujetos a flexión simple.

Se ha llevado a cabo un gran número de ensayos en flexión utilizando vigas simplemente apoyadas, sometidas a dos cargas concentradas y colocadas de modo simétrico, en las que existe una zona sujeta a sólo a momento flexionante (figura 2.3).

Por simplicidad se describirá exclusivamente el comportamiento de un elemento de concreto con refuerzo de tensión, la figura 2.4 muestra la grafica carga deflexión de un elemento con porcentaje de acero usual en la práctica. Al empezar a cargar, el comportamiento de la pieza es esencialmente elástico y toda la sección contribuye a resistir el momento exterior. Cuando la tensión en la fibra esforzada de alguna sección excede la resistencia del concreto a la tensión, empiezan a aparecer grietas. A medida que se incrementa la carga, estas grietas aumentan en numero, en longitud y en abertura. Se puede observar muy claramente la zona de la pieza sujeta a tensión, en la que se presentan las grietas, y la zona sujeta a compresión.

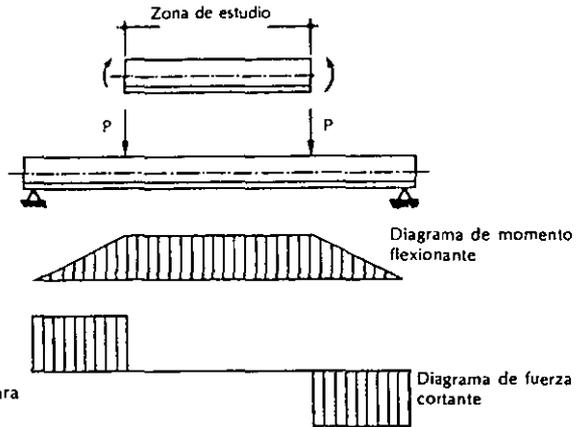


Figura 2.3 Especimen típico para estudio de flexión simple.

A partir de la aparición de las primeras grietas, el comportamiento del espécimen, ya no es elástico y las deflexiones no son proporcionales a las cargas. En las regiones agrietadas, el acero toma prácticamente toda la tensión. En esta etapa, el esfuerzo en el acero aumenta hasta que alcanza su valor de fluencia. Desde el momento en que el acero comienza a fluir, la deflexión crece en forma considerable. Sin que apenas aumente la carga. Esto es, la resistencia del elemento es sólo ligeramente mayor que la carga que produce la fluencia del acero. Los primeros síntomas de la fluencia del acero son un incremento notable en la abertura y longitud de las grietas y un quiebre marcado en la curva carga-deflexión. A medida que aumenta la longitud de las grietas, la zona de compresión se va reduciendo, hasta que el concreto en esta zona es incapaz de tomarla compresión y se aplasta. El primer indicio de aplastamiento es el desprendimiento de escamas en la zona de compresión. Cuando esto ocurre, la carga disminuye con mayor o menor rapidez, dependiendo de la rigidez del sistema de aplicación de la carga, hasta que se produce el colapso final.

Según la cantidad de acero longitudinal con que esta reforzada la pieza, este puede o no fluir antes de que se alcance la carga máxima. Cuando el acero fluye, el comportamiento del miembro es dúctil; es decir, se producen deflexiones considerables antes del colapso final, como se muestra en la figura 5.2. En este caso se dice que el elemento es *subreforzado*. Por otra parte, si la cantidad de acero longitudinal de tensión es grande, éste no fluye antes del aplastamiento, y se dice entonces que el elemento es *sobrerreforzado*. Puede suceder que el elemento alcance su resistencia precisamente cuando el acero comienza a fluir. En este caso, se dice que el elemento es *balanceado*.

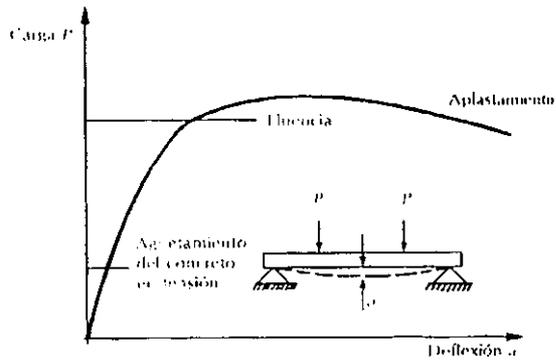


Figura 2.4 Gráfica carga-deflexión de un elemento, con un porcentaje usual de acero de tensión

Los términos *subreforzado* y *sobrerreforzado*, aplicados al caso de elementos con acero sin un límite de fluencia bien marcado, no tiene mas sentido que el de indicar el grado de ductilidad. En este caso la condición balanceada no esta claramente definida.

En la figura 2.5 se presentan los esquemas de agrietamiento correspondientes a vigas con diferentes porcentajes de acero. En el caso de un elemento sobrerreforzado, la zona de aplastamiento del concreto es mayor que en el caso de otro subreforzado y a la falla, las grietas del primero son de abertura y longitud menores.

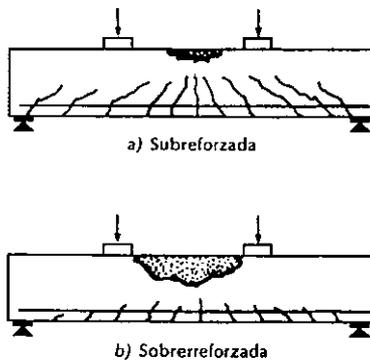


Figura 2.5 grietamiento en la falla de vigas sujetas a flexión.

La figura 2.5 muestra la variación en el comportamiento de elementos que tienen distintos porcentajes de acero. Cada curva de trazo lleno representa la grafica carga deflexión de un elemento reforzado con una cantidad diferente de acero de tensión, desde una viga de concreto simple hasta otra con porcentaje de acero muy alta, del orden del 7%. Se puede observar de inmediato el efecto de la cantidad y distribución del acero longitudinal.

En resumen en la tabla anterior siguiente se presentan los resultados siguientes de una manera mas resumida que complementa la figura 2.6.

Tabla 2.6 Características de elementos con distintos índices de refuerzo.

Curva típica correspondiente de la fig 2.6	Porcentaje de acero		índice de refuerzo ω	tipo de elemento	Modo de falla	Grado de ductilidad
	de tensión ρ	de compresión ρ'				
A	Nulo	nulo	Nulo	concreto simple	concreto en tensión	frágil
B	muy pequeño	nulo	muy pequeño	muy subreforzado	fractura del acero, frágil	poco dúctil
C	normal bajo	nulo	normal bajo	subreforzado	aplastamiento después de la fluencia	muy dúctil
D	normal alto	nulo	normal alto	subreforzado	aplastamiento después de la fluencia	dúctil
E	normal alto	del orden del de tensión	normal bajo	subreforzado	aplastamiento después de la fluencia	muy dúctil
F	muy alto	nulo	muy alto	subreforzado	aplastamiento sin fluencia del acero	frágil
G	muy alto	del orden del de tensión	normal bajo	subreforzado	aplastamiento después de la fluencia	dúctil

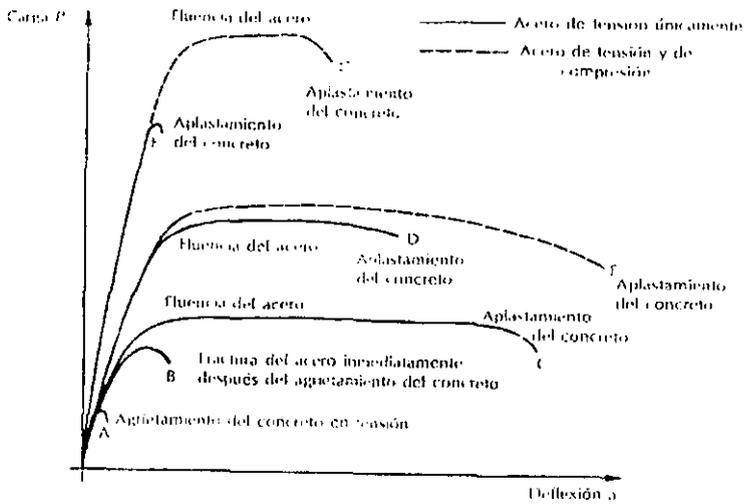


Figura 2.6 Gráficas carga-deflexión de elementos con porcentajes variables de acero (sección, f_c y f_y constantes) sujetos a flexión simple.

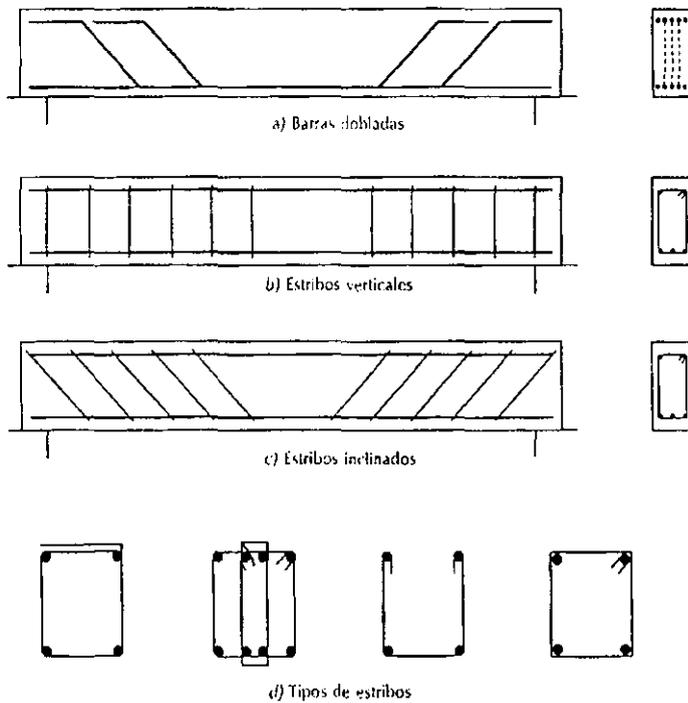


Figura 2.7 Tipos de eslabones.

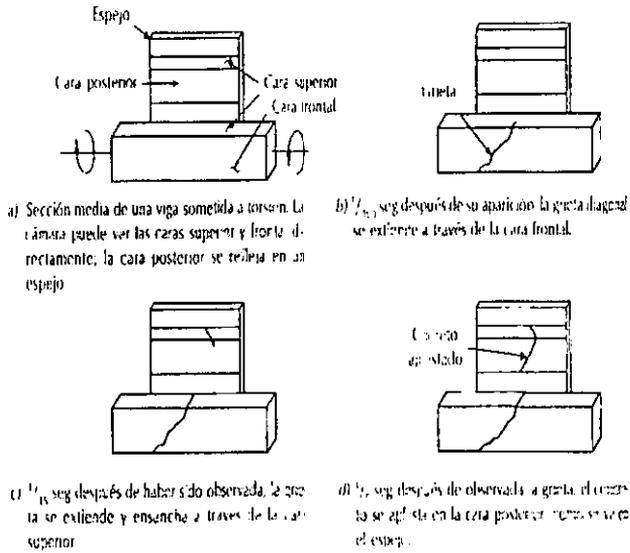


Figura 2.8 Proceso de falla por torsión de una viga de concreto simple formada con una cámara de cine con una velocidad 1/200 cuadros/seg.

2.2 Revisión de los estados límite de falla.

2.2.1 El dimensionamiento de elementos de concreto reforzado.

Se entiende por dimensionamiento la determinación de las propiedades geométricas de los elementos estructurales y de la cantidad y posición de acero de refuerzo.

El procedimiento de dimensionamiento tradicional, basado en esfuerzos de trabajo, consiste en determinar los esfuerzos correspondientes a acciones interiores obtenidas de un análisis elástico de la estructura, bajo sus supuestas acciones de servicio. Estos esfuerzos se comparan con esfuerzos permisibles, especificados como una fracción de las resistencias del concreto y del acero. Se supone que así se logra a la par, un comportamiento satisfactorio en condiciones de servicio y un margen razonable de seguridad.

El factor de seguridad de los elementos de una estructura dimensionados por el método de esfuerzos de trabajo no es uniforme, ya que no puede medirse en todos los casos el factor de seguridad por la relación entre las resistencias de los materiales y los esfuerzos permisibles. En otras palabras, la relación entre las resistencias de los materiales y los esfuerzos de trabajo no es siempre igual a la relación entre la resistencia del elemento y su sollicitación de servicio.

El procedimiento más comúnmente utilizado en la actualidad es el dominado método plástico, de resistencia última según el cual los elementos o secciones se dimensionan para que tengan una resistencia determinada.

El procedimiento consiste en definir las acciones interiores, correspondientes a las condiciones de servicio, mediante un análisis elástico y multiplicarlas por un factor de carga, que puede ser constante o variable según los distintos elementos, para así obtener las resistencias de dimensionamiento. El factor de carga puede introducirse también incrementando las acciones exteriores y después realizando un análisis elástico de la estructura. El dimensionamiento se hace con la hipótesis del comportamiento inelástico.

El procedimiento de dimensionamiento plástico puede también aplicarse a los resultados de un **análisis límite**, del cual se obtienen directamente las acciones interiores correspondientes a la carga de falla que convierte la estructura en un mecanismo. El dimensionamiento a partir de un **análisis límite** no es todavía de aplicación práctica, debido a la incertidumbre que se tiene sobre mecanismos de colapso, la inestabilidad general de la estructura y la capacidad de rotación de los elementos de la misma.

El análisis límite no debe confundirse con el criterio general de dimensionamiento, denominado de estados límite, en el que están basadas las recomendaciones del Comité Euro-Internacional del concreto y los reglamentos

rusos e ingles. El enfoque de estados límite no es sino un formato en el que se consideran todos los aspectos del diseño en forma ordenada racional y que permite la fácil incorporación de criterios probabilistas. De hecho, se trata de lograr que las características acción-respuesta de un elemento estructural o de una estructura estén dentro de los límites que se consideran aceptables. Según este método, una estructura o elemento estructural deja de ser útil cuando alcanza un estado. Llamado estado límite, en el que deja de realizar la función para la cual fue diseñado.

A continuación se presenta con cierto detalle el procedimiento de diseño basado en el concepto de estados límite.

2.2.2 Diseño por estados límite

La mayoría de los reglamentos de construcción actuales, como el del Distrito Federal, el del Comité Euro-Internacional del Concreto, el de Inglaterra y el de Canadá, establecen disposiciones para el diseño de estructuras basadas en el concepto de estados límite. A continuación se presentan resumidas las disposiciones al respecto del Reglamento de las Construcciones para el Distrito Federal, y los criterios en las que están basadas. Al final de esta sección se presentan las disposiciones del Reglamento del American Concrete Institute muy usadas en América Latina, las cuales, aunque no están expresadas formalmente en términos de estados límite, siguen conceptos semejantes.

Reglamento del Distrito Federal

Los criterios de diseño estructural en que se basa este reglamento (*se presentan con detalle en la Ref. 1.29*), es que se consideran dos categorías de estado límite: los de falla y los de servicio. Los de falla corresponden a los de agotamiento definitivo de la capacidad de carga de la estructura o de sus miembros o al hecho de que la estructura, sin agotar su capacidad de carga, sufra daños irreversibles que afecten su resistencia ante nuevas aplicaciones de carga. Los estados límite de servicio tiene lugar cuando la estructura llega a estados de deformamiento, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten su correcto funcionamiento, pero no su capacidad para soportar cargas. Para revisar los estados límite de falla, o sea, la seguridad de una estructura, se debe verificar que la resistencia de cada elemento estructural y de la estructura en su conjunto sea mayor que las acciones que actúan sobre los elementos o sobre la estructura. Esta verificación se efectúa siguiendo el procedimiento que se expone a continuación.

- A) Primero se determinan las acciones que obran sobre la estructura, las cuales se clasifican en permanentes, como la carga muerta; variables, como la carga viva, y accidentales, como el sismo y el viento.
- B) Se calculan, mediante un análisis estructural, los efectos de acciones sobre la estructura, o sea, los valores de las fuerzas axiales y cortantes, de los momentos flexionantes y torsionantes que actúan en distintas secciones de la estructura. Estos valores se denominan acciones o fuerzas internas S .
- C) Las fuerzas internas se multiplican por factores de carga, F_c , para obtener las llamadas fuerzas internas de diseño. Cuando se utilizan métodos lineales de análisis estructural, se obtiene el mismo resultado multiplicando las acciones multiplicadas por los factores de carga antes de hacer el análisis. Mas adelante se indican los factores de carga recomendados en el Reglamento del Distrito Federal.
- D) Se calculan las resistencias nominales, R , de cada elemento de la estructura, y se multiplica por los factores reductivos, F_R , para obtener las llamadas resistencias de diseño.
- E) Se verifica que las resistencias de diseño, $F_R R$, sean iguales o mayores que las fuerzas internas de diseño, $F_c S$. Esta verificación, se constituye el criterio básico de comprobación de la seguridad de una estructura, según el reglamento del distrito federal. puede ilustrarse esquemáticamente como sigue.

$$\begin{array}{ccc} \text{fuerza interna de diseño} & & \text{resistencia de diseño} \\ F_c S & \leq & F_R R \end{array}$$

A continuación se explica con mayor detalle la forma de llevar de cada una de las etapas anteriores.

Acciones. Se mencionó que en el Reglamento del Distrito Federal las acciones se clasifican en permanentes, variables y accidentales. Los criterios generales de determinación de estas acciones son las siguientes (*Ref. 1.29 y 1.30*):

Las acciones permanentes y variables tienen distribución de frecuencia como la indicada en forma aproximada en la figura 2.9. Si se trazan histogramas del peso volumétrico de diferentes muestras concreto o de las mediciones de la carga viva en un número grande de edificios, se vería que tienen una forma similar a la de esta figura. Se ha señalado en ellos tres valores de la intensidad de las acciones: a) una intensidad nominal máxima X_M , que es aquella cuya probabilidad de ser excedida es de 2%, o sea, que es un valor máximo probable de la carga; b) una intensidad nominal mínima, X_m , que es aquella cuya probabilidad de no ser alcanzada es de 2 % por tanto es un valor mínimo probable de la carga; y la

intensidad promedio, m_x , como se ve, las intensidades nominales máxima y mínima pueden ser muy diferentes de la intensidad promedio.

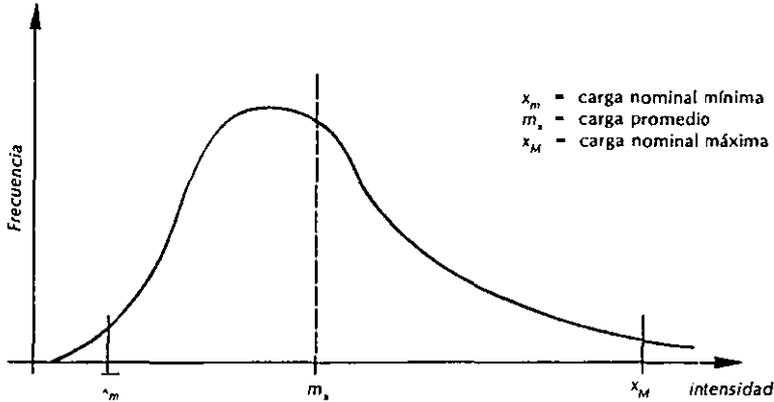


Fig. 2.9 Distribución de frecuencias de las cargas.

El Reglamento del Distrito Federal utiliza estos conceptos de intensidad máxima e intensidad mínima para establecer las acciones de diseño permanentes y variables. En el caso de las permanentes, establecen determinar un valor máximo probable de su intensidad tomando en cuenta la variabilidad de las dimensiones de los elementos, de los pesos volumétricos y de las propiedades relevantes de los materiales, excepto cuando el efecto de la acción permanente sea favorable a la estabilidad de la estructura como en muros de gravedad; entonces debe usarse la intensidad mínima probable. Para acciones variables se establecen cuatro intensidades.

- A) Una intensidad máxima probable que se utiliza para combinaciones de acciones permanentes y variables, y que es equivalente de X_M en la figura 2.9.
- B) Una intensidad mínima probable que se debe utilizar cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura; es la equivalente a X_m en la figura 2.9 pero el reglamento especifica tomarla, en general igual a cero.
- C) Una intensidad media, equivalente a m_x , que se utiliza para estimar efectos a largo plazo, como hundimientos y deflexiones.
- D) Una intensidad instantánea, que se utiliza en combinación con acciones accidentales, que es el valor máximo probable en el lapso pueda

presentarse una acción accidental como el sismo. Tiene valores comprendidos entre la intensidad media, m_x , y la intensidad máxima X_M , figura 2.9 al especificarse una intensidad se reconoce que es muy poco probable que al presentarse una acción accidental, la acción variable este actuando con su intensidad máxima probable.

