

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I. Generalidades sobre Edificios Altos .....	11
I.1 Breve reseña sobre Edificios Altos.....	11
I.1.1 Primeros Edificios Altos en México.....	13
I.2 Problemática Estructural de los Edificios Altos .....	15
I.3 Alternativas de Solución .....	17
CAPITULO II. Características del Concreto de Alta Resistencia... 20	
II.1 Concreto Normal.....	20
II.2 Concreto de Alta Resistencia.....	20
II.2.1 Requisitos de los materiales para lograr la alta resistencia.....	21
II.2.2 Procedimientos de mezclado .....	21
II.3 Uso y Aplicación de los Concretos de Alta Resistencia .....	22
II.4 Comportamiento de Columnas de Concreto de Alta Resistencia.....	23
II.4.1 Desempeño de Columnas de Concreto de Alta Resistencia Bajo Carga Axial Concéntrica. ....	23
II.4.2 Resultados obtenidos del Desempeño de Columnas de Concreto de Alta Resistencia bajo la Acción Combinada de Carga Axial y Momento Flexionante. ....	25
II.5 Comparación de Concreto de Alta Resistencia vs. Otros Materiales.....	26
II.6 Grafica de Interacción empleando comparativa de Concreto Reforzado vs Concreto de Alta Resistencia Reforzado .....	27
II.7 Grafica de q-Momento para Vigas de Concreto Reforzado y Concreto de Alta Resistencia .....	30
II.8 Comparación de los Módulos de Elasticidad según los Reglamentos ACI318-05 y el RCDF-2004.....	33
CAPITULO III.- Estructuración de Edificios Altos .....	34
III.1 Soluciones Estructurales.....	34
III.2 Tipos de Sistemas Estructurales .....	35
III.3 Edificios de Acero .....	36

III.3.1 Marcos Rígidos.....	36
III.3.2 Marcos Contraventeados .....	37
III.3.3 Armaduras Escalonadas.....	37
III.3.4 Sistema con Cinturones y Columnas .....	38
III.3.5 Sistemas de Tubo.....	40
III.3.5.1 Sistemas de Tubo en Tubo.....	40
III.3.5.2 Sistemas de Tubo con Diagonales.....	40
III.3.5.3 Sistemas de Tubos Ensamblados.....	41
III.4 Edificios de Concreto .....	42
III.4.1 Losas Planas .....	42
III.4.2 Marcos Rígidos.....	42
III.4.3 Tubos con Columnas Espaciadas .....	43
III.4.4 Tubos con Columnas Cercanas.....	44
III.4.5 Tubo con Diagonales.....	44
III.4.6 Tubos Ensamblados.....	44
III.4.7 Sistemas Especiales.....	44
III.5 Edificios Mixtos .....	45
III.5.1 Antecedentes de los Edificios Mixtos .....	45
III.5.2 Sistemas Estructurales Mixtos .....	46
III.5.3 Sistema Estructural del Edificio Burj Khalifa (Antes Burj Dubái).....	48
<b>CAPITULO IV. Solicitaciones en Edificios Altos.....</b>	<b>52</b>
IV.1 Acciones.....	52
IV.1.1 Acciones Permanentes .....	52
IV.1.2 Acciones Variables .....	52
IV.1.3 Acciones Accidentales .....	53
IV.2 Carga Muerta.....	53
IV.3 Cargas Vivas .....	55
IV.3.1 Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.....	56
IV.4 Cargas Accidentales debidas a Sismo.....	58
IV.4.1 Origen de los sismos.....	58
IV.4.1.1 Estudio Sísmico en la República Mexicana .....	59
IV.4.1.2 Análisis y Diseño Sísmico en México .....	60

IV.4.1.3 Ductilidad.....	61
IV.4.1.4 Influencia del Suelo de Cimentación.....	63
IV.4.1.5 Espectros de Diseño .....	63
IV.4.1.6 Clasificación de las Estructuras según su Destino de Acuerdo Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Sismo 2008 .....	63
IV.4.1.7 Clasificación de Construcciones según su Estructuración de Acuerdo Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Sismo 2008.....	64
IV.4.1.8 Factores de Comportamiento Sísmico “Q” .....	66
IV.4.2 Condiciones de Regularidad .....	68
IV.4.2 .1 Estructuras Regulares .....	68
IV.4.2 .2 Estructuras Irregulares .....	69
IV.4.2 .3 Estructuras Fuertemente Irregular .....	69
IV.4.3 Tipos de Análisis .....	69
IV.4.3.1 Método Simplificado de Análisis Sísmico.....	70
IV.4.3.2 Método de Análisis Estático .....	70
IV.4.3.2.1 Cálculo de las Fuerzas Sísmicas mediante un Análisis Estático ..	71
IV.4.3.2.2 Momento de Volteo .....	74
IV.4.3.2.3 Momento Torsionante.....	74
IV.4.3.3 Método de Análisis Dinámico .....	75
IV.4.3.3.1 Análisis Modal Espectral.....	75
IV.5 Cargas Accidentales debidas a Viento .....	76
IV.5.1 Diseño por Viento.....	76
IV.