Por lo que se refiere a las acciones accidentales, como el viento o sismo, el Reglamento del Distrito Federal se basa en el criterio de periodo de recurrencia, que se define como el tiempo promedio que debe transcurrir para que la acción exceda un valor X_p que tiene una probabilidad p de ser excedido en un año cualquiera. El reglamento utiliza un periodo de recurrencia de 50 años, que para estructuras con vida útil de 50 a 100 años, conduce a probabilidades de excedencia muy superiores a las de acciones permanentes y variables (Ref. 1.34).

Otros reglamentos de construcción utilizan criterios similares a los de los descritos para la determinación de las acciones, pudiendo variar los valores de las probabilidades de exceder o de no alcanzar las acciones probables a los periodos de recurrencia.

Fuerzas internas. Las fuerzas internas, S , se determinan efectuando el análisis de la estructura sujeta a las distintas combinaciones de acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente. Por ejemplo, se deberá efectuar el análisis estructural bajo carga muerta y viva, o bajo carga muerta, viva y sismo simultáneamente, para determinar cual es la combinación mas desfavorable. Los valores nominales de las cargas que se especifican en el Reglamento del Distrito Federal varían según la combinación de acciones que se considere. En las **Normas Técnicas Complementarias del Reglamento del Distrito Federal (Ref. 1.30)**, se permite que el análisis de la estructura de concreto reforzado se efectúe suponiendo que la estructura tiene un comportamiento lineal y elástico, y se permite también, bajo ciertas condiciones, utilizar análisis al límite.

Factores de carga. Se menciono anteriormente que las carga nominales se multiplican por factores de carga antes de hacer análisis estructural. Estos factores son números con los que se incrementan las cargas nominales máximas o se reducen las mínimas, de tal manera que con ellos se aumenta o se disminuye, respectivamente, la probabilidad de que las cargas sean excedidas o no sean alcanzadas.

Los factores de carga toman en cuenta la posibilidad de que se presenten sobrecargas y las imprecisiones en lo métodos de análisis estructural. La probabilidad de que varias acciones existan simultáneamente con su máxima intensidad es pequeña, por eso se especifican factores de carga menores para

acciones combinadas. Así, el Reglamento del Distrito Federal establece los siguientes factores de carga:

- A) para combinaciones que incluyan exclusivamente acciones permanentes y variables, el factor de carga, F_c , será de 1.4 excepto en estructuras que soporten pisos en los que pueda haber normalmente aglomeración de personas, o en construcciones que contengan equipo sumamente valioso, caso en el cual el factor de carga será de 1.5
- B) para combinaciones de acciones que incluyan una accidental, como viento o sismo, además de las acciones permanentes y variables, el factor de carga, F_c , será de 1.1.
- C) para acciones cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, se tomara un factor de carga, F_c , de 0.9. En estos casos como ya se explico anteriormente, se utiliza la carga nominal minima.
- D) en la revisión de estados limite de servicio se tomara un factor de carga igual a uno.

Resistencias. Se entiende por resistencia a la magnitud de una acción, o de una combinación de acciones, que provocaría la aparición de un estado limite de falla en un elemento estructural o en una estructura. Por ejemplo, la resistencia de flexión de una viga es la magnitud del momento flexionante que provocaría su falla en flexión; su resistencia a cortante es la magnitud de la fuerza cortante que provocaría una falla en este tipo de elemento; la resistencia a flexocompresión de una columna es la magnitud del momento flexionante y de la carga axial que, combinadas, producen la falla del elemento.

La resistencia es también una variable probabilística. Para estimar la resistencia de muchos elementos estructurales, existen métodos probados experimentalmente o que han demostrado su validez a través de la experiencia. El valor calculado con estos métodos se denomina, en este texto, resistencia nominal, que es el termino usado en versiones anteriores del Reglamento del Distrito Federal. Para elementos estructurales poco comunes, para los cuales no existen métodos de calculo incluidos en el Reglamento, deberá recurrirse a métodos teóricos o de la determinación directa de la resistencia en forma experimental. El valor de la resistencia nominal en estos casos será tal que la probabilidad de que no sea alcanzado sea relativamente pequeña; un valor de 2 % es recomendable, el termino resistencia se debe entender que es equivalente al termino resistencia nominal.

Las resistencias nominales deben multiplicarse por factores reductivos de resistencia, F_R , para tomar en cuenta la naturaleza aproximada de las formulas utilizadas para calcular las resistencias, errores en las dimensiones de los

elementos, efectos adverso debidos a procedimientos inadecuados de colocación y curado del concreto e importancia relativa de distintos tipos de miembros estructurales. El valor de estos factores depende también del tipo de falla; la reducción es mayor para elementos de falla frágil que para elementos de falla dúctil.

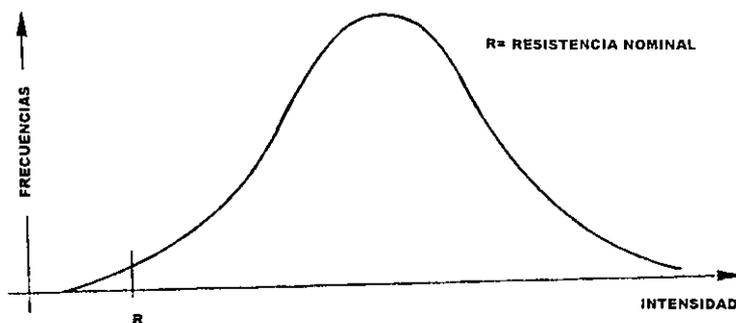


FIGURA. 2.10 Distribución de frecuencias de las resistencias.

Revisión de la seguridad. La última etapa del procedimiento consiste en verificar que para todo estado limite de falla, la resistencia de diseño exceda la fuerza interna actuante de diseño, o sea, que $F_R R \geq F_C S$. Por ejemplo, la resistencia de diseño a flexión de una viga debe ser mayor que el momento flexionante de diseño.

Por lo que respecta a los estados limite de servicio, el Reglamento del Distrito Federal especifica calcular la magnitud de las respuestas, tales como deflexiones y vibraciones bajo la acción de las cargas nominales, sin incrementarlas o disminuirlas con factores de carga, y comparar estas magnitudes con valores especificados en el mismo reglamento

Reglamento del American Concrete Institute (ACI 318-89)

Este reglamento esta diseñado para ser utilizado como parte integrante de reglamentos generales en vigor en distintas localidades, en los cuales se especifican las cargas de diseño. Por lo tanto no se establecen valores de estas cargas en el reglamento del ACI se denominan U, son los siguientes:

- A) para combinaciones de carga muerta y carga viva

$$U = 1.4D + 1.7L$$

De donde D es el valor de la carga muerta y L, el valor de la carga viva.

B) para combinaciones de carga muerta, carga viva y carga accidental

Donde W es el valor de la carga del viento y E el del valor de la carga del sismo. Cuando la carga viva sea favorable, se deberá revisar la combinación de carga muerta y carga accidental con los siguientes factores de carga.

$$U = 0.9D + 1.3W \quad \text{o}$$

$$U = 0.9D + 1.43E$$

$$U = 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.7 W) \quad \text{o}$$

$$U = 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.87 E)$$

El reglamento ACI también incluye factores de carga para cargas producidas por empuje de tierras o de líquidos y para los efectos de cambios de temperatura, asentamientos diferenciales, flujo plástico y contracción del concreto.

Las resistencias que se calculan con el reglamento ACI resultan generalmente mayor que las calculadas con el Reglamento del Distrito Federal, ya que las resistencias de los materiales que se usan en el dimensionamiento son mayores en el primero que en el segundo.

Las resistencias de diseño también se obtienen multiplicando las resistencias por factores reductivos de la resistencia que toman en cuenta efectos semejantes a los considerados en el Reglamento del Distrito Federal y se denominan ϕ .

Finalmente, los requisitos bajo condiciones de servicio, que equivalen a la revisión en estados límite de servicio del Reglamento del Distrito Federal, se revisan bajo las acciones de las cargas nominales del reglamento mas general.

El grado de seguridad que se obtiene con el Reglamento ACI, es semejante al que se obtiene con el Reglamento del Distrito Federal, aunque no es posible una comparación general valida para todos los casos.

2.3 Hipótesis de la obtención de resistencia de diseño.

2.3.1 Resistencia de elementos sujetos a flexión simple.

Hipótesis generales.

La resistencia de elementos sujetos a flexión simple puede determinarse a partir de una serie de hipótesis simplificadoras ligadas al comportamiento básico y al mecanismo acción- respuesta descritos anteriormente. Las hipótesis que se hacen comúnmente son las siguientes:

- A) *La distribución de deformaciones unitarias en la sección transversal de un elemento es plana.* Esta hipótesis ha sido verificada mediante mediciones y es correcta, excepto para longitud de mediciones muy pequeñas y en la rama descendente de la grafica carga – deflexión.
- B) *Se conoce la distribución de esfuerzos en la zona de compresión del elemento.* Los reglamentos de construcción presentan distribuciones simplistas, con los cuales se obtienen valores de la resistencia suficientemente aproximados.
- C) *No existen corrimientos relativos de consideración entre el acero y el concreto que lo rodea.* Para concreto reforzado con barras corrugadas, la hipótesis es bastante realista. Es decir, se puede suponer que la deformación unitaria es la misma en el acero y en el concreto que se encuentra al mismo nivel.
- D) *El concreto no resiste esfuerzos de tensión longitudinales.* El despreciar la magnitud de estos esfuerzos no influye apreciablemente en las resistencias calculadas.
- E) *El elemento alcanza su resistencia a una cierta deformación unitaria máxima útil del concreto, ϵ_{cu} .* Para un intervalo relativamente amplio del valor de la deformación unitaria en la fibra extrema de la compresión, el momento flexionante permanece constante prácticamente. Esto indica la validez de esta hipótesis. Los reglamentos recomiendan valores de ϵ_{cu} que varían de 0.003 a 0.004.

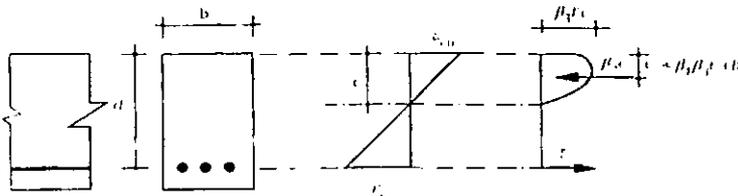


Fig. 2.11 Distribuciones de deformaciones y esfuerzos en una sección sujeta a flexión.

Hipótesis ACI

El Reglamento del Instituto Americano del Concreto (ACI 318-89) utiliza las hipótesis simplificadoras que se resumen en la figura 2.12. En lugar de la distribución real de esfuerzos, se propone una distribución real de esfuerzos, se propone una distribución rectangular, con una profundidad igual a β_1 veces la del eje neutro. Se acepta que el elemento alcanza su resistencia a una deformación unitaria máxima útil del concreto en compresión igual a 0.003, con una distribución lineal de deformaciones unitarias.

El parámetro β_1 se hace depender de la resistencia nominal f'_c de acuerdo con la ecuación mostrada en la figura 5.6 el valor de β_1 es constante e igual a 0.85 para $f'_c \leq 280 \text{ Kg / cm}^2$. Esta variación tiene por objeto tomar el cambio en la forma de la curva esfuerzo deformación del concreto al incrementar su resistencia, ya que el área del rectángulo equivalente debe ser aproximadamente igual al área bajo la curva esfuerzo-deformación. La hipótesis del bloque equivalente de esfuerzos es aplicable a secciones de cualquier forma.

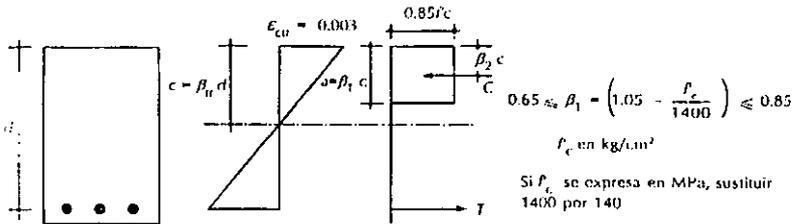


Fig. 5.6 Hipótesis ACI 318-89 sobre la distribución de deformaciones y esfuerzos en la zona de compresión.

Hipótesis de las Normas Técnicas Complementarias (NTC-87) del Reglamento del Distrito Federal (México)

Las NTC-87 recomiendan una distribución rectangular de esfuerzos ligeramente diferente al del ACI. La reducción en el volumen del bloque de esfuerzos correspondientes a concretos de alta resistencia, se hace disminuyendo el valor del esfuerzo máximo, $\beta_3 f'_c$ y no reduciendo la profundidad del bloque, como lo hace el ACI. Esto tiene ventajas en la preparación de graficas y diagramas de dimensionamiento.

Para el bloque propuesto, $\beta_1 = 0.80$
 $\beta_2 = 0.40$ para secciones rectangulares
 $\beta_3 = (1.05 - f_c^* / 1250) \leq 0.85$, (f_c^* en kg/cm^2)

Hipótesis del Comité Europeo del Concreto (CEB)

El CEB recomienda dos alternativas para la distribución de esfuerzos: una rectangular, y otra que consiste en variación parabólica desde el eje neutro hasta una deformación unitaria de 0.002 y una distribución uniforme en el resto de la sección. El valor recomendado para la deformación máxima útil es de 0.0035. Las demás hipótesis son similares a las descritas anteriormente. Se usa también resistencias reducidas a los materiales.

Procedimientos para determinar la resistencia a flexión

Los diversos procedimientos consisten en establecer un estado de deformaciones tal que la sección se encuentre en equilibrio, o sea, que la suma de las fuerzas de compresión que actúan en una sección transversal, sea igual a la suma de las fuerzas de tensión. Una vez establecido dicho estado de equilibrio, se calcula el momento de todas las fuerzas internas respecto a un eje cualquiera. Este momento es la resistencia a flexión de la sección. El estado de equilibrio interno puede determinarse por medio de tanteos o algebraicamente.

2.3.2 Las estructuras de concreto

Las estructuras de concreto reforzado tienen ciertas características, derivadas de los procedimientos utilizados en la construcción, que las distinguen de las estructuras de otros materiales.

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

Otra característica importante es la facilidad con que puede lograrse la continuidad de la estructura, con todas las ventajas que esto supone. Mientras que en estructuras metálicas el valor de continuidad entre las conexiones entre los

elementos implica serios problemas en el diseño y la ejecución, en las d concreto reforzado el monolitismo es consecuencia natural de las características de la construcción.

Existen dos procedimientos principales para construir estructuras de concreto, cuando los elementos estructurales se forman en su posición definitiva, se dice que la estructura ha sido colada in situ o colada en el lugar, si se fabrica en un lugar distinto al de su posición definitiva en la estructura, el procedimiento recibe el nombre de prefabricación.

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

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

El proyectista debe elegir entre estas dos alternativas, guiándose siempre por las ventajas económicas, constructiva y técnicas que pueden obtenerse en cada caso. Cualquiera que sea la alternativa que escoja, esta elección influye de manera importante en el tipo de estructuración que se adopte.

Otra característica peculiar de las estructuras de concreto reforzado es el agrietamiento, que debe tenerse en cuenta al estudiar su comportamiento bajo condiciones de servicio.

2.3.3 Características acción - respuesta de elementos de concreto

Conceptos generales

Se ha dicho que el objetivo del **diseño** consiste en determinar las dimensiones y características de los elementos de una estructura para que esta cumpla con cierta función con un grado de seguridad razonable, comportándose satisfactoriamente una vez en condiciones de servicio. Debido a estos requisitos es preciso conocer las relaciones que existen entre las características de los elementos de una estructura (dimensiones, refuerzos, etc.), las solicitaciones que

debe soportar y los efectos que dichas solicitaciones producen en la estructura. En otras palabras, es necesario conocer las características acción-respuesta de la estructura estudiada.

Las acciones en una estructura son las solicitaciones a que puede estar sometida. Entre esta se encuentran, por ejemplo, el peso propio, las cargas vivas, las presiones por el viento, las aceleraciones, por sismo y los asentamientos. La respuesta de una estructura, o de un elemento, es su comportamiento bajo una acción determinada. Puede expresarse como deformación, agrietamiento, durabilidad, vibración. Desde luego, la respuesta es función de las características de la estructura, o del elemento estructural considerado.

Si se conocen las relaciones

Acción \rightarrow **Elementos de ciertas características** \rightarrow **Respuesta**

para todas las combinaciones posibles de acciones y características de una estructura, se contara con una base racional para establecer un método de diseño. Este tendrá por objeto determinar las características que deberá tener una estructura para que, al estar sometida a ciertas acciones, su comportamiento o respuesta sea aceptable desde los puntos de vista de seguridad frente ala falla y utilidad de condiciones de servicio.

El problema de la determinación de las relaciones acción–respuesta para estructuras con cualesquiera características, sometidas a toda la gama de acciones y combinaciones de estas acciones, es insoluble, ya que puede presentarse un numero infinito de combinaciones.

Debido a estas situaciones, fue necesario desarrollar métodos que permitieran basar el estudio de una estructura en conjunto en estudios del comportamiento de sus distintas partes o elementos. Estos métodos llamados de análisis, permiten determinar en cada uno de los miembros de una estructura las acciones internas de las resultantes de la aplicación de las solicitaciones exteriores a la estructura total. Esta consideración reduce el problema de la determinación de las características acción-respuesta a dimensiones manejables.

Para establecer una base racional de diseño será necesario, entonces, obtener las características acción–respuesta correspondientes a las acciones mas frecuentes sobre los distintos elementos estructurales. Con esta información se puede delimitar el rango de las acciones bajo las cuales el elemento se comportara satisfactoriamente una vez en condiciones de servicio. En otras palabras, es necesario establecer las relaciones entre los elementos siguientes:

Acciones interiores	Características del elemento	Respuestas
carga axial	tipo de concreto	Deformación
flexión	tipo de refuerzo	Agrietamiento
torsión	tamaño	Durabilidad
cortante	forma	Vibración
	restricción	

Al valuar la respuesta correspondiente una acción determinada, es necesario tomar en cuenta el modo de aplicación de la misma, ya que este factor ejerce influencia muy importante en dicha respuesta de una estructura a una acción determinada dependerá de si esta es instantánea, de corta duración, sostenida, repetida, etc.

Mas adelante se estudia estas relaciones para las acciones mas frecuentes en el caso de estructuras de concreto. La información relativa ha sido obtenida mediante experimento y experiencia adquirida con el tiempo.

Normas Técnicas Complementarias (NTC- 87) del Reglamento del Distrito Federal

En este reglamento la **resistencia de diseño** se calcula multiplicando la resistencia por un factor reductivo que se representa por ϕ y que para el caso de carga axial tiene un valor de 0.75 para columnas con refuerzo helicoidal y de 0.70 para columnas de estribos. Este reglamento especifica valores menores de ϕ para estructuras construidas en zonas sísmicas.

En los procedimientos de diseño, el dimensionamiento se lleva a cabo normalmente a partir de las acciones interiores, calculadas por medio de un análisis de la estructura. Debe notarse que, para diseñar satisfactoriamente no siempre es necesario obtener las acciones interiores inducidas por las exteriores. Muchos diseños han sido desarrollados directamente a partir del estudio de modelos estructurales. En estos casos los conjuntos de acciones exteriores, representativas de aquellas a las que en realidad estará sometido el prototipo, se aplica aun modelo a escala de la estructura por diseñar, y se miden las respuestas del mismo. Para satisfacer las condiciones de seguridad, el modelo a escala debe resistir acciones aun tanto mayores que las que se estima deberá soportar las estructuras en condiciones de servicio. Para satisfacer la condición de comportamiento satisfactorio bajo estas condiciones de servicio, las respuestas del modelo a estas acciones deberán estar comprendidas entre los valores considerados como limites de tolerancia. Si una de las dos condiciones no se satisface, se modifican las características del modelo y se repite el proceso.

Tabla 4.1 Resistencia de elementos sujetos a compresión axial.

Notación

- A^0 = área total de la sección
- A_c = área del núcleo del concreto confinado por el refuerzo helicoidal
- f'_c = resistencia de los cilindros de control de 15 x 30 cm
- f_y = esfuerzo de fluencia del acero
- A_s = área de acero de refuerzo longitudinal
- P_s = cuantía volumétrica de refuerzo helicoidal

1. Concreto simple
 $P_o = 0.85f'_c A_g$
2. Concreto simple con refuerzo helicoidal sin recubrimiento
 $P_o = 0.85f'_c A_g + A_s f_y$
3. Concreto simple con refuerzo helicoidal sin recubrimiento
 $P_o = 0.85f'_c A_c + 2P_s f_y A_c$
4. Concreto con refuerzo longitudinal y helicoidal con recubrimiento
 $P_o = 0.85f'_c A_g + A_s f_y$ (primer máximo)

 $P_o = 0.85f'_c A_c + A_s f_y + 2P_s f_y A_c$ (segundo máximo)

(La resistencia de este caso será el valor máximo de las dos expresiones anteriores)

La primera condición que debe satisfacer un diseño es que la estructura resultante sea lo suficientemente resistente. En términos de las características acción-respuesta, se puede definir la resistencia de una estructura o elemento a una acción determinada como el valor máximo que dicha acción puede alcanzar. Una vez determinada la resistencia a cierta acción, se compara este valor máximo con el valor correspondiente bajo las condiciones de servicio. De esta comparación se origina el concepto de **factor de seguridad o factor de carga**. De un modo rudimentario, este puede definirse como el cociente entre la **resistencia y el valor estimado de la acción correspondiente en condiciones de servicio**.

El diseño debe garantizar que la estructura tenga un factor de seguridad razonable. Mediante este factor, se trata de tomar en cuenta en el diseño de la incertidumbre existente respecto a los efectos de ciertas acciones y los valores usados en varias etapas del proceso. Entre las principales incertidumbres se pueden mencionar el desconocimiento de las acciones reales y su distribución, la validez de la hipótesis y simplificaciones utilizadas en el análisis, la diferencia entre el comportamiento real y el supuesto, y la discrepancia entre los valores reales de las dimensiones y de las propiedades de los materiales con las especificaciones en el diseño.

La selección de un factor de seguridad adecuado no es problema sencillo, debido, al gran número de variables y condiciones que deben tomarse en cuenta. La dificultad principal reside en la naturaleza probabilística tanto en las acciones que obran en las estructuras como en la de la resistencia de estas. Este carácter aleatorio de solicitaciones y resistencias hace que exista siempre cierta probabilidad de que se presenten combinaciones de valores en que la acción sea superior a la resistencia. Esto se ilustra en la figura 2.13, en la que se representa las distribuciones de frecuencias de solicitaciones y resistencias de un elemento estructural, por ejemplo, una viga. El área sombreada es una medida de probabilidad de falla de la estructura. La probabilidad de falla de una medida significativa del margen de seguridad real de la estructura. Puede expresarse en términos económicos si se cuenta con los elementos necesarios para estimar el costo de las consecuencias de la falla. La estimación del costo de la falla, junto con el costo de la estructura puede servir de base para escoger una solución conveniente con un criterio racional que asigne con un margen de seguridad, de acuerdo con la importancia de la obra. Obviamente, el factor de seguridad de una presa debe ser mayor que el de una bodega de chatarra.

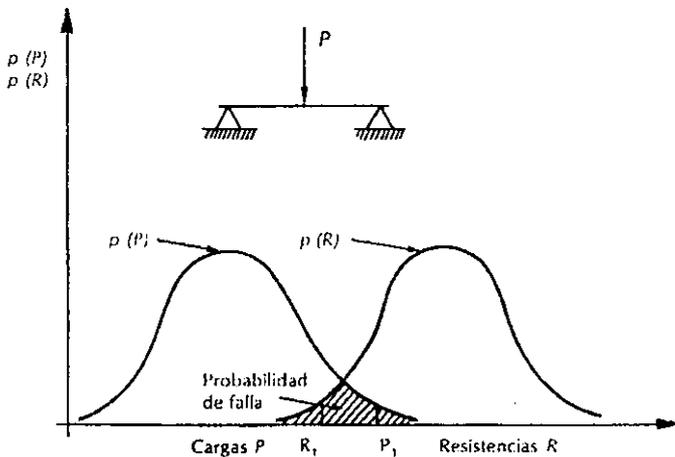


Figura 2.13 Concepto de probabilidad de falla.

Los criterios modernos de **diseño** están tendiendo a enfoques probabilísticos como en lo descrito anteriormente, no obstante las dificultades que implican. Por una parte, no se tiene suficiente información sobre la variabilidad tanto de las solicitaciones que deben considerarse, como las resistencias de los materiales y los elementos utilizados en las estructuras. Por otra parte, es difícil asignar un precio o valor a las consecuencias de una falla, en términos de posibles pérdidas de vidas y de costo de reposición. A pesar de estas dificultades, el enfoque tiene indudable interés y ya existen proposiciones para formular

reglamentos de construcción basados exclusivamente en conceptos probabilísticos. De hecho, ciertos conceptos probabilísticos ya han sido incorporados a algunos reglamentos en relación con la valuación de las características de los materiales y las acciones.

A semejanza del problema de resistencia, para garantizar que una estructura tenga un comportamiento aceptable bajo condiciones de servicio, se comparan los valores de la respuesta (deformaciones, agrietamiento, durabilidad) correspondientes a las acciones estimadas, con ciertos límites preestablecidos que la experiencia ha indicado son satisfactorios para el tipo de estructura de que se trata.

El problema es más difícil que cuando se trata de valorar la resistencia, ya que las deformaciones y el agrietamiento son función de las acciones reales que obran en la estructura, de la historia de carga y de todas aquellas variables que influyen en el comportamiento. El fijar límites razonables para las deformaciones y el agrietamiento de los distintos tipos de estructuras es más complejo que establecer un factor de seguridad razonable. Los problemas de deformaciones y fallas se tratarán con detalle más adelante. Hasta la fecha, la mejor herramienta que posee el diseñador para establecer límites de tolerancia en su experiencia en estructuras semejantes, cuando actúan bajo condiciones similares.

Para fijar las ideas anteriores, estas se aplicarán en un caso específico. Considérese el voladizo mostrado en la figura 2.14 sujeto a la acción de una carga vertical P , que varía de un valor nulo hasta aquel que produce el colapso. La característica acción-respuesta más inmediata es la curva carga-deflexión representada también en la figura.

En términos de esta característica es imposible definir cuatro etapas en el comportamiento del voladizo:

- a) Una etapa inicial elástica, en la que las cargas son proporcionales a las deformaciones. Es frecuentemente que bajo las condiciones permanentes de servicio (excluyendo las cargas de corta duración como viento y sismo), la estructura se encuentre en esta etapa. La carga de servicio se ha marcado en la figura como P_s y la deformación correspondiente como a_s .
- b) Una etapa intermedia en que la relación carga-deformación ya no es lineal, pero en la que la carga va creciendo.
- c) Una etapa plástica, en la que se producen deformaciones relativamente grandes para incrementos pequeños o nulos de cargas. La resistencia P_r se encuentra en esta etapa. Debido a la forma de la curva, es difícil establecer cuál es la deformación correspondiente a la resistencia.

- d) Una etapa inestable, caracterizada por una rama descendente hasta el colapso, donde a mayores deformaciones la carga disminuye.

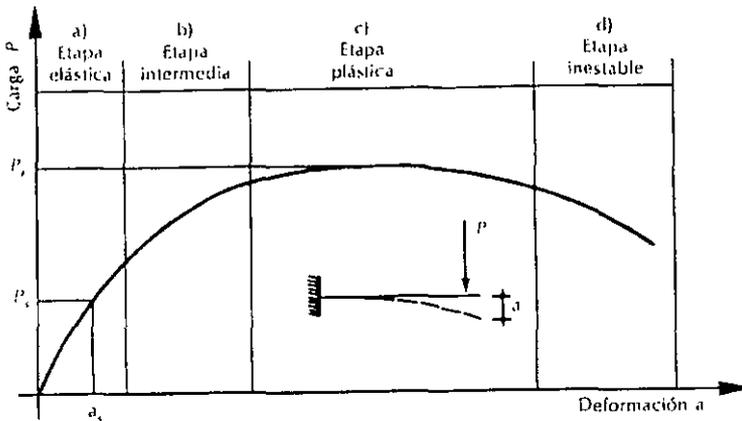


Figura 2.14 Gráfica carga-deformación.

De la ilustración se puede definir el factor de seguridad como el cociente P_r/P_s . La estructura tendrá una resistencia adecuada, si este factor es mayor que un valor predeterminado considerado como aceptable.

Para investigar si el comportamiento bajo condiciones de servicio es satisfactorio, se deberá comparar el valor de la deformación correspondiente a P_s con ciertos valores preestablecidos que se estimen tolerables, de acuerdo con experiencias anteriores.

Es importante hacer notar que, en la etapa plástica, a una variación muy pequeña de la carga corresponde una variación importante en la deformación de la estructura. Por lo tanto, si las acciones en esta etapa se determinan a partir de las deformaciones, entonces los errores importantes en la estimación de estas sólo producirán variaciones insignificantes en el valor de la acción. Por el contrario, es difícil predecir en esta etapa el valor de la deformación que corresponderá a una carga determinada.

El ejemplo anterior muestra claramente que es necesario conocer las relaciones acción-respuesta correspondientes a una variación P , desde un valor nulo hasta el que produce el colapso. Esta deformación permite conocer el grado de seguridad de la estructura y estimar en intervalo de carga bajo el cual el voladizo se comportará satisfactoriamente.

2.3.4 Las acciones

Las principales solicitaciones o acciones exteriores a las que puede estar sujeta una estructura son; cargas estáticas debido al peso propio, cargas vivas y cargas permanentes, así como cargas dinámicas impuestas por un sismo, por la acción de un viento o por la aplicación repetida de cargas vivas. También se consideran como solicitaciones las deformaciones de la estructura inducidas por asentamiento, contracción, flujo plástico y cambios de temperatura.

Al estimar las acciones, es necesario prever las acciones más desfavorables en que la estructura puede llegar a encontrarse, así como el tiempo que sufrirá estas condiciones desfavorables. Para hacer un análisis riguroso sería necesario conocer las variaciones probables en la intensidad y distribución de las cargas a lo largo de la vida útil de la estructura, cosa difícil de lograr.

Al tratar el **diseño estructural** se ha hecho hincapié en el desarrollo de métodos de análisis de estructuras, pero se ha llevado a cabo estudios limitados sobre los valores probables de las cargas que actúan. Es aquí donde se pueden cometer los mayores errores y donde nuestro conocimiento es más exiguo.

La estimación de las cargas debido al peso propio puede hacerse con relativa precisión: los errores no serán mayores del 20%, si se han evaluado con cuidado los volúmenes de los materiales y los pesos volumétricos.

En lo que respecta a la **carga viva**, los errores en la estimación pueden ser del 100% o aun mayores. La carga viva esta especificada comúnmente en los reglamentos de construcción como carga uniformemente repartida equivalente, con distintas intensidades de acuerdo con el uso considerado, o bien, si se trata de puentes o viaductos, como carga móvil idealizada. Estos valores equivalentes especificados se basan en estudios limitados. Los efectos de las cargas equivalentes en la estructura pueden ser muy diferentes de las cargas reales.

La estimación de las **cargas laterales** debidas al viento o sismo están sujetas a una mayor incertidumbre. Fácilmente se cometen errores mucho mayores que los anteriores en la estimación de los efectos de estas acciones.

En estado actual de nuestro conocimiento puede esperarse solamente que, con base en la experiencia, se especifique un tipo de carga tal que unido a procedimientos adecuados de diseño y construcción proporcione una estructura que se comporte satisfactoriamente.

2.3.5 El análisis de estructuras de concreto reforzado

Para poder analizar la estructura es necesario idealizarla. Por ejemplo, una idealización frecuente en el análisis de edificios es considerar la estructura como formada por serie de marcos planos en dos direcciones. De este modo se reduce el problema real tridimensional a uno de dos dimensiones. Se considera, además, que las propiedades mecánicas de los elementos en cada marco están concentradas a lo largo de sus ejes. Las acciones se aplican sobre esta estructura idealizada.

Las solicitaciones o acciones exteriores inducen acciones interiores (momento, fuerzas) de intensidad variable. El propósito fundamental del análisis es valorar las acciones interiores en las distintas partes de la estructura. Para ello es necesario salvo en estructuras o elementos isostáticos, conocer o suponer la relación entre fuerzas y deformaciones o, en términos más generales, entre acción y respuesta.

La hipótesis más simple que puede hacerse para relacionar carga y deformación es suponer una dependencia lineal; el análisis elástico de estructuras parte de esta hipótesis.

Otra hipótesis relativamente simple que se hace para el análisis de estructuras, es la de suponer que las acciones interiores, al llegar a cierto valor crítico de la acción, son independientes de las deformaciones; en esta hipótesis se basa el análisis límite. En él se trata de obtener los valores de las acciones para los cuales la estructura se vuelve un mecanismo inestable.

Existen otros tipos de análisis más refinados, como hipótesis menos simples que las anteriores, que se aproximan más a la realidad. Debido a su mayor refinamiento son más laboriosos, aunque con el empleo de computadoras se usara cada vez más.

2.4 Revisión por Flexión, Flexocompresión, Aplastamiento, Fuerza Cortante y Torsión.

2.4.1 Resistencia de elementos sujetos a flexión simple

Hipótesis generales.

La resistencia de elementos sujetos a flexión simple puede determinarse a partir de una serie de hipótesis simplificadoras ligadas al comportamiento básico y al mecanismo acción- respuesta descritos anteriormente. Las hipótesis que se hacen comúnmente son las siguientes:

- A) *La distribución de deformaciones unitarias en la sección transversal de un elemento es plana.* Esta hipótesis ha sido verificada mediante mediciones y es correcta, excepto para longitud de mediciones muy pequeñas y en la rama descendente de la grafica carga –deflexión.
- B) *Se conoce la distribución de esfuerzos en la zona de compresión del elemento.* Los reglamentos de construcción presentan distribuciones simplistas, con los cuales se obtienen valores de la resistencia suficientemente aproximados.
- C) *No existen corrimientos relativos de consideración entre el acero y el concreto que lo rodea.* Para concreto reforzado con barras corrugadas, la hipótesis es bastante realista. Es decir, se puede suponer que la deformación unitaria es la misma en el acero y en el concreto que se encuentra al mismo nivel.
- D) *El concreto no resiste esfuerzos de tensión longitudinales.* El despreciar la magnitud de estos esfuerzos no influye apreciablemente en las resistencias calculadas.
- E) *El elemento alcanza su resistencia a una cierta deformación unitaria máxima útil del concreto, ϵ_{cu} .* Para un intervalo relativamente amplio del valor de la deformación unitaria en la fibra extrema de la compresión, el momento flexionante permanece constante prácticamente. Esto indica la validez de esta hipótesis. Los reglamentos recomiendan valores de ϵ_{cu} que varían de 0.003 a 0.004.

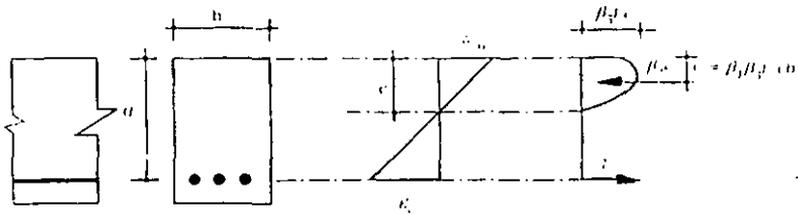


Figura 2.15 Distribuciones de deformaciones y esfuerzos en una sección sujeta a flexión.

Hipótesis ACI

El Reglamento del Instituto Americano del Concreto (ACI 318-89) utiliza las hipótesis simplificadoras que se resumen en la figura 2.16. En lugar de la distribución real de esfuerzos, se propone una distribución real de esfuerzos, se propone una distribución rectangular, con una profundidad igual a β_1 veces la del eje neutro. Se acepta que el elemento alcanza su resistencia a una deformación unitaria máxima útil del concreto en compresión igual a 0.003, con una distribución lineal de deformaciones unitarias.

El parámetro β_1 se hace depender de la resistencia nominal f_c de acuerdo con la ecuación mostrada en la figura 2.16 el valor de β_1 es constante e igual a 0.85 para $f_c \leq 280 \text{ Kg / cm}^2$. Esta variación tiene por objeto tomar el cambio en la forma de la curva esfuerzo deformación del concreto al incrementar su resistencia, ya que el área del rectángulo equivalente debe ser aproximadamente igual al área bajo la curva esfuerzo-deformación. La hipótesis del bloque equivalente de esfuerzos es aplicable a secciones de cualquier forma.

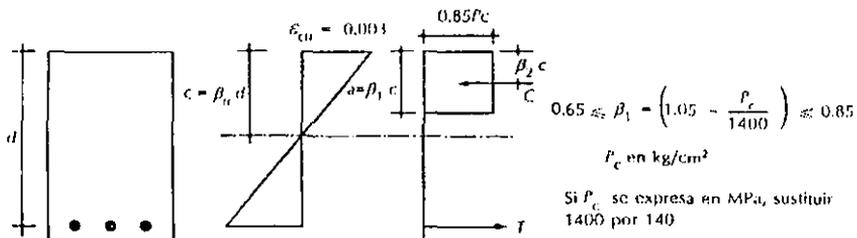


Figura 2.16 Hipótesis ACI 318-89 sobre la distribución de deformaciones y esfuerzos en la zona de compresión.

Hipótesis de las Normas Técnicas Complementarias (NTC-87) del Reglamento del Distrito Federal (México)

Las NTC - 87 recomiendan una distribución rectangular de esfuerzos ligeramente diferente al del ACI. La reducción en el volumen del bloque de esfuerzos correspondientes a concretos de alta resistencia, se hace disminuyendo el valor del esfuerzo máximo, $\beta_3 f'_c$ y no reduciendo la profundidad del bloque, como lo hace el ACI. Esto tiene ventajas en la preparación de graficas y diagramas de dimensionamiento.

Para el bloque propuesto, $\beta_1 = 0.80$

$\beta_2 = 0.40$ para secciones rectangulares

$\beta_3 = (1.05 - f'_c / 1250) \leq 0.85$, (f'_c en kg / cm²)

Hipótesis del Comité Europeo del Concreto (CEB)

El CEB recomienda dos alternativas para la distribución de esfuerzos: una rectangular, y otra que consiste en variación parabólica desde el eje neutro hasta una deformación unitaria de 0.002 y una distribución uniforme en el resto de la sección. El valor recomendado para la deformación máxima útil es de 0.0035. Las demás hipótesis son similares a las descritas anteriormente. Se usa también resistencias reducidas a los materiales.

Procedimientos para determinar la resistencia a flexión

Los diversos procedimientos consisten en establecer un estado de deformaciones tal que la sección se encuentre en equilibrio, o sea, que la suma de las fuerzas de compresión que actúan en una sección transversal, sea igual a la suma de las fuerzas de tensión. Una vez establecido dicho estado de equilibrio, se calcula el momento de todas las fuerzas internas respecto a un eje cualquiera. Este momento es la resistencia a flexión de la sección. El estado de equilibrio interno puede determinarse por medio de tanteos o algebraicamente.

2.4.2 Comportamiento y modos de falla de elementos sujetos a flexocompresión

A continuación se presentan los procedimientos necesarios para determinar la resistencia de elementos de concreto reforzado sujetos a la acción de la carga axial y momento flexionante. Aquí se considerara únicamente elementos muy

cortos, en los que no existen problemas de esbeltez. Se supondrán conocidas la geometría del elemento, incluyendo la cantidad y distribución del acero de refuerzo, la cantidad y distribución del concreto, definida por una cierta resistencia nominal (f'_c), y la calidad del acero, definida por su esfuerzo de fluencia (f_y).

Considerando el problema de un modo general, se puede suponer que la carga axial, P , y el momento flexionante, M , varían inmediatamente. En la figura 2.17 a se muestra una representación esquemática de un elemento bajo la acción de P y M , y en la figura 2.17 b, un sistema estáticamente equivalente en el que $M = Pe$. Es importante señalar que en algunas estructuras P y M varían en la misma sección en una proporción en una sección transversal dada al variar las condiciones de carga externa. Esto equivale a afirmar que la excentricidad, e , permanece constante. Sin embargo, en otros casos P y M pueden variar en distinta forma y entonces e no es constante.

Un elemento puede alcanzar su resistencia bajo innumerables bajo la combinación de carga axial y momento flexionante. Estas combinaciones varían desde una carga axial máxima P_o , de tensión o compresión, y un momento nulo, hasta un momento M_o , aunado a una carga axial nula. El lugar geométrico de las combinaciones de carga axial y momento flexionante con las que un elemento puede alcanzar su resistencia, se representa gráficamente por medio de un diagrama de interacción. La figura 2.18 muestra uno típico para una sección rectangular con refuerzo simétrico. Cualquier punto en la curva de trazo continuo representa una combinación de momento y carga axial que hace que el elemento alcance su resistencia.

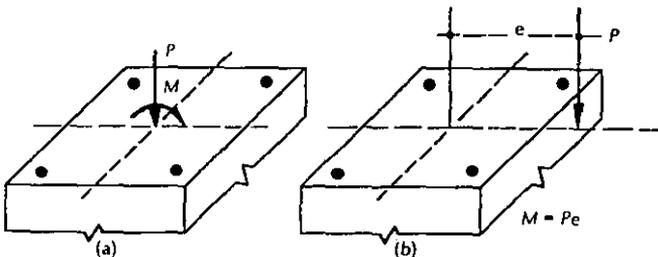


Figura 2.17 Elementos equivalentes sujetos a flexocompresión.

Puede observarse que si únicamente se aplica carga axial de compresión, el valor máximo, o resistencia, correspondería al punto P_{oc} , de igual manera, la carga axial máxima de tensión sería la correspondiente a P_{ot} , si la sección se sujeta sólo al momento flexionante, el máximo que podría aplicarse sería el marcado con M_o . Nótese que el máximo momento flexionante que la sección es capaz de resistir no es el que corresponde a una carga axial nula.

Cuando al aumentar la carga externa el momento y la carga axial crecen en la misma proporción, la historia de carga queda representada por una recta desde el origen con una pendiente igual al cociente $P/M = 1/e$. Para las combinaciones de carga representadas por la recta OA de la figura 2.18, la resistencia correspondería a la combinación M_a, P_a . En la figura se observa también que para un mismo momento, M_b , existen dos valores de carga axial que hacen que la sección alcance su resistencia. Finalmente, la línea OC representa una historia de carga cualquiera.

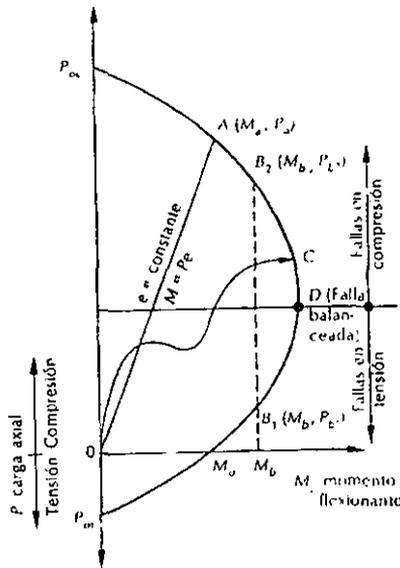


Fig 2.18 Diagrama de interacción típico para una sección rectangular.

En la actualidad se puede predecir la resistencia de un elemento de concreto reforzado sujeto a flexión y carga axial con un error no mayor del 25% de la capacidad real que se obtendría si dicho elemento se ensaya hasta la falla. En casos usuales, con flexión en torno a uno de los ejes principales, el error es del orden del 10%. Esta aproximación es satisfactoria para fines de diseño estructural.

El tipo de espécimen usado en las investigaciones de elementos a flexocompresión es semejante al que aparece en la figura 2.19, donde se indica esquemáticamente el refuerzo usual y una posible configuración de agrietamiento. Generalmente la carga P se aplica a una excentricidad constante. Esto hace que toda la zona prismática del espécimen esté sujeta a una carga axial y a un

momento flexionante que crece en la misma proporción, hasta el colapso. Existen dos modos principales de falla de elementos sujetos a flexocompresión: falla de compresión y falla de tensión.

2.4.3 Elementos sujetos a tensión axial

Debido a que el concreto es un material sumamente débil a esfuerzos de tensión, es muy raro que se utilice elementos de concreto reforzado a tensión, Sin embargo, en algunos casos sucede que elementos que trabajan normalmente a compresión, tienen que resistir ocasionalmente fuerzas de tensión, como por ejemplo, las diagonales de contraventeo de marcos sujetos a acciones sísmicas o de viento.

La resistencia de tensión axial de un elemento de concreto reforzado es únicamente la resistencia del acero de refuerzo, como, $A_s f_y$, ya que el concreto se agrieta y no contribuye a la resistencia, debe tenerse en cuenta que generalmente, la fuerza de tensión que puede aplicarse a un elemento está determinada por el agrietamiento y no por la resistencia. Un ejemplo típico es el de los tensores que se usan en puentes y en algunas otras.

En el primer caso **la falla se produce por el aplastamiento** del concreto. El acero del lado más comprimido fluye, en tanto que el del lado opuesto no fluye, en tanto que el del lado opuesto no fluye en tensión.

El segundo modo de falla se produce cuando el acero de un lado fluye en tensión antes de que se produzca el aplastamiento del concreto en el lado opuesto, más comprimido.

El tipo de falla depende esencialmente de la relación entre momento y carga axial en el colapso. En el diagrama de interacción mostrado en la figura 2.18, el punto d separa la zona de fallas en compresión de la de fallas en tensión; recibe el nombre de punto de falla balanceada.

Se ha observado que el efecto del refuerzo helicoidal sobre la resistencia disminuye apreciablemente en cuanto la carga axial tiene cierta excentricidad, aunque la hélice sígue aumentando la ductilidad del elemento.

También en este caso cabe notar que las mediciones de deformaciones han indicado que estas varían linealmente a lo largo a lo largo del peralte, es decir, que las secciones transversales se mantienen planas antes y después de la deformación.

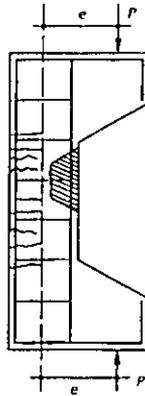


Figura 2.19 Espécimen para ensayo en flexocompresión con agrietamiento típico.

2.4.4 Elementos sujetos a fuerza cortante

Ahora se estudiara el efecto de la fuerza cortante sobre elementos de concreto reforzado, cuando estos están sometidos simultáneamente a momento flexionante, como ocurre en el caso general, y también cuando además, existe carga axial. Sin embargo, no se considera por ahora el efecto de torsión.

Para visualizar el efecto de la fuerza cortante es útil recordar algunos conceptos elementales de la mecánica de los materiales, ya que, a niveles de carga baja y antes de la aparición de grietas, el comportamiento del concreto reforzado se asemeja al de un material homogéneo y elástico. El estudio se limitará al caso de elementos en que el estado de esfuerzos puede suponerse como un estado de esfuerzos plano

En un punto cualquiera de un elemento sujeto a este tipo de esfuerzos, los esfuerzos nominales y tangenciales correspondientes a los distintos planos que puedan pasarse por el punto varían en la magnitud, al cambiar la orientación del plano de referencia. El estado de esfuerzos en un punto queda definido cuando se conocen los esfuerzos normales y tangenciales según dos planos perpendiculares cualesquiera. Aquellos planos en que sólo existen esfuerzos normales se llaman planos principales y son perpendiculares entre sí. Los esfuerzos en estos planos reciben el nombre de esfuerzos principales y tiene la propiedad de ser los esfuerzos máximo y mínimo que pueden existir en el punto.

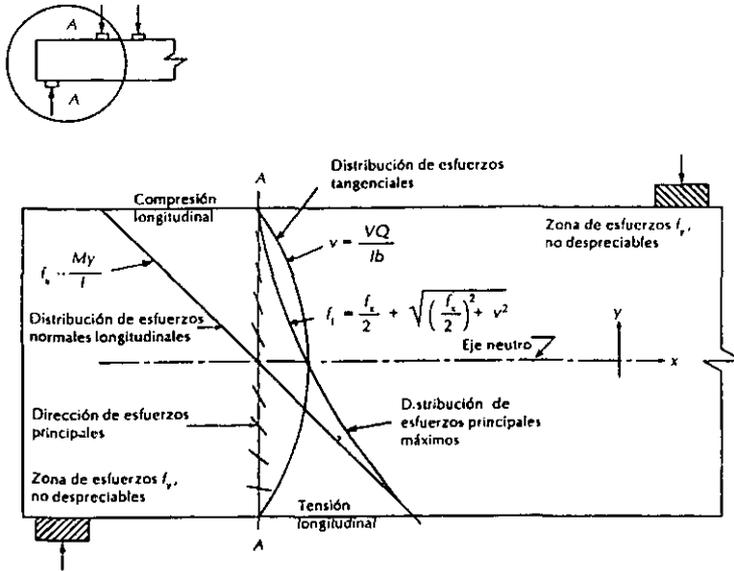


Figura 2.21 Distribución de esfuerzos en una sección de una viga.

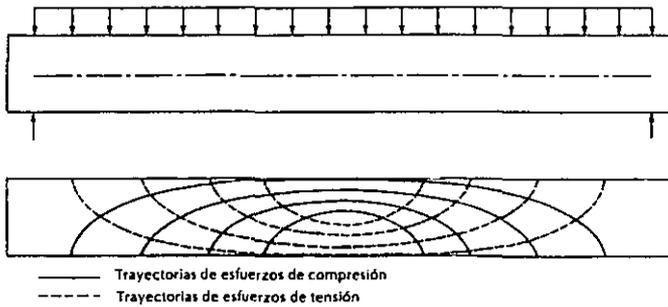


Figura 2.22 Trayectorias de esfuerzos en una viga rectangular homogénea.

El diagrama de interacción se obtiene determinando varios puntos que lo definan. El procedimiento para encontrar un punto cualquiera es, esencialmente, es el mismo usado en flexión para calcular las fuerzas de compresión y de tensión, una vez supuesta la profundidad del eje neutro. Sin embargo, no es necesario hacer varios tanteos hasta igualar ambas fuerzas, ya que su diferencia representa la fuerza normal, P , y el momento respecto al eje geométrico representa el momento flexionante M , que corresponden al estado de deformaciones

determinado por la profundidad supuesta del eje neutro. Por lo tanto, para cada estado de deformaciones se obtiene un valor de P y uno de M , que definen un punto de diagramas de interacción.

Los diagramas de interacción tienen la forma general mostrada en la figura 2.18 se puede definir un diagrama en forma aproximada estimando los siguientes puntos, o puntos cercanos a ellos:

- A) El punto P_{oc} , que corresponde a carga axial de compresión pura, para el cual se supone un estado de deformaciones unitarias de compresión uniforme (en secciones simétricas).
- B) El punto D , que corresponde a la falla balanceada, para el cual se supone un estado de deformaciones unitarias definido por ϵ_{cu} en fibra extrema de compresión y por ϵ_y en el acero de tensión. Este estado de deformaciones es el que se tiene cuando, simultáneamente, el concreto alcanza su deformación máxima útil y el acero su límite de fluencia.
- C) El punto M_o , que corresponde a momento sin carga axial, para el cual se supone un estado de deformaciones semejantes la de cálculos para la resistencia a flexión.
- D) Un punto adicional entre los puntos P_{oc} y D , y otros dos puntos entre los puntos P_{oc} y D , entre los puntos D y M_o .

2.4.6 Obtención de la resistencia por tanteos utilizando hipótesis simplificadoras.

El procedimiento anteriormente, que consiste en obtener la resistencia a partir del diagrama de interacción, es apropiado cuando se va a determinar la resistencia de una sección para distintas combinaciones de P y M , o para distintas excentricidades de la carga aplicada. Cuando se trata de calcular la resistencia para una sola combinación de P y M , resulta más conveniente el procedimiento de tanteos.

Este procedimiento consiste en calcular los valores de P y de M , para una configuración supuesta de deformaciones unitarias, después la excentricidad, $e = M/P$, y se compara con la excentricidad de la carga externa. Si coinciden las dos excentricidades el problema está resuelto, y si no coinciden, se hacen otros tanteos combinando la configuración de deformaciones unitarias hasta lograr la coincidencia.

Procedimiento general.

Anteriormente se ha indicado la manera de obtener las acciones internas máximas de una sección, utilizando hipótesis simplificadoras referentes a la deformación unitaria máxima útil del concreto y al diagrama de esfuerzos de compresión. Es posible emplear también el procedimiento general ya antes descrito para el caso de flexión, el cual es aplicable para cualquier diagrama de esfuerzo deformación tanto del concreto como del acero.

Capítulo 3. Estudios para reestructuración

3.1 Factores para diseño sísmico

De acuerdo con las normas técnicas complementarias para diseño por sismo se tiene:

Revisión de la estructura para ver si se puede aplicar el método simplificado de análisis

1. En cada planta, al menos el 75% de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre si mediante losas monolíticas. Dichos muros ligados tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales. Los muros podrán ser de mampostería, concreto reforzado o madera. O.K.
2. La relación entre longitud y anchura de la planta del edificio no excederá de 2. O.K.

$$27.24/12.47=2.18 \qquad 2.18 : 2.0$$

3. La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no será mayor de 13.0 m O.K.

$$22.40/12.47 = 1.79 \qquad 1.79 > 1.5$$

$$H = 22.24m \qquad 22.24m > 13.0m \qquad \text{NO}$$

Conclusión : No se puede aplicar el método simplificado de análisis.

FACTORES PARA DISEÑO SISMICO

Clasificación de la estructura

Por su uso o destino	Grupo B
Por su ubicación	Zona 1
Coefficiente sísmico básico	C: 0.16
Factores de comportamiento sísmico	Q = 4

Condiciones de seguridad.

La planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales en lo que toca a losas, muros y otros elementos resistentes O.K.

La relación de la altura a la dimensión menor de la base no pasa de 2.5 O.K.

$$H/b = 22.40 / 12.47 = 1.79 \quad 1.79 < 2.5$$

La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5 O.K.

$$B/b = 27.24/12.47=2.18 \quad 2.18 > 2.5$$

En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20% de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección, que se considera de la entrante o saliente O.K.

En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente

No tiene aberturas en el sistema de piso cuya dimensión excede de 20% la dimensión en planta medida paralelamente a la dimensión que se considere O.K.

El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva, no es mayor que el del piso inmediato inferior ni. Excepción hecha del último nivel y es menor que 70% de dicho peso O.K.

Ningún piso tiene un área mayor de que la del piso inmediato inferior ni que 70% de dicho peso O.K.

Todas las columnas están restringidas en todos sus pisos en dos direcciones ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas O.K.

La rigidez al cortante de ningún entrepiso excede en mas de 100% a la del entrepiso inmediato inferior O.K.

Conclusión:

La estructura si cumple con las condiciones de regularidad.

CARGAS CONSIDERADAS

Niveles 1, 2, 3 y 4

Carga Muerta

Losa aligerada h = 10 cm (*)	389 Kg / m ²
Piso terminado	120 Kg / m ²
Adicional por reglamento	40 Kg / m ²
Plafón de yeso e = 1.5 cm	20 Kg / m ²
C. M. =	<u>569 Kg / m²</u>

Carga viva vertical C.V.V. =	170 Kg / m ²
Carga viva para sismo C.V.S. =	90 Kg / m ²
C.M. + C.V.V. = 570 + 170 =	740 Kg / m ²
C.M. + C.V.S. = 570 + 90 =	660 Kg / m ²

Niveles 1, 2, 3 y 4 (zona de balcones)

Carga Muerta

Losa maciza h = 10 cm	240 Kg / m ²
Piso terminado	120 Kg / m ²
Adicional por reglamento	40 Kg / m ²
Plafón de yeso e = 1.5 cm	20 Kg / m ²
C. M. =	<u>420 Kg / m²</u>

Carga viva vertical C.V.V. =	300 Kg / m ²
Carga viva para sismo C.V.S. =	70 Kg / m ²
C.M. + C.V.V. = 420 + 300 =	720 Kg / m ²
C.M. + C.V.S. = 420 + 70 =	490 Kg / m ²

(*) losa aligerada con casetones de cemento-arena de 60 x 60

CARGAS CONSIDERADAS

Nivel Planta Alta

Nivel NPT + 16.00 (zona de gimnasio)

Carga Muerta	
Losa aligerada h = 30 cm (*)	389 Kg / m ²
Piso terminado	120 Kg / m ²
Relleno o base de casetones de poliestireno	5 Kg / m ²
Adicional por reglamento	40 Kg / m ²
Plafón de yeso e = 1.5 cm	20 Kg / m ²
C. M. =	574 Kg / m²
<hr/>	
Carga viva vertical C.V.V. =	350 Kg / m²
Carga viva para sismo C.V.S. =	250 Kg / m²
C.M. + C.V.V. = 575 + 350 =	925 Kg / m²
C.M. + C.V.S. = 575 + 250 =	825 Kg / m²

Nivel N.P.T. + 16.00 (zona de salas y pasillos)

Carga Muerta	
C. M. =	574 Kg / m²
<hr/>	
Carga viva vertical C.V.V. =	170 Kg / m²
Carga viva para sismo C.V.S. =	90 Kg / m²
C.M. + C.V.V. = 575 + 170 =	745 Kg / m²
C.M. + C.V.S. = 575 + 90 =	665 Kg / m²

CARGAS CONSIDERADAS

Nivel planta alta

Nivel N.P.T. + 16.90 (zona de restaurante)

Carga Muerta

Losa aligerada h = 30 cm (*)	389 Kg / m ²
Adicional por reglamento	20 Kg / m ²
Sistema de piso a base de losacero sección 3	160 Kg / m ²
Adicional por reglamento	20 Kg / m ²
Piso terminado	120 Kg / m ²
Densidad de muerta de carga	50 Kg / m ²
Plafón de yeso e = 1.5 cm	20 Kg / m ²
C. M. =	<u>779 Kg / m²</u>

Carga viva vertical C.V.V. = 350 Kg / m²

Carga viva para sismo C.V.S. = 250 Kg / m²

C.M. + C.V.V. = 780 + 350 = 1130 Kg / m²

C.M. + C.V.S. = 780 + 250 = 1030 Kg / m²

Zona de alberca

Carga Muerta

Losa aligerada h = 30 cm (*)	389 Kg / m ²
Adicional por reglamento	20 Kg / m ²
Losa de concreto h = 20 cm	480 Kg / m ²
Piso terminado	120 Kg / m ²
Plafón de yeso e = 1.5 cm	20 Kg / m ²
C. M. =	<u>1049 Kg / m²</u>

Tirante de agua = 1.0 m $W_{\text{agua}} = 1000 \text{ Kg / m}^2$

Carga viva vertical C.V.V. = 1000 Kg / m²

C.M. + C.V.S. = 1050 + 1000 = 2050 Kg / m²

CARGAS CONSIDERADAS

Nivel de terraza N.P.T. + 20.00

Carga Muerta

Losacero sección 3	160 Kg / m ²
Piso terminado	120 Kg / m ²
Adicional por reglamento	20 Kg / m ²
Po. Po. Estructura	40 Kg / m ²
Plafón de yeso	30 Kg / m ²
C. M. =	390 Kg / m²

Carga viva vertical C.V.V. =	170 Kg / m²
Carga viva para sismo C.V.S. =	90 Kg / m²

C.M. + C.V.V. = 390 + 170 =	560 Kg / m ²
-----------------------------	-------------------------

C.M. + C.V.S. = 390 + 90 =	480 Kg / m ²
----------------------------	-------------------------

Azotea

Carga Muerta

Losacero sección 3	160 Kg / m ²
Relleno de tezontle	150 Kg / m ²
Enladrillado e impermeabilizante	150 Kg / m ²
Adicional por reglamento	40 Kg / m ²
Po. Po. Estructura	40 Kg / m ²
Plafón de yeso	30 Kg / m ²
C. M. =	570 Kg / m²

Carga viva vertical C.V.V. =	100 Kg / m²
Carga viva para sismo C.V.S. =	70 Kg / m²

C.M. + C.V.V. = 570 + 100 =	670 Kg / m ²
-----------------------------	-------------------------

C.M. + C.V.S. = 570 + 70 =	640 Kg / m ²
----------------------------	-------------------------

Datos generales

Identificación Hotel Lamartine

Código

No. de entrepisos 6
 Grupo de constantes 1
 Zona de ubicación Zona 1

Muros

Factor de comportamiento sísmico X = 4
 Y = 4
 Destino de edificio Grupo B

Entrepisos

N.E	Altura muros	Entrepiso	C. Muerta (Kg/m ²)	C. Geométrico			Dimensión		Máxima
				X (m)	Y(m)	X(m)	Y(m)		
1	3.3	3.6	570			27.24	12.75		
2	2.63	2.93	570			27.24	12.75		
3	2.70	3.00	570			27.24	12.75		
4	2.70	3.00	570			27.24	12.75		
5	2.85	3.15	800			27.24	12.75		
6	3.40	4.00	650			27.24	12.75		

Grupo de constantes (para muro tipo)

N.G	P vol (Kg/m ³)	Espesor cm	Muro tipo	f*m (Kg/cm ²)	Y* (Kg/cm ²)	Mampostería tipo
1	15	15	z		3.5	B (tabiques)

Tipo de muro N.T.C. sección 3.3

Reforzados con castillos y dalas

- a) Las K de los castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro
- b) Refuerzo transversal $< 1000s / f_y d_c$
- c) Separación máxima de castillos 4m o 3.5m (H) y existirá dala en todo extremo horizontal a una separación mayor a 3m
- d) $H / d < 30$ ----- $\beta_{00} / 15 = 20 < 30$ O.K.
- e) Se podrá incrementar la resistencia o la fuerza cortante cuando se coloque refuerzo horizontal en las juntas con las cuantías mínimas especificadas
R ----- φ O.K.
- f) Resistencia de diseño a compresión $f * m$
- g) Tabique de barro recocido $f * m > o = 15 \text{ cm}$
- h) Esfuerzo cortante de diseño
- i) Tabique de barro recocido $3.5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

Datos particulares de muro

Factor de reducción por excentricidad y esbeltez

Dado que cumple con el análisis de cargas verticales

0.7 = para muros interiores que soporten que no difieren en más de 50%

0.6 = para muros extremos o muros asimétricos

3.2 Análisis por carga vertical

Condiciones (N.T.C. INCISO 4.1.2.)

- a) Las deformaciones de los extremos están restringidas por el sistema de piso O.K.
- b) No hay excentricidad en la carga axial aplicada
- c) $H / d < 20$ $270 / 15 = 18 < 20$ O.K.

Por lo tanto el edificio cumple con las condiciones para poder determinar las cargas verticales con una bajada de cargas por áreas tributarias.. O.K.

3.3 Análisis y diseño de la cimentación

Descargas en la cimentación

$$P_u = 2834.3 \text{ Ton}$$

Área de planta = 27.4 m x 12.79 m

Área de la planta = 348.4 m²

$$\text{Sí } \sigma = P/A \qquad \sigma_{ACT} = 2834.3 \text{ TON} / 348.4 \text{ m}^2 = 7.4 \text{ TON} / \text{m}^2$$

3.4 Análisis y revisión de traveses de liga

Tomando el tramo sobre el eje A y entre los ejes (2,6) como el más desfavorable.

$Q_u = 7.4 \text{ TON} / \text{m}^2$ por lo tanto:

$$W = (A \times q_u \times 9) L$$

$$W = (9.4 \text{ m}^2 \times 7.4) / 4.575 \text{ m}$$

$$W = 15.2 \text{ Ton} / \text{m}$$

$$M = WL^2 / 12 = \frac{15.2 \text{ Ton} / \text{m}^2 \times 4.575}{12} = 26.52 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

$$V = WL / 2 = \frac{15.2 \text{ Ton} / \text{m} \times 4.575 \text{ m}}{2} = 34.77 \text{ Ton} / \text{m}^2$$

Diseño por flexión

Haciendo uso de las tablas para el diseño de traveses de concreto con un $f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

$$M L / b = 26.51 / 3 = 8.84 \text{ por lo tanto de tablas}$$

$$MR = 9.07 \rightarrow \text{As min}$$

$$\text{As min} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} \times b \times d = 7.41 \text{ m}^2$$

De tablas tenemos que:

$$VCR = (2.45 \times 3) = 7.35 \text{ ton}$$

$$Vu = 34.77 \text{ ton}$$

$$V = 27.42 \text{ ton por lo tanto usar } \phi \text{ 3/8 @ 15}$$

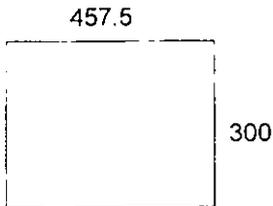
$$\Delta_{\max} = \frac{WL^3}{384EI} = \frac{(69540 \times 457.5^3)}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 2.5 \times 10^6} = 0.0033$$

$$\Delta_{\max} = (L / 240) + 0.5$$

$$\Delta = (457.5 / 240) + 0.5 = 2.4 \text{ m por lo tanto}$$

$$\Delta > \Delta_{\max} \quad \text{O.K.}$$

Revisión de la losa de cimentación



$$W = 7.54 \text{ ton /m}^2$$

Tomando un metro de "b" para un análisis

$$W = 7.54 \text{ t/m} \rightarrow dx = 0.263 ; dy = 0.737$$

$$W1 = W L^2 / 12 = (5.6 \times 3^2) / 12 = 4.2 \text{ t/m}$$

$$W2 = W L^2 / 12 = (5.6 \times 3)^2 / 24 = 2.1 \text{ t/m}$$

Considerando que es el armado con la carga mas critica

Tenemos que: varillas ϕ 3/8 @

Haciendo uso de las graficas para momentos resistentes de las ayudas de diseño (Ref. 3.1)

$$\frac{M_R}{bd^2} = (4.2 \times 10^5) / (100 \times 15^2) = 18.66 \rightarrow \text{de graficas}$$

De gráficas

$$\rho = 0.0055 , A_s = 0.0055 \times 100 \times 15 = 8.25 \text{ cm}^2$$

$$\frac{M_R}{bd^2} = (2.1 \times 10^5) / (100 \times 15^2) = 9.33 \text{ cm}^2 \quad \text{de graficas}$$

$$\rho = 0.0055 \rightarrow A_{smin} = \frac{0.7 \sqrt{f'c}}{f_y} bd = 3.9 \text{ cm}^2$$

por lo tanto

$$\phi 3/8 \text{ con una } S = \frac{0.7 \times 100}{3.9} = 18 \text{ cm}$$

por lo tanto tenemos que

varillas corridas $\phi 3/8 @ 18$

bastones $\phi 3/8 @ 18$ para el caso más crítico

Como

$$\frac{M}{Vd} = 4.2 \text{ t/m} / (8.4 \times 0.15) = 3.3 \gg 2.0$$

Y $\rho < 0.01$

$$V_{CR} = f_R b d (0.2 + 30\rho) \sqrt{f'_c}$$

$$V_{CR} = 0.8 \times 100 \times 15 (0.2 + 30(0.00559)) \sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 6194.25$$

$V_{CR} < V_u$ estaríamos un poco escasos por la situación mas crítica

Análisis y revisión de la losa de cimentación

$$W = 7.54 \text{ t/m}^2$$

$$H = 20 \text{ cm}$$

Revisión del peralte existente

Perímetro: se tomará el tablero mas desfavorable

$$\text{Per} = 1.25(457.5) + (2 \times 300) + 457.5 = 1629.24 \text{ cm}$$

$$\text{Per} = 1629.24 \text{ cm}$$

El peralte efectivo es de: $d = 1624.4 / 300 = 5.43 \text{ cm}$

$$\text{Si } V = 5\text{cm}$$

$$H = 11\text{cm}$$

Pero debido a que no se cumple con las siguientes restricciones:

$$\text{Tenemos que } fs \leq 2000 \text{ Kg /cm}^2 \quad \text{Y} \quad W \leq 380 \text{ kg / cm}^2$$

Tenemos que tomar el peralte efectivo como

$$\text{Si : } d' = d \times (0.034)^4 \sqrt[4]{fsw} \qquad fs = 0.6 (4200 \text{ Kg / m}^2) = 2520 \text{ kg/m}^2$$

$$= 5.43 \times (0.034)^4 \sqrt[4]{(2520 \times 7450)} \qquad fs = 2520 \text{ Kg / m}^2$$

$$d' = 12.2 \text{ cm} \quad \text{Si } V = 5\text{cm} \qquad W = 7540 \text{ Kg / m}^2$$

$$HT = 12.2 + 5 = 17.2 \text{ cm} < H = 20 \text{ existentes}$$

Conclusión

Con base en la sumatoria de CM + CVU de todos los niveles y utilizando un F_c igual con 1.4 se obtuvo un esfuerzo actuante en el suelo con el cual se procedió a realizar un análisis a los elementos constitutivos de la cimentación (losas y trabes) con el cual se puede corroborar que las características geométricas de dichos elementos están dentro de lo que requiere el edificio actualmente reestructurado.

Nota:

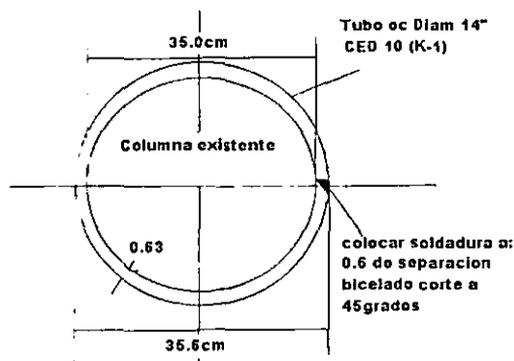
Debido a que no conocemos el armado de dichos elementos existentes daremos por supuesto que por lo menos se tiene o se cuenta con el armado mínimo por geometría del elemento.

Por otra parte y con base en lo anterior, complementamos diciendo que de acuerdo a la revisión anteriormente hecha de estos elementos; se requiere solo el armado mínimo de dichos elementos para la situación del edificio ya reestructurado.

Capítulo 4. Cálculo de elementos tipo que conforman la edificación

4.1 Análisis de columna tipo K-1

Se propone reforzar las columnas de planta baja por medio de un confinamiento, a base de un tubo de acero generando así una sección compuesta las dimensiones se definen a continuación en el croquis siguiente:



Se propone un tubo OC de $\varnothing 14''$ A-36

De acuerdo con el Manual AISC, LRFD se tiene:

Del Capítulo Uno, Miembros Compuestos. Sección I 2. Miembros a compresión

1. Limitaciones

Para calificar como una columna compuesta, se deberán cumplir las siguientes limitaciones:

- a) El área de la sección transversal de la sección de acero, debe de comprender por lo menos 4% por lo menos de la sección total compuesta

$$\begin{aligned}
 A_s &= 69.67 \text{ cm}^2 = 10.8 \text{ in}^2 \\
 A_{\text{total}} &= \pi \times 35.6^2 / 4 = 995.38 \text{ cm}^2 \\
 A_s / A_t &= 69.67 / 995.38 = 0.069 > 0.04 \quad \therefore \text{o.k.}
 \end{aligned}$$

- b) Este subíndice no es aplicable a esta columna ya que el concreto estará confinado por el tubo.
- c) El concreto debe tener un esfuerzo a compresión de f'_c especificado no menor de 3 Ksi (210 Kg/cm²) ni mayor que 8 Ksi (570 Kg/cm²) para concreto de peso normal y no menor que 4 Ksi (285 Kg/cm²) para concreto de peso ligero.

Se tiene $f'_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ (3.5 Ksi) $>$ 210 Kg / cm² (3 ksi) \therefore o.k.

- d) El esfuerzo de fluencia mínimo especificado del acero estructural y las varillas de refuerzo usando as en el cálculo de resistencia de la columna compuesta no debe exceder de 55 Ksi

El acero a usar en el tubo es A – 36 con $F_y = 36 \text{ ksi} < 55 \text{ ksi}$ \therefore o.k.

- e) El espesor mínimo de la pared del tubo relleno de concreto debe de ser igual a $b \square (F_y/3E)$ para cada cara de base "b" en secciones rectangulares y $D \square (F_y/8E)$ para secciones circulares de diámetro exterior " D "

$D = 35.6 \text{ cm} = 14.02 \text{ "}$

$t_{\min} = 14.02 \square 36 / 8 \times 29000 = 0.175 \text{ "} = 0.44 \text{ cm} < 0.63 \text{ cm}$ \therefore o.k.

Conclusión: La sección se puede considerar como sección compuesta.

2. Diseño

La resistencia de diseño de carga axial de columnas compuestas esta dado por $\phi_c P_n$ donde $\phi_c = 0.85$ y el esfuerzo de compresión axial P_n puede ser determinada de las fórmulas E2-1 a la E2-4 con las siguientes modificaciones:

- a) $A_s =$ área bruta de la sección de acero, in² (sustituyendo a A_g)

$r_m =$ radio de giro de la sección de acero, excepto para secciones tubulares que no deben tener menos de 0.3 el espesor de la sección transversal compuesta en el plano del giro (sustituye r)

- b) Sustituye F_y con el esfuerzo de fluencia F_{my} de la formula I2-1 y sustituye E con el modulo de elasticidad modificado E_m de I2-2

$$F_{my} = F_y + c_1 + F_{yr} (A_r / A_s) + c_2 f'_c (A_c / A_s) \quad (I2-1)$$

$$E_m = E + c_3 E_c (A_c / A_s) \quad (I2-1)$$

$$A_c = \pi (35.6 - 0.63 \times 2)^2 / 4 = 926.2 \text{ cm}^2 = 143.6 \text{ in}^2$$

A_r = área de refuerzo longitudinal (en este caso no se aplica)

$$A_s = 69.67 \text{ cm}^2 = 10.8 \text{ in}^2$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 29000 \text{ ksi}$$

$$E_c = w^{1.5} \sqrt{f'_c} = 144^{1.5} \sqrt{3.5} = 3233$$

w = peso unitario del concreto = 144 lb/cu ft

$$f'_c = 3.5 \text{ Ksi} = 250 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$F_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2 = 36 \text{ Ksi}$$

F_{yr} = esfuerzo mínimo de fluencia de acero longitudinal (en este caso no se aplica)

Coefficientes c_1 , c_2 y c_3 para secciones tubulares rellenas de concreto

$$c_1 = 1.0, c_2 = 0.85 \text{ y } c_3 = 0.4$$

Sustituyendo valores en las ecuaciones I2-1 y I2-2

$$F_{my} = 36 + c_1 F_{yr} (A_r / A_s) + 0.85 \times 3.5 (143.6 / 10.8) = 75.56 \text{ Ksi}$$

$$E_m = 29000 + 0.4 \times 3233 (143.6 / 10.8) = 46,194 \text{ ksi}$$

Del capítulo E. Columnas y otros miembros a compresión sección E₂

$$P_{u\text{Adm}} = \phi_c P_n$$

$$\phi_c = 0.85$$

$$P_n = A_g F_{cr} \quad (E2 - 1)$$

Para $\phi_c \leq 1.5$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y \quad (E2 - 2)$$

Para $\phi_c > 1.5$

$$F_{cr} = [0.877 / \phi_c^2] F_y \quad (E2 - 3)$$

Donde:

$$\lambda_c = (Kl / r_m) \sqrt{F_y / E} \quad (E2 - 4)$$

Para efectos de diseño y por sencillez tomare K = 1.2

$$l = 305 \text{ cm} = 120.01 \text{ in} \quad ; \quad r_m = 12.35 \text{ cm} = 4.86 \text{ in}$$

sustituyendo valores en la ec. E2 - 4

$$\lambda_c = [(1.2 \times 120.01) / (4.86 \times \pi)] \sqrt{75.56 / 46194} = 0.38 < 1.5$$

∴ se aplica la ecuación E2 - 2

$$F_{cr} = (0.658^{0.38^2}) 75.56 = 71.09$$

En la ecuación E2 – 1 se tiene

$$P_n = 10.8 \times 71.09 = 767.8 \text{ Kips}$$

$$P_{uADM} = 0.85 \times 767.8 = 652.7 \text{ kips} = 297 \text{ Ton}$$

$$P_{uACT} = 125.9 \text{ ton} < P_{uADM} \quad \therefore \text{ o.k.}$$

Conclusión:

Se acepta la sección OC Ø 14 " CED 10 relleno de concreto

4.2. Diseño de traves de concreto que reciben muro de carga en fachada

Localización; eje 1, tramo A – G

Densidad de cargas

Alberca; CM + CV = 1892 K / m²

Losa tipo; CM + CV = 712

Áreas

Alberca promedio c / Áreas = 3.00 m²

Losa tipo A – O = 5.13 m²

Losa tipo D – E y E – G = 4.0 m²

Muro = 6.32

$$P_D = 21.82 + 9.90 = 31.72 \text{ ton}$$

$$P_E = 14.13 + 27.5 = 41.80 \text{ ton}$$

Muro = 6.32

Diseño de trabe sobre eje 1

Cargas

Tramo A – D

Albercas = 3 x 1.89 = 5.67 / 2 reacciones = 2.83 ton

Losas tipo = 5.13 x 0.72 = (3.69 ton / 2 reacciones) 3 pisos = 5.54 ton

Reacciones =

2.83 ton

5.54 ton

8.37 ton

Tramo D – E y E – F

Albercas = $3 \times 1.89 = 5.67$ ton	5.67 ton
Losa tipo = $4 \times 0.72 = 2.88$ (2 reacciones) 3 pisos = 4.32 ton	<u>4.32 ton</u>
Reacciones =	7.15 ton

Reacciones en B.P.

$$P_D = \text{Reacción}_{A-D} + \text{Reacción}_{D-E} + \text{Peso muro} = 8.37 + 7.15 + 6.3 = 21.82 \text{ ton}$$

$$P_E = \text{Reacción}_{D-E} + \text{Reacción}_{E-F} = 7.15 + 7.15 = 14.30 \text{ ton}$$

$$D_1 = 1.72$$

Localización; eje 2 tramo A – G

$$P_D = 36.74 + 9.90 = 46.64 \text{ ton}$$

$$P_E = 31.82 + 27.54 = 59.36 \text{ ton}$$

Densidad de cargas

$$\text{Alberca CM + CV} = 1892 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Zona de pendiente alberca} = \text{CM} + \text{CV} = 892 + 170 = 1062 \text{ Kg / m}^2$$

$$\text{Losa tipo} = (\text{CM} + \text{CV}) + \text{carga muros} = 712 + 400 = 1112 \text{ Kg / m}^2$$

Áreas

Zona de pendiente albercas

Losa tipo $A-D = 8.64 \text{ m}^2$

Losa tipo $D-E$ y $E-G = 6.80 \text{ m}^2$

Área total que reacciona sobre el eje

Tramo $A-D = 12.15\text{m}$

Tramo $D-E$ y $E-G = 10.85$

Cargas

Tramo $A-D$

$$\text{Pendiente alberca} = 12.15 (1.06) / 2\text{reacciones} = 6.45 \text{ ton}$$

$$\text{Losa tipo} = (8.64 (1.11) / 2\text{reacciones}) 3\text{Pisos} = \underline{14.58 \text{ ton}}$$

$$\text{Total} = 20.83 \text{ ton}$$

Tramo D-E y E-G

Pendiente alberca = $8.64 (1.06) / 2$ reacciones =	4.59 ton
Losa tipo = $(6.80 (1.11) / 2$ reacciones) 3 muros =	<u>11.32 ton</u>
Total =	15.91 ton

4.3 Diseño de trabe secundaria, localización ; eje 3° tramo A – G

$P_D = 37.48$ ton

$P_E = 40.20$ ton

Densidad de cargas:

Zona de pendiente alberca = $CM + CV = 882 + 170 = 1062$ Kg / m²

Zona de restaurante = $CM + CV = 980$ Kg / m²

Losa tipo + carga muros = $712 + 400 = 1112$ Kg

PROM = 1021 Kg / m²

Áreas

Pendiente de alberca + restaurante; Tramo A-D = 850 y Tramo D-E = 8.75 m²,
Tramo E-G = 9.75 m²

Losa tipo = IDEM

Cargas

Tramo A-D

Alberca + restaurante = $8.50 (1.02) / 2$ REACCIONES =	4.33 ton
Losa tipo = $(8.50 (1.11) / 2$ REACCIONES) 3 pisos =	<u>14.15 ton</u>
Total =	18.48 ton

Tramo D-E = $8.75 (1.02) / 2$ REACCIONES =	4.46 ton
Losa tipo = $(8.75 (1.11) / 2$ REACCIONES) 3 pisos =	<u>14.56 ton</u>
Total =	19.00 ton

Tramo $E-G = 9.75 (1.02) / 2$ REACCIONES =	4.97 ton
Losa tipo = (9.75 (1.11) / 2 REACCIONES) 3 pisos =	<u>16.23 ton</u>
Total =	21.20 ton

4.4 Revisión de trabe que recibe muro en Planta Baja

Localización = Eje D Tramo 1 – 2 P. B.

Cargas

$$CM + CV_{alberca} = 2050 \text{ Kg / m}^2$$

$$CM + CV_{restaurante} = 980 \text{ Kg / m}^2$$

$$CM + CM_{nivel tipo} = 650 \text{ Kg / m}^2$$

$$C_{MURO} = 250 \text{ Kg / m}^2$$

Areas

$$Alberca = 2 \times 4 = 8 \text{ m}^2$$

$$Restaurante (losacero) = 3.50 \times 4 = 14 \text{ m}^2$$

$$\text{Nivel tipo} = ((3.28 \times 1.64) / 2) 2 \text{ losas} = 5.4 \text{ m}^2$$

Cargas

Alberca = 8 (2050) =	16400 Kg
Restaurante = 14 (580) / 2 reacciones =	6860 Kg
Mochetas = ((1 x 4) 250) =	1000 Kg
Losa tipo = (5.4 x 712) 4 losas =	15379 Kg
Muros = ((2.7 x 3.28) 250) 4 muros =	<u>8856 Kg</u>
Total =	48495 Kg

Elemento Mecánico

$$M_{CL} = (48.49 \times 3.28) / 8 = 19.8 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_U = 19.88 (1.4) = 27.8 \text{ ton} - \text{m}$$

$$V = 19.8 / 2 = 9.90 \text{ ton}$$

$$V_U = 9.9 (1.4) = 13.86 \text{ ton}$$

Revisión de trabe de concreto que recibe muro de rigidez

Acero existente

De las calas realizadas para revisar acero existente.

Sección 15 x 70

$f_c = 250 \text{ Kg} / \text{cm}^2$	$4 \phi 1/2''$	lecho inferior
$f_y = 4200$	EST $\phi 1/4''$	@ 40 cm

Revisión

Constantes p / ayudas

Sección 20 x 70	$2 \phi 1/2$
-----------------	--------------

$$f_c = 250 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$M / b = 19.3 / 2 = 9.65 \quad \zeta = 0.0106 \quad \text{y} \quad M_R = 11.20$$

$2 \phi 1/2$	$M_R = 3.97$
--------------	--------------

$2 \phi 1/2$	$M_R = 3.97$
--------------	--------------

$$M_U = \overline{9.64}$$

A_s ESCASEZ

$$A_{s \text{ REQ}} = 18.38 \text{ cm}^2$$

$$\% \text{ ESCASEZ} = [(7.94 / 18.32) - 1] - 100 = 56 \%$$

Revisión de trabe de concreto que recibe muro de rigidez

Acero de refuerzo

Sección: 20x 70

Constantes para ayudas de diseño: $f_c = 250 \text{ Kg / cm}^2$
 $f_y = 2400$

$$M / b = 19.3 / 2 = 9.65 \quad \zeta = 0.0106 \quad \text{y} \quad M_R = 11.20$$

Acero longitudinal:

Bastones

$$A_s = 0.0026 (20 \times 70) = 3.64 \text{ cm}^2$$

$$2 \phi \ 5/8 \ " \quad MR = 6.02$$

$$2 \phi \ 5/8 \ = \quad 3.98 \text{ cm}^2$$

$$6 \phi \ 5/8 \ " \quad MR = 18.06$$

$$2 \phi \ 1/2 \ = \quad 2.54 \text{ cm}^2$$

$$2 \phi \ 1/2 \ " \quad MR = 3.97$$

$$6.52 \text{ cm}^2 \therefore 3.64 \text{ cm}^2 \therefore \text{ok.}$$

$$M_{TR} = 28.05 \text{ ton} > 27 \text{ ton} \therefore \text{ok.}$$

Estribos

$$V_{CR} = 2.16 \text{ ton (de ayudas)} \times 2 = 4.52 \text{ ton}$$

$$V = 13.52 - 4.52 = 9.20 \text{ ton} \quad \phi \ 3/8 \ @ \ 18$$

$$V = 12.6 > 9.2 \therefore \text{ok.}$$

Diseño de trabe que recibe muro

Localización; eje E tramo 1 – 3

1) Cargas

Alberca	8 (2050) =	16400
Restaurante	=	6860
Mochetas	=	1000
Losa tipo	[7.22 (7129) 4 losas =	20562
Muros	[(2.7 x 3.80) 250] 4 losas =	10260
Total	=	<u>55082</u>

2) Elementos mecánicos

$$M_{CL} = (55.08 \times 3.80) / 8 = 26.16 \text{ t-m}$$

$$M_u = 26.16 \times 1.4 = 36.62$$

$$V = 55.08 / 2 = 27.54$$

$$V_u = 27.54 (1.4) = 38.55$$

3) Acero existente

De calas por I experimental

Sección

20 x 70

$$f_c = 250 \text{ kg / cm}^2$$

refuerzo existente

$$2 \phi \ 1/2''$$

o

$$4 \phi \ 5/8''$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg / cm}^2$$

4) Revisión de refuerzo

Sección 20 x 70

$$M / \text{base} = 26.16 / 2 = 13.08$$

$$\zeta = 0.00126$$

Ayudas

$$F_c = 1.4$$

$$M_R = 12.93 \cong 13.08 \quad \therefore \text{ok.}$$

$$2 \phi \ 1 / 2 "$$

$$M_R = 3.86$$

$$2 \phi \ 5 / 8 "$$

$$M_R = 6.02$$

$$2 \phi \ 5 / 8 "$$

$$M_R = 6.02$$

$$\underline{M_{TOT} = 15.90}$$

5) Escasez de acero

$$A_{s \text{ REQ}} = 37.82 \text{ cm}^2$$

$$\% \text{ ESC} = [(15.90 / 37.82) - 1] = 57 \%$$

Capítulo 5. Revisión de la red hidráulica y propuesta de reposición

5.1 Sistemas de abastecimiento de agua fría

Mueble (o aparato) sanitario más desfavorable de la instalación

Se define como mueble o aparato más desfavorable a aquel que con respecto al punto que demanda la mayor presión para funcionar satisfactoriamente.

Sistemas de abastecimiento de agua fría

- A) Sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución.
- B) Sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.
- C) Sistema de abastecimiento con bombeo con depósito elevado.
- D) Sistema de abastecimiento con equipo de presión independiente.

Si el suministro en la red pública es continuo las 24 horas del día, puede optarse por el sistema de abastecimiento directo a la red interior de distribución, siempre y cuando la presión del agua en la red pública de abastecimiento sea de cuando menos 1 kg/cm^2 y con esto pueda contarse con una presión mínima de 0.3 kg/cm^2 en el mueble o aparato más desfavorable del edificio.

Si el suministro no es continuo y la presión en la red pública es de cuando menos 1 kg/cm^2 y con esto se logra contar con una presión de 0.3 kg/cm^2 en la válvula del flotador del tinaco, entonces puede optarse por un sistema de abastecimiento directo a depósito elevado.

El sistema de abastecimiento con bombeo a depósito elevado se recomienda en conjuntos habitacionales en edificios de cinco niveles o más y en aquellos ubicados en zonas cuya red pública de abastecimiento de agua tenga una presión inferior a 1 kg/cm^2 .

Por último, si la presión no es suficiente por la pérdida que se pueda dar en la instalación del edificio, será necesario abastecerlo mediante un equipo de presión independiente compuesto por los siguientes elementos:

Cisterna	Bombas
Tanque hidroneumático	Válvulas de control
By – pass	

5.2 Métodos para el cálculo del gasto máximo instantáneo

Gasto máximo instantáneo

El proyecto de la instalación, debe cumplir los siguientes objetivos:

1. Dotar de agua potable.
2. En forma continua.
3. En cantidad suficiente, y
4. Con la presión adecuada.

Se entiende por gasto máximo instantáneo el mayor gasto que pueda demandarse en cualquier sección de una instalación en cualquier momento del día.

Métodos para el calculo del gasto máximo instantáneo

Se han desarrollado varios métodos para determinar el gasto máximo instantáneo de las diferentes partes de un sistema de distribución de agua de un edificio, de los cuales pueden agruparse de la siguiente manera:

- Métodos empíricos
- Métodos probabilísticas
- Método de la raíz cuadrada

Métodos empíricos para el calculo del gasto máximo instantáneo.

En estos métodos se aplican criterios basados en el juicio y la experiencia con respecto al numero de muebles que deben considerarse en operación simultanea. La aplicación de cualquiera de los métodos denominados empíricos se recomienda en caso de instalación con pocos muebles y aparatos sanitarios.

Método Francés.

El coeficiente de simultaneidad depende directamente del numero de muebles y aparatos sanitarios en funcionamiento y del tipo de uso del edificio. La norma francesa N.P.41204 establece que el coeficiente de simultaneidad puede aproximarse en función del numero de llaves, con la siguiente expresión:

$$K = 1 / \sqrt{n - 1}$$

En donde n es igual al numero de llaves de la instalación, para $n > 1$.

El gasto máximo instantáneo, representado por Q_{mi} se considera que es la suma de todos los consumos por aparato, multiplicados por el coeficiente de simultaneidad:

$$Q = \sum q \times k$$

El consumo por aparato que ha sido determinado por una serie de ensayos prácticos, los cuales han dado los valores promedio que se anotan en el cuadro 5.1

Cuadro 5.1 Valores del consumo o gasto unitario de los muebles y aparatos sanitarios

MUEBLE O APARATO SANITARIO	GASTO l/S
Bebedero	0.05
Lavabo	0.10
Regadera	0.20
Bidé	0.10
Tina de baño completa	0.30
Tina de baño media	0.20
Inodoro de tanque	0.10
Fluxómetro	2.00
Urinario de lavado continuo	0.05
Urinario de tanque	0.10
Fregadero de vivienda	0.15
Fregadero de restaurante	0.30
Lavadero	0.10
Vertedero	0.20
Placa turca	0.10
Lavavajillas	0.20
Lavadora automática	0.20
Llave aislada	0.15
Llave de garage	0.30
Boca de riego de 30mm de diámetro	1.00
Hidrante diámetro 1 pulgada	0.60
Hidrante diámetro 2 pulgadas	3.00
Hidrante diámetro 3 pulgadas	12.00

Método Británico

Un grupo de proyectistas expertos en instalaciones elaboraron una tabla de "probable demanda simultanea" correspondiente a diferentes gastos potenciales (cuadro 5.3).

Cuadro 5.3 Probable demanda simultanea correspondiente a diferentes gastos potenciales

Σq en (l/s)	Q_{mi} (l/s)	Σq en (l/s)	Q_{mi} (l/s)
(1)	(2)	(1)	(2)
Hasta 0.76	100% del máximo posible	5.11	2.33
0.88	0.82	5.30	2.46
1.01	0.91	6.75	2.65
1.14	1.01	7.78	2.84
1.26	1.10	8.96	3.03
1.45	1.20	10.29	3.28
1.64	1.29	11.86	3.53
1.89	1.42	13.63	3.85
2.21	1.51	15.65	4.10
2.52	1.64	18.05	4.48
2.90	1.77	20.76	4.86
3.34	1.89	23.85	5.36
3.85	2.02	27.45	5.98
4.48	2.15	31.56	6.56
		Arriba de 500	20% del máximo posible

Para una instalación en particular, se suman las demandas de todos los muebles y aparatos sanitarios servidos por la tubería objeto del cálculo, utilizando para ello los gastos unitarios del cuadro 5.1. Con el valor obtenido se entra en la columna (1) de la tabla del cuadro 5.2, leyendo en la columna (2) la probable demanda simultanea máxima y con este valor, correspondiente al gasto máximo instantáneo (Q_{mi}), se diseña la tubería

Método Americano

Lewis H. Kessler preparo dos tablas con los porcentajes de simultaneidad, una para el diseño de derivaciones (cuadro 5.5) y otra para el diseño de columnas y distribuciones (cuadro 5.6).

El gasto máximo instantáneo en una derivación, representado por Q_{mi} , se considera que es la suma de todos los consumos por aparato, multiplicados por el coeficiente de simultaneidad k correspondiente, obtenido en el cuadro 5.5:

$$Q_{mi} = \sum q \times k$$

El consumo por aparato "q" se obtiene del cuadro 5.1.

Establecido el gasto de cada una de las derivaciones, o sea de cada grupo tipo de aparatos, el gasto de las columnas y el de los distribuidores se puede calcular de modo muy aproximado asumiendo que cada tramo de columna o de distribuidor, tendrá un gasto igual a la suma de los gastos de las derivaciones (o grupos servidos), multiplicado por el porcentaje de simultaneidad del cuadro 5.6.

Desde luego que ningún tramo de columna o de distribuidor puede tener un gasto inferior a la suma de los gastos de las derivaciones servidas.

Es importante hacer notar que si a lo largo del trazo de la columna o del distribuidor existiera un solo aparato o un grupo de aparatos distintos del "tipo" sobre el cual se ha basado el cálculo del gasto de las derivaciones, será necesario tener en consideración la proporción de la relación entre el gasto de este aparato individual o de este nuevo grupo, y el gasto del "grupo tipo".

Cuadro 5.5 Gastos en las derivaciones para muebles o aparato de uso público

NUMERO DE MUEBLES O APARATOS	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25	30	35	40
Tipo de Mueble o aparato	Porcentaje a considerar de la suma de los gastos de los muebles												
Lavabos	100	100	75	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50
WC con deposito	100	67	50	40	37	37	30	30	30	30	30	30	30
WC con fluxómetro	50	33	30	25	25	25	20	20	20	16	15	15	15
Urinarios	100	67	50	40	37	37	30	27	25	24	23	20	20
Regaderas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Cuadro 5.6. Porcentaje a considerar en tramos de columnas o distribuidores
Porcentaje de simultaneidad**

Grupos de aparatos servidos	WC con deposito	WC con fluxómetro
1	100	100
2	90	80
3	85	65
4	80	55
5	75	50
6	70	44
8	64	35
10	55	27
20	50	20
30	43	14
40	38	10
50	35	9
75	33	8
100	32	7
150	31	5
200	30	4
500	27	3
1000	25	2

Método de Hunter.

Hunter definió como "servicio satisfactorio" a aquel en el que las interrupciones del servicio debido a factores controlados como el diámetro y disposición de las tuberías no es frecuentemente y es de suficientemente corta duración como para no ocasionar inconvenientes en el uso de los accesorios o una condición de insalubridad en la instalación.

Se asumirá que el sistema brindara servicio satisfactorio. O estará "adecuadamente diseñado", si las tuberías en el sistema se han dimensionado de manera que abastezca satisfactoriamente el gasto demandado para una cantidad "r" de un total de "n" accesorios del edificio de modo tal que no mas de "r" accesorios serán probablemente encontrados en uso simultaneo mas de 1% del tiempo.

El proyectista no deberá permitir la instalación de una tubería para el uso de solo un acceso principal a un tiempo. Debe insistirse en una tubería para uso promedio adecuado, de manera que varios accesorios puedan usarse simultáneamente. Se considerara que el sistema opera satisfactoriamente si esta diseñado de tal forma que suministre adecuadamente la demanda simultanea para un numero "m" de los "n" muebles que integran el sistema de manera que los "m" muebles no se encontraran en operación simultanea en mas de 1% del tiempo.

**Cuadro 5.14. Alimentaciones.
Equivalencia de los muebles en unidades de gasto.**

Mueble o aparato	Tipo de servicio	Tipo de control	Unidad mueble
Inodoro	Publico	Tanque	5
Inodoro	Publico	Fluxómetro	10
Fregadero	Hotel restaurante	Llave	4
Lavabo	Publico	Llave	2
Migitorio de pared	Publico	Tanque	3
Migitorio de pared	Publico	Fluxómetro	5
Regadera	Publico	Mezcladora	4
Tina de baño	Publico	Llave	4
Vertedero	Oficina	Llave	3
Cuarto de baño	Privado	WC tanque	6
Cuarto de baño	Privado	WC fluxómetro	8
Inodoro	Privado	Tanque	3
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Fregadero	Privado	Llave	2
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Llave de jardín			
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina de baño	Privado	Llaves	2
Lavadora	privado	llaves	3

Método alemán de la raíz cuadrada

El método alemán de la raíz cuadrada toma como unidad de flujo la descarga de una llave de 9.5 mm de diámetro nominal, y se le asigna un factor de carga igual a uno al gasto correspondiente.

La llave de 9.5 mm corresponde a un lavabo de uso privado, y es la de menor diámetro comercial existente. Para cualquier otro mueble o aparato sanitario que tenga un gasto diferente, debe establecerse un factor de carga. Después de multiplicar el factor de carga de cada mueble o aparato del edificio, por la cantidad de muebles o aparatos de ese tipo de existentes servidos por la línea en cuestión, los productos se suman y se obtiene la raíz cuadrada de esa suma. El resultado se multiplica por el gasto de la llave de 9.5 mm de diámetro comercial para obtener el gasto máximo instantáneo de la tubería objeto de calculo.

Para tuberías que sirven solo a una parte de los aparatos del edificio, solo se tomara en cuenta a aquellos que son servidos por la tubería en cuestión. El criterio de obtener la raíz cuadrada permite considerar de manera arbitraria el hecho de que todos los muebles y aparatos sanitarios están en uso simultaneo.

$$Q_{mi} = q \sqrt{f_1 n_1 + f_2 n_2 + \dots + f_i n_i}$$

OBTENCIÓN DEL GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO

METODO FRANCES

TRAMO	MUEBLE	CONSUMO	No DE LLAVES	CFTE K	Qmi
I	REGADERA	0.2	3	0.7	0.28
	WC	0.1			
	LAVABO	0.1			
II	REGADERA	0.2	6	0.44	0.35
	WC	0.1			
	LAVABO	0.1			
III	REGADERA	0.2	9	0.35	0.42
	WC	0.1			
	LAVABO	0.1			
IV	REGADERA	0.2	13	0.28	0.47
	WC	0.1			
	LAVABO	0.1			
	TINA	0.3			
V	WC	0.1	3	0.7	0.28
	REGADERA	0.2			
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1	6	0.44	0.35
	REGADERA	0.2			
	LAVABO	0.1			
VI	TINA	0.3	9	0.35	0.45
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2			
VII	TINA	0.3	12	0.3	0.51
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2			
VIII	TINA	0.3	15	0.26	0.57
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2			
	COLUMNAS				
I	TINA	0.3	27	0.19	0.74
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2			
II	TINA	0.3	54	0.13	1.01
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2			

III	TINA	0.3			
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2	81	0.11	1.28
IV	TINA	0.3			
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2	108	0.09	1.4
V	TINA	0.3			
	LAVABO	0.1			
	WC	0.1			
	REGADERA	0.2	135	0.08	1.56

METODO BRITANICO

TRAMOS	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	CONSUMO POR APARATO	ΣQ	Qmi
I	REGADERA	1	0.2		
	WC	1	0.1		
	LAVABO	1	0.1	0.4	0.4
II	REGADERA	2	0.2		
	WC	2	0.1		
	LAVABO	2	0.1	0.8	0.8
III	REGADERA	3	0.2		
	WC	3	0.1		
	LAVABO	3	0.1	1.2	1.055
IV	REGADERA	3	0.2		
	WC	4	0.1		
	LAVABO	4	0.1		
	TINA	1	0.3	1.7	1.321
V	WC	1	0.1		
	REGADERA	1	0.2		
	LAVABO	1	0.1	0.5	0.5
VI	WC	2	0.1		
	REGADERA	2	0.2		
	LAVABO	2	0.1	0.8	0.8
	TINA	1	0.3		
VII	WC	3	0.1		
	LAVABO	3	0.1		
	REGADERA	2	0.2	1.3	1.127
VIII	REGADERA	3	0.2		
	WC	4	0.1		
	LAVABO	4	0.1		
	TINA	1	0.3	1.7	1.321

IX	TINA	2	0.3		
	WC	5	0.1		
	LAVABO	5	0.1		
	REGADERA	3	0.2	2.2	1.507
COLUMNAS					
I	TINA	3	0.3		
	REGADERA	6	0.2		
	LAVABO	9	0.1		
	WC	9	0.1	3.9	2.03
II	TINA	6	0.3		
	REGADERA	12	0.2		
	LAVABO	18	0.1		
	WC	18	0.1	7.8	2.846
III	TINA	9	0.3		
	REGADERA	18	0.2		
	LAVABO	27	0.1		
	WC	27	0.1	11.7	3.5
IV	TINA	12	0.3		
	REGADERA	24	0.2		
	LAVABO	36	0.1		
	WC	36	0.1	15.6	4.09
V	TINA	15	0.3		
	REGADERA	30	0.2		
	LAVABO	45	0.1		
	WC	45	0.1	19.5	4.68

METODO DE HUNTER

TRAMO	MUEBLE O APARATO	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL U. M.	Qm ^l
I	REGADERA	1	4		
	WC	1	5		
	LAVABO	1	2	11	0.6
II	REGADERA	2	4		
	WC	2	5		
	LAVABO	2	2	22	0.75
III	REGADERA	3	4		
	WC	3	5		
	LAVABO	3	2	33	1.33
IV	REGADERA	3	4		
	WC	4	5		
	LAVABO	4	2		
	TINA	1	4	44	1.63
V	WC	1	5		
	REGADERA	1	4		
	LAVABO	1	2	11	0.6

Capítulo 5. Revisión de la red hidráulica y propuesta de reposición

VI	WC	2	5	22	0.75
	REGADERA	2	4		
	LAVABO	2	2		
VII	WC	3	5	33	1.33
	REGADERA	2	4		
	LAVABO	3	2		
	TINA	1	4		
VIII	WC	4	5	44	1.63
	REGADERA	3	4		
	LAVABO	4	2		
	TINA	1	4		
IX	WC	5	5	55	1.94
	REGADERA	3	4		
	LAVABO	5	2		
	TINA	2	4		
COLUMNAS I	WC	9	5	99	2.76
	REGADERA	6	4		
	LAVABO	9	2		
	TINA	3	4		
II	WC	18	5	198	4.13
	REGADERA	12	4		
	LAVABO	18	2		
	TINA	6	4		
III	WC	27	5	297	5.31
	REGADERA	18	4		
	LAVABO	27	2		
	TINA	9	4		
IV	WC	36	5	396	6.57
	REGADERA	24	4		
	LAVABO	36	2		
	TINA	12	4		
V	WC	45	5	495	7.78
	REGADERA	30	4		
	LAVABO	45	2		
	TINA	15	4		

METODO ALEMAN DE LA RAIZ CUADRADA

TRAMO	MUEBLE O APARATO	CANTIDAD	DIAMETRO DE ALIMENTACION	FACTOR DE CARGA	Qmi
I	REGADERA	1	13	3.51	1.77
	WC	1	9.5	1	2.22
	LAVABO	1	9.5	1	2.6

II	REGADERA	2	13	3.51	2.51
	WC	2	9.5	1	2.35
	LAVABO	2	9.5	1	3.15
III	REGADERA	3	13	3.51	3.08
	WC	3	9.5	1	3.49
	LAVABO	3	9.5	1	3.86
IV	REGADERA	3	13	3.51	3.08
	WC	4	9.5	1	3.49
	LAVABO	4	9.5	1	3.86
	TINA	1	13	3.5	3.86
V	WC	1	9.5	1	0.95
	REGADERA	1	13	3.51	2.01
	LAVABO	1	9.5	1	2.22
VI	WC	2	9.5	1	1.34
	REGADERA	2	13	3.51	2.85
	LAVABO	2	9.5	1	3.15
VII	WC	3	9.5	1	1.64
	REGADERA	2	13	3.51	3
	LAVABO	3	9.5	1	3.42
	TINA	1	13	3.51	3.86
VIII	WC	4	9.5	1	1.9
	REGADERA	3	13	3.51	3.62
	LAVABO	4	9.5	1	4.08
	TINA	1	13	3.51	4.45
IX	WC	5	9.5	1	2.12
	REGADERA	3	13	3.51	3.74
	LAVABO	5	9.5	1	4.3
	TINA	2	13	3.51	4.98
COLUMNAS I	WC	9	9.5	1	2.7
	REGADERA	6	13	3.51	5.2
	LAVABO	9	9.5	1	5.93
	TINA	3	13	3.51	6.68
II	WC	18	9.5	1	4.03
	REGADERA	12	13	3.51	7.35
	LAVABO	18	9.5	1	8.39
	TINA	6	13	3.51	9.45
III	WC	27	9.5	1	4.93
	REGADERA	18	13	3.51	9.02
	LAVABO	27	9.5	1	10.28
	TINA	9	13	3.51	11.58
IV	WC	36	9.5	1	5.7
	REGADERA	24	13	3.51	10.41
	LAVABO	36	9.5	1	11.87
	TINA	12	13	3.51	13.37

V	WC	45	9.5	1	6.37
	REGADERA	30	13	3.51	11.64
	LAVABO	45	9.5	1	13.27
	TINA	15	13	3.51	14.95

CALCULO DEL DIAMETRO TEORICO POR EL METODO FRANCES DEL INMUEBLE

TRAMO	Q_{ml} (l/s)	DIAMETRO TEORICO (mm)
DERIV.		
I	0.28	18.85
II	0.35	21.11
III	0.42	23.12
IV	0.47	24.46
V	0.28	18.88
VI	0.35	21.11
VII	0.45	23.92
VIII	0.51	25.48
IX	0.57	26.93
COLUMNAS		
I	0.74	30.69
II	1.01	35.58
III	1.28	40.37
IV	1.4	42.22
V	1.56	44.56

**SELECCIÓN DE LOS DIAMETROS
COMERCIALES DE CADA TRAMO**

TRAMO	DIAMETRO NOMINAL (mm)	COMERCIAL INTERIOR (mm)
DERIV.		
I	19	20.6
II	25	26.8
III	25	26.8
IV	25	26.8
V	19	20.6
VI	25	26.8
VII	25	26.8
VIII	25	26.8
IX	32	32.8
COLUMNAS		
I	32	32.8
II	38	38.78
III	51	51.3
IV	51	51.3
V	51	51.3

TRAMO	Q _{mi} (l/s)	DIÁMETRO TEORICO (mm)	DIAMETRO NOMINAL (mm)	COMERCIAL INTERIOR (mm)
DERIV.				
I	0.28	18.85	19	20.6
II	0.35	21.11	25	26.8
III	0.42	23.12	25	26.8
IV	0.47	24.46	25	26.8
V	0.28	18.88	19	20.6
VI	0.35	21.11	25	26.8
VII	0.45	23.92	25	26.8
VIII	0.51	25.48	25	26.8
IX	0.57	26.93	32	32.8
COLUMNAS				
I	0.74	30.69	32	32.8
II	1.01	35.58	38	38.78
III	1.28	40.37	51	51.3
IV	1.4	42.22	51	51.3
V	1.56	44.56	51	51.3

**Instalación hidráulica
Habitación No. 1**

Cantidad	Pieza	Diámetro
5	codo cobre	19x90
14	codo cobre	13x90
3	tee de cobre	14
8	tee de cobre	13
4	reducciones	19x13
2	conexión c/e	19
2	conexión c/e	13
6	tapón capa cobre	

**Instalación hidráulica
Habitaciones No. 2 y 3**

Cantidad	Pieza	Diámetro
28	codo cobre	13x90
7	tee cobre	14
7	tee cobre	13
7	reducción cobre	19x13
2	valv. comp. rosc	19
4	conector c/e	19
10	tapón capa cobre	13

**Instalación hidráulica
Habitación No. 4**

Cantidad	Pieza	Diámetro
16	codo cobre	13x90
2	tee cobre	14
8	tee cobre	13
3	reducción cobre	19x13
1	valv comp rosc	19
1	valv comp rosc	13
2	conector c/e	19
2	conector c/e	13
5	tapón capa c	13

**Instalación hidráulica
Habitación No. 5**

Cantidad	Pieza	Diámetro
18	Codo cobre	13x90
2	tee cobre	14
8	tee cobre	13
2	reducción cobre	19x13
1	valv comb rosc	19
1	valv comb rosc	13
2	conector c/e	19
2	conector c/e	13
5	tapón tapa cobre	13

**Instalación hidráulica
Habitación no. 6**

Cantidad	Pieza	Diámetro
3	codo cobre	19x90
20	codo cobre	13x90
2	tee cobre	14
8	tee cobre	13
2	reducción cobre	19x13
1	valv comp rosc	19
1	valv comp rosc	13
2	conector c/e	19
2	conector c/e	13
3	tapon tapa cobre	13

**Instalación hidráulica
Habitación No. 7**

Cantidad	Pieza	Diámetro
2	codo cobre	19x90
9	codo cobre	13x90
2	tee cobre	14
2	tee cobre	13
1	valv comp rosc	19
1	valv comp rosc	13
2	conector c/e	19
2	conector c/e	13
5	tapón tapa cobre	5

**Instalación hidráulica
Habitación No. 8**

Cantidad	Pieza	Diámetro
6	codo cobre	19x90
18	codo cobre	13x90
2	tee cobre	14
7	tee cobre	13
1	valv comp ros	19
1	valv comp ros	13
5	Tapón tapa cobre	13
3	reducción cobre	19x13

**Instalación hidráulica
Habitación No. 9**

Cantidad	Pieza	Diámetro
6	codo cobre	19x90
18	codo cobre	13x90
2	tee cobre	14
7	tee cobre	13
3	reducc com co	19x13
1	valv comp ros	19
1	valv comp ros	13
5	tapón tapa cobre	13

Instalación hidráulica de pasillos

Cantidad	Pieza	Diámetro
1	codo cobre	38x90
4	codo cobre	32x90
11	codo cobre	19x90
1	tee cobre	38x90
5	tee cobre	32
9	tee cobre	25
5	tee cobre	19
2	valv cuadro	13
2	Tuerca union cob	13
2	check horiz	13
4	conect.c/e	13
2	reducc.cobre	38x32
7	reducc.cobre	32x25
10	reducc.cobre	25x19
4	reducc.cobre	19x13

5.3 Sistema de abastecimiento con bombeo.

Características constructivas

La ubicación de la cisterna en el predio deberá ser la más cercana posible a los equipos de bombeo. Debe evitarse el contacto de la cisterna con las aguas freáticas y mantener una separación no menor de tres metros con respecto a tanques sépticos o tuberías de aguas residuales que no sean impermeables. En caso de que se asegure que el material de la tubería de drenaje será totalmente impermeable, la separación puede reducirse hasta 1.0 m como máximo.

En el sitio dispuesto para las tuberías de succión, debe preverse la construcción de un cárcamo para darla sumergencia adecuada a las tuberías. El piso de la cisterna deberá tener una pendiente del 1% contraria al cárcamo de succión, para la recolección de sedimentos.

La alimentación de agua a la cisterna debe ubicarse en el lado opuesto a la zona dispuesta para la succión. En el lugar más cercano a la válvula de flotador de la tubería de llenado debe considerarse la construcción de un registro. También en el sitio destinado para las tuberías de succión y para la instalación de electrodos para el control de niveles alto y bajo, deberá considerarse la construcción de un registro y de una escalera marina adosada al muro. Se recomienda que dicha escalera sea de aluminio (figura 5.1).

Entre el nivel de agua máximo y la losa de la cisterna, deberá preverse un " colchón de aire " de 0.40 m de altura, que sirve para alojar el flotador (figura 5.1.

La profundidad del piso de la cisterna debe tomar en cuenta el tirante útil, el correspondiente al almacenamiento de agua para el control de incendios en caso de requerirse, y el colchón de aire. La profundidad de la cisterna está relacionada con la altura máxima de succión " de la bomba, la cual depende de la altura con respecto al nivel del mar a al cual se encuentra la instalación.

La altura máxima de succión esta definida por la siguiente ecuación:

$$h_{suc} = P_{atm} - CNP_{Sr} - P_v - \Sigma h_{fs}$$

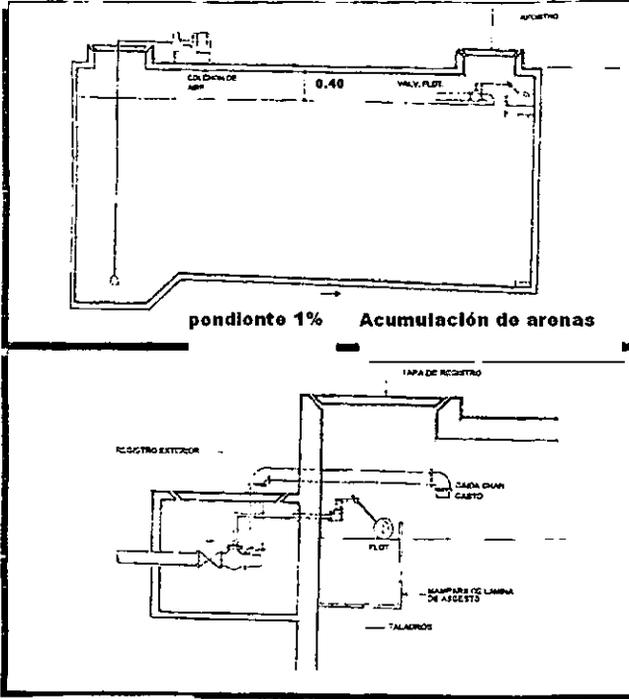


Figura 5.1 Características constructivas de una sistema.

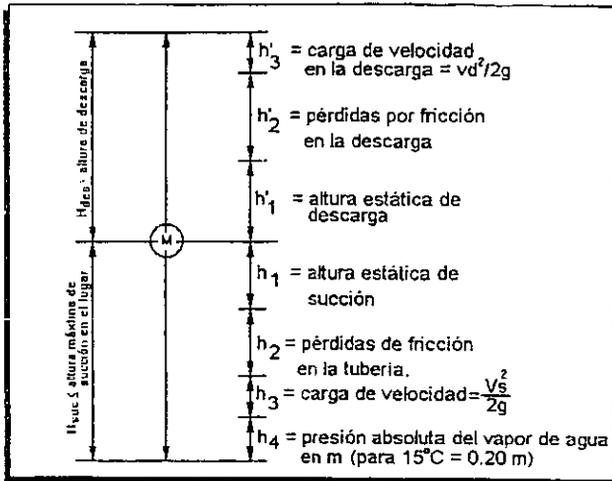


Figura 5.2

donde:

- h_{suc} es la altura máxima de succión y, por lo tanto, la distancia vertical máxima entre el eje de la bomba y el piso de la cisterna, en metros.
- P_{atm} es la presión atmosférica en el sitio del proyecto, en metros de columna de agua.
- CNP_{Sr} es la carga neta positiva de succión requerida por la bomba, en metros, se define como la presión requerida para establecer un flujo a través de un elemento de succión al ojo, del impulsor o carcasa de una bomba, cuyo valor nunca deberá reducirse al correspondiente a la presión de vapor del líquido manejado, que necesita una bomba para determinar a determinada capacidad. Su valor es un dato proporcionado por los fabricantes y se puede encontrar en catálogos referida al eje del impulsor.
- P_v es la presión de vapor del agua a la temperatura considerada, expresada en metros. Para 15° C es de 0.20 m.
- Σh_{fs} es la suma de las pérdidas de carga debidas a la fricción en la tubería de Succión y la correspondiente a válvulas y conexiones, en metros.

Se recomienda dividir las cisternas en celdas con la finalidad de efectuar su lavado sin interrumpir el servicio (figura 5.3) En este caso el proyectista deberá considerar la forma de disponer la situación para operar inclusive cuando sólo una celda este en servicio, así como la interconexión de las celdas y su aislamiento sin que se interrumpa el servicio. En la pared que divide a la cisterna en dos celdas deben preverse pasos de aire de 76 mm de diámetro.

Capacidad de almacenamiento para servicios.

La capacidad de cada celda será igual al 50 % del volumen de almacenamiento para uso normal mas de 100 % del volumen calculado para el control de incendios.

El uso normal al que se refiere el párrafo anterior debe calcularse de acuerdo a lo dispuesto por el Art. 150 de Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual establece que los conjunto habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones en zonas en cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a 10 m de columna de agua, deberán contar con cisternas y depósitos elevados cuya capacidad conjunta sea igual a dos veces la demanda diaria.

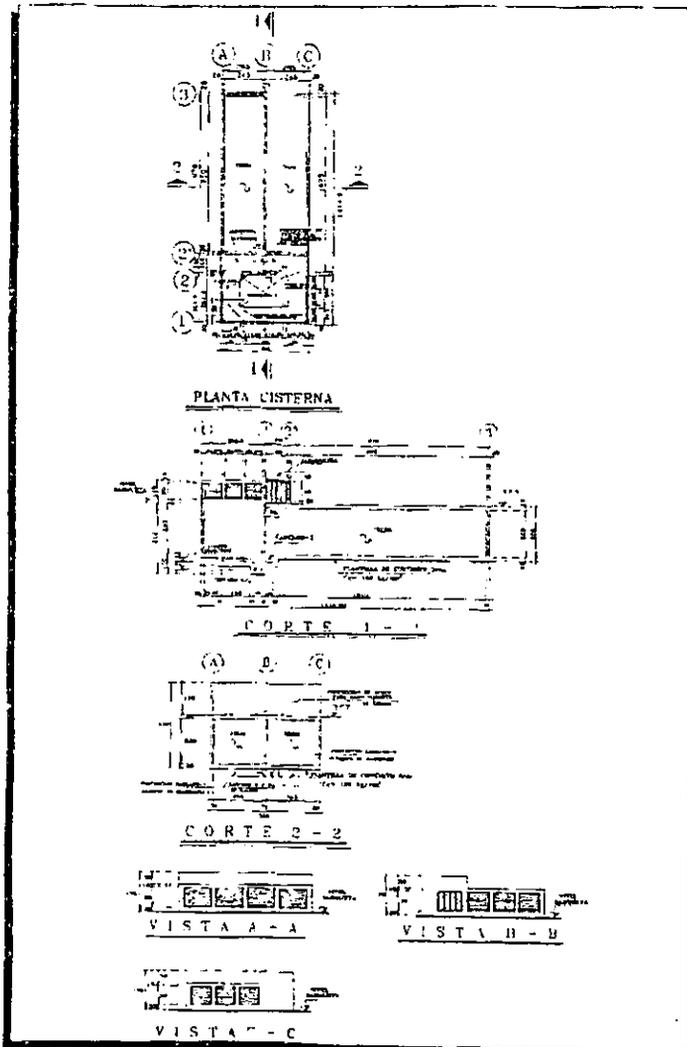


Figura 5.3 Ejemplo del proyecto geométrico de una cisterna.

Para la determinación de la capacidad de almacenamiento en los depósitos elevados (tanque y/o tinacos) podrá considerarse entre un quinto y un tercio del volumen total a almacenar, lo que estará en función de la economía y del peso propio de la estructura. Cuando se trate de tanques elevados ya sea de concreto,

acero o cualquier otro material, su altura a nivel plantilla deberá corresponder a la carga requerida por el mueble más desfavorable de la red interior.

Los tanques elevados deberán ser totalmente impermeables, de fácil acceso y ubicación estratégica. Tratándose de tanque metálicos, deberán estar previstos de protección anticorrosiva, su mantenimiento deberá hacerse en forma periódica para evitar problemas de estabilidad del tanque y contaminación del agua.

La capacidad de las cisternas será igual al volumen que resulte de restar a los dos días de demanda diaria el almacenamiento de los depósitos elevados.

En edificaciones destinadas a uso de oficinas, el volumen de almacenamiento total en cualquier caso será de una vez la demanda diaria, almacenada tanto en la cisterna como en depósitos elevados.

Capacidad de almacenamiento para el sistema de protección contra incendio.

El sistema de protección contra incendio debe diseñarse de acuerdo con lo dispuesto en los Arts. 117 a 122 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, cuando la edificación se encuentra dentro de esta demarcación.

En los artículos mencionados se especifican las características de los inmuebles que deben considerarse como de alto y bajo riesgo de incendio. Para el caso de los inmuebles clasificados como de alto riesgo se requiere de la presentación del proyecto ejecutivo de sistema de protección contra incendio.

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, las edificaciones de alto riesgo son aquellas cuya altura sea superior a 25 m, sus ocupantes rebasen la cifra de 250 y el área de construcción resulte mayor de 3000 m². También se considera de alto riesgo las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas plásticas algodón y combustible o explosivos de cualquier magnitud.

Cuando se trate de edificaciones de alto riesgo, se deberá proyectar tanques o cisternas para almacenar agua reservada exclusivamente a surtir a la red interna para el control de incendios. Para calcular el volumen de reserva en edificaciones de hasta 4,000 metros cuadrados de construcción, deberá considerarse la cantidad de 5 l/ m² construido. De cualquier forma, el volumen del que podrá disponerse para el control de incendios no puede ser menor de 20,000 litros.

El volumen de agua disponible para el control de incendios debe mezclarse con el que corresponde a los servicios, con la finalidad de permitir la renovación del agua potable. Por lo tanto, los dos volúmenes se dispondrán en una misma cisterna, pero afectando el arreglo de la succión de las bombas de manera que el tirante de agua que se requiere para el control de incendios no pueda ser utilizado en los servicios, como se muestra en la figura 5.4.

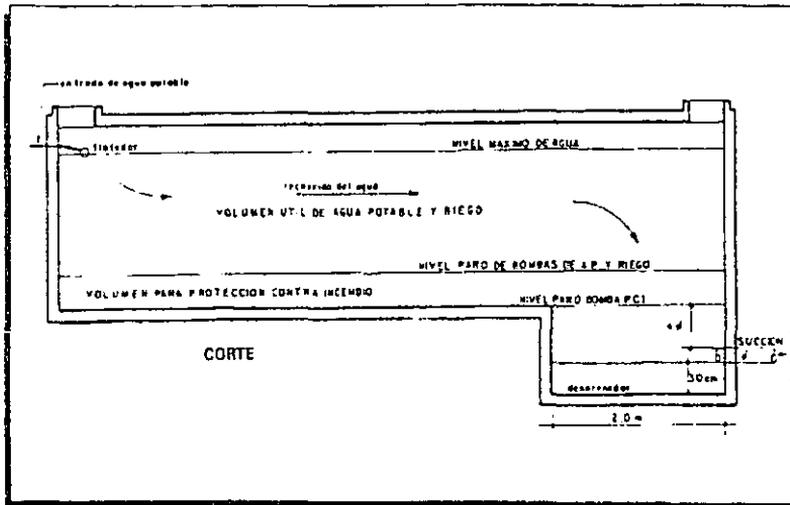


Figura 5.4. Características de la succión con volumen para el control de incendios.

En caso de que la cisterna se proyecte con más de una celda, digamos dos, en cada uno deberá almacenarse la totalidad del volumen calculando para el control de incendios, para prever la eventualidad del control de incendios justo en el momento en que se esté efectuando el mantenimiento de una celda y esta vacía.

Las compañías aseguradoras de los inmuebles tienen disposiciones más estrictas en cuanto al volumen de almacenamiento para el control de incendios, que las del propio Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Estos criterios pueden usarse para el diseño, siempre y cuando se cuente con la autorización de la Secretaría General de Protección y Vialidad.

Bombas: terminología usada y curvas características

En general las bombas pueden clasificarse de acuerdo a su principio de operación en:

Bombas de energía cinética; y
Bombas de desplazamiento positivo.

La principal subclasificación de las bombas de energía cinética son las bombas centrífugas, las cuales se dividen en tres grupos:

Bombas de flujo radial
Bombas de flujo mixto
Bombas de flujo axial

Esta clasificación se basa en la forma como el fluido es desplazado en su movimiento a través de la bomba.

Los principales componentes de la bomba de energía cinética son:

1. el elemento de rotación, llamado "impulsor", que imparte energía al líquido a ser bombeado.
2. la flecha sobre el cual esta montado el impulsor.
3. la carcasa de la bomba, que incluye los pasajes de entrada y salida para llevar el líquido a ser bombeado dentro y fuera de la bomba y la sección de recuperación que recibe el líquido descargado desde el impulsor y lo dirige al pasaje de salida. La función de la sección de recuperación es convertir una porción de la energía cinética del fluido en energía de presión. Esto se logra mediante una voluta o un conjunto de aspas de difusión. En una carcasa de voluta, la dimensión del canal que rodea al impulsor se incrementa gradualmente el tamaño de la descarga de la bomba (chiflón), y la mayor conversión de velocidad a presión ocurre en el chiflón de descarga cónica. En una carcasa de difusión, el impulsor descarga dentro de un canal provisto de paletas (aspas guía) la conversión de la velocidad a presión ocurre dentro de los pasajes de las paletas.
4. el marco que soporta la carcasa de la bomba.

A continuación se presenta la terminología básica usada para definir el comportamiento de las bombas y en la solución de problemas de bombeo.

Capacidad

La capacidad (gasto) de una bomba es el volumen de fluido bombeado por la unidad de tiempo, el cual se mide comúnmente en metros cúbicos por segundo o litros por segundo.

Carga

El término “carga” se refiere a la elevación de una superficie libre de agua sobre o debajo de un nivel de referencia (datum). Los términos aplicados específicamente al análisis de sistemas de bombeo se ilustran en las figuras 5.5 y 5.6 se definen brevemente a continuación:

1. Carga estática de succión (h_s) es la diferencia de elevación entre el nivel del líquido en la succión y el eje del impulsor de la bomba. Si el nivel del líquido en la succión está debajo del eje del impulsor, se tiene una carga estática de succión.
2. Carga estática de descarga (h_d) es la diferencia entre el nivel de descarga y el eje del impulsor de la de la bomba.
3. Carga estática (H_{est}) es la diferencia en elevación entre los niveles estáticos de descarga y la succión ($h_d - h_s$).
4. Carga manométrica de succión (H_{ms}) es la lectura (expresada en metros) medida en el chiflón de succión de la bomba, referenciada al eje del impulsor de la bomba.
5. Carga manométrica de descarga (H_{md}) es la lectura (expresada en metros) medida en el chiflón de descarga de la bomba, referenciada al eje del impulsor de la bomba.
6. Carga manométrica (H_m) es el incremento de carga de presión (expresada en metros), generado por la bomba.
7. Carga de fricción (h_{fs} , h_{fd}) es la carga de agua que debe suministrarse para superar las pérdidas de fricción a través del sistema de tuberías. Las pérdidas de carga debidas a la fricción de las tuberías de succión y descarga, pueden calcularse con las ecuaciones de Hazen-Williams o Darcy-Weisbach.
8. carga de velocidad es la energía cinética contenida en el líquido que esta siendo bombeado en cualquier punto del sistema

$$\text{Carga de velocidad} = V^2 / 2g$$

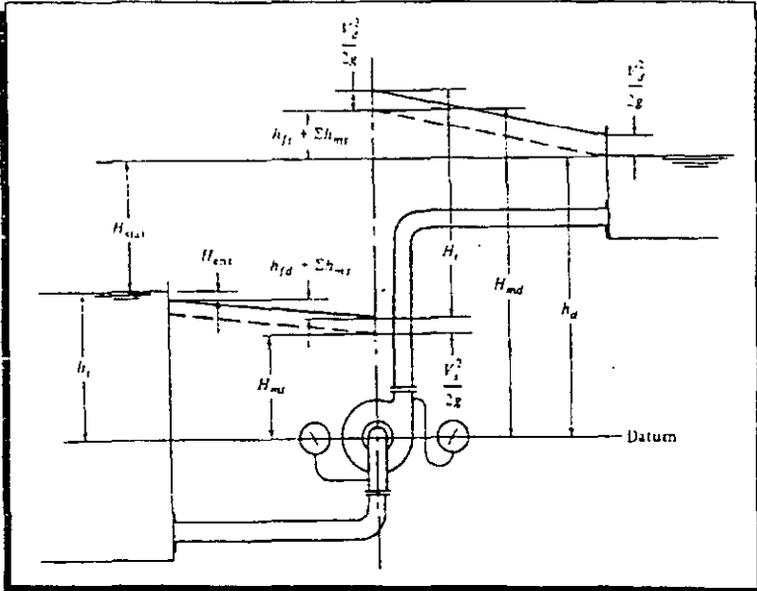


Figura 5.5

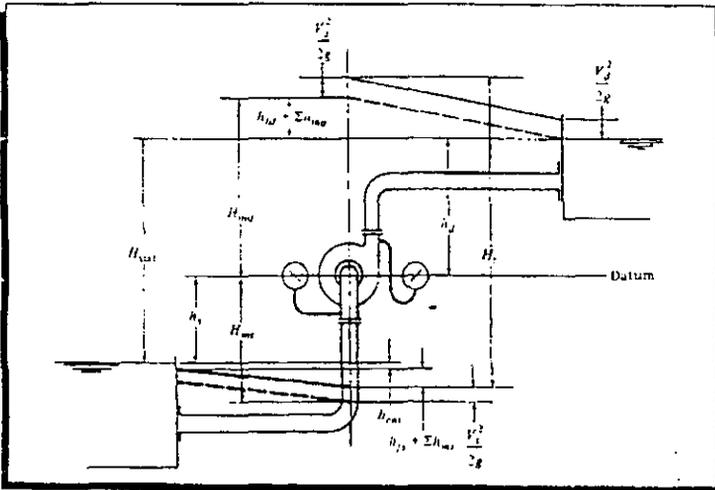


Figura 5.6

donde:

v , es la velocidad del fluido en m/s

g , es la aceleración debida a la gravedad, 9.81 m/s²

9. pérdidas de cargas menores, es le término aplicado a la carga de agua que debe suministrarse para superar las pérdidas de carga a través de válvulas y conexiones. Estas pérdidas pueden calcularse mediante el método de la tubería equivalente.
10. Carga dinámica total (H_t) es la carga contra la cual debe trabajar la bomba. La carga dinámica total sobre la bomba, comúnmente abreviada CDT, puede determinarse considerando las cargas estáticas de succión y descarga, las pérdidas debidas a la fricción, las cargas de velocidad y las pérdidas de cargas menores. La expresión para determinar la carga dinámica total de la bomba mostrada en la figura 5.6 esta dada por la ecuación 5.3

$$H_t = H_{md} - H_{ms} + v_d^2/2g - v_s^2/2g \quad \text{ec. 5.3}$$

Donde:

$$H_{md} = h_d + h_{fd} + \Sigma h_{md}$$

$$H_{ms} = h_s - h_{ent} - h_{fs} - \Sigma h_{ms} - v_s^2/2g$$

Donde:

H_t =	carga dinámica en, m ;
H_{md} (H_{ms}) =	carga manométrica de descarga (succión) medida en el chiflón de descarga (succión) de la bomba referenciado al eje del impulsor, m,
V_d (V_s) =	velocidad en el chiflón de descarga (succión), m/s
g =	aceleración debida a la gravedad, 9.81 m/s ²
h_d (h_s) =	carga estática de descarga (succión) m;
h_{ent} =	pérdida de la entrada en la succión, m;
h_{fd} (h_{fs}) =	pérdida de carga debida a la fricción en la tubería de descarga (succión), m,
h_{md} (h_{ms}) =	pérdidas menores en conexiones y válvulas de la tubería de descarga (succión), en m;

Como se ha explicado, la línea de referencia para escribir la ecuación 5.3 corresponde al eje del impulsor. De acuerdo con los estándares del instituto de hidráulica, las distancias (cargas) sobre la línea de referencia se consideran positivas; las distancias debajo de esa línea se consideran negativas.

En términos de la carga estática, la ecuación 5.3 puede entonces escribirse como:

$$H_t = H_{est} + h_{ent} + h_{fs} + \Sigma h_{ms} + h_{fd} + \Sigma h_{md} + V_d^2/2 \quad \text{ec. 5.4}$$

Donde

$$\begin{aligned} H_t &= \text{carga dinámica total, m;} \\ H_{est} &= \text{carga estática, } m = h_d - h_s \end{aligned}$$

La ecuación de la energía o de Bernoulli también puede aplicarse para determinar la carga dinámica total sobre la bomba. La ecuación de la energía entre la succión y la descarga de la bomba es:

$$H_t = P_d/\gamma + v_d^2/2g + Z_d - (P_s/\gamma + v_s^2/2g + Z_s) \quad \text{ec. 5.5}$$

Donde:

$$\begin{aligned} H_t &= \text{carga dinámica total, m} \\ P_d (P_s) &= \text{presión de carga (succión), KN/m}^2 \\ \gamma &= \text{peso específico del agua, N/m}^2 \\ V_d (V_s) &= \text{velocidad en ala descarga (succión), m/s} \\ g &= \text{aceleración debida a la gravedad, 9.81 (m/s)} \\ Z_d (Z_s) &= \text{elevación d la descarga (succión) sobre el nivel de referencia, m.} \end{aligned}$$

Eficiencia de la bomba

El comportamiento de una bomba se mide en términos de su capacidad para descargar contra carga dada y a una eficiencia dada. La capacidad de la bomba es una función del diseño. La información sobre el diseño es proporcionada por el fabricante en una serie de curvas para una bomba determinada. Las eficiencias de las bombas varían generalmente de 60 a 85%.

Curvas características

Los fabricantes de bombas proporcionan información relativa al comportamiento de sus bombas en la forma de las curvas características. En la mayoría de estas curvas se grafican, en el eje de las ordenadas, la carga dinámica total en m, la eficiencia en porciento, y la potencia en caballos de potencia o kilowatt; En las abscisas se grafica el gasto en l/s o m³/s. La figura 8.7 muestra las curvas características de una bomba marca Armstrong serie 4030, 3x1 1/2x8. Estos números significan que la bomba tiene un diámetro de succión de 3 pulgadas, 1 1/2 pulgadas de diámetro en la descarga y 8 pulgadas de diámetro del impulsor.

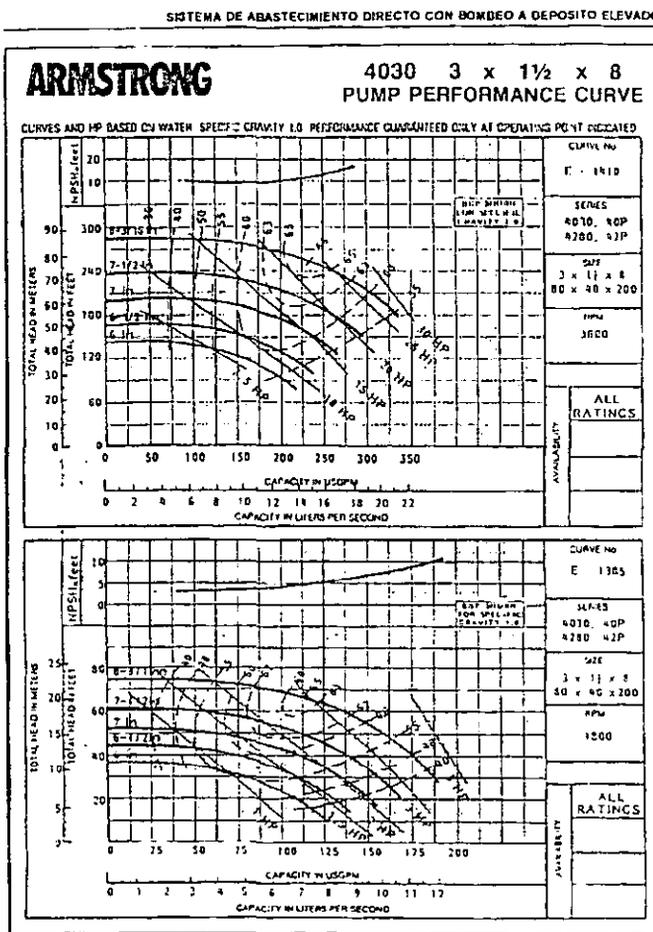


Figura 5.7 Curvas características de una bomba comercial.

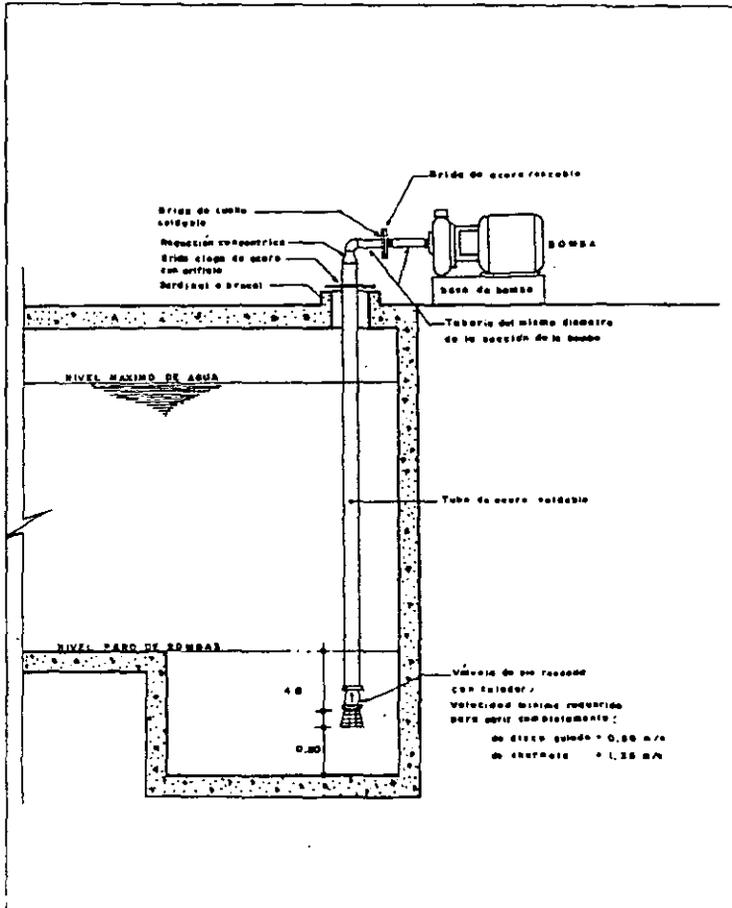


Figura 5.8 Detalle de succión de cisterna con succiones individuales por bomba.

6. Conclusiones

1. La licitación fue llevada a cabo por invitación y el contrato de la obra se efectuó a precios unitarios y a tiempo determinado.
2. Para la reestructuración se concluyó lo siguiente: con base a la sumatoria de CM + CVV. De todos los niveles y utilizando un FC. igual con 1.4 se obtuvo un esfuerzo actuante en el suelo con el cual se procedió a realizar un análisis a los elementos de la cimentación (losas y trabes), con el cual se puede corroborar que las características geométricas de dichos elementos están dentro de lo que requiere el edificio actualmente restaurado.

Debido a que no se cuenta con planos estructurales anteriores de dicho inmueble no se conoce el armado de los elementos existentes, por lo cual se tomó la decisión de hacer calas aleatoriamente en algunos elementos que conforman dicho inmueble a fin de dar un dictamen acerca del armado de la estructura, y a los elementos más importantes, ya con la obtención de dichos datos existentes, daremos por supuesto que al menos se tiene el armado mínimo. Con estos datos se realiza el análisis de la estructura a reforzar, ya que se incrementarán las cargas debido al incremento de dos niveles más, una alberca y al uso que se le dará al edificio.

Para las columnas K-1 de la planta baja, se propone reforzar con un confinamiento base de un tubo de acero, así generando una sección compuesta, las trabes se reforzaron con acero y concreto hidráulico aumentando la sección existente y en el eje 3 tramo D-E, se propone IPR, para sustituir un muro de carga.

3. Para la instalación hidráulica, se llevó a cabo la revisión de la instalación anterior, dando como resultado que para los fines que se requería, no era conveniente utilizarla debido a su mal estado físico, debido a daños en la revisión de la estructura, además los gastos aumentaron dando como resultado la insuficiencia de la tubería actual, por lo tanto la instalación, se sustituirá en su totalidad.

Bibliografía

González Cuevas – Robles. **Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado**. Editorial Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega Editores, México 1995.

C.F.E. **Manual de Tecnología del Concreto**. Vol. 1, 2, y 3. México 1995.

Park R. y T. Apaulay. **Estructuras de Concreto Reforzado**. México, D. F. Limusa, 1979.

Parker. **Diseño Simplificado de Concreto Reforzado**. Segunda Edición, México. Limusa. 1985

Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. México D. F. Instituto de Ingeniería, UNAM, 1995.

Manual AISC. LRFD. Capítulo 1 Miembros Compuestos. Sección I2. Miembros a Compresión. México. 1990

IMCYC. **El Reglamento del Instituto Americano del Concreto ACI 318 – 89**. México. 1995

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Editorial SISTA S.A. de C.V. México. 1997

Enrique César Valdez, Miguel A. González López. **Instalaciones Sanitarias para Edificios**. Facultad de Ingeniería. UNAM. 1997. México.

Enrique César Valdez. **Instalación para el Suministro de Agua Fría. Volumen Dos**. Facultad de Ingeniería. UNAM 1997. México.

Referencias

- 1.11 Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal. Quinta Época, Num. 9. México, D. F. 6 de julio de 1987.
- 1.19 CEP_FIP Model Code For Concrete Structures. Wexham, Springs, Slough. Inglaterra, Cement and Concrete Asociation, 1978.
- 1.22 CP 110 The Structural Use of Concrete. Londres British Standars Institution. Noviembre, 1978.
- 1.23 Robertson. L.E. "On tall Buildings" En Proceedings of a symposium on tall Buildings Heall at the University of Southampton. April, 1996. Oxford Pergaman Press, 1967.
- 1.24 Gutierrez Pérez M. "Análisis Estadístico de costos de Edificios" Ingeniería Civil, México, No. 159. Septiembre 1970.
- 1.27 National Building Code of Canada Ottawa National Resarch Counal of Canada. 1980
- 1.28 Melli R. "Bases para los criterios de Diseño Estructural del Proyecto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal" Revista Ingeniería, México, Junio 1976.
- 1.30 Normas Técnicas Complementarias para Diseño y construcción de Estructuras de Concreto. Gaceta Oficial del Departamento del distrito Federal. Quinta Época, Num. 44. México. 26 de noviembre de 1987.
- 1.34 Melli R. "Diseño Estructural" México. Limusa. 1985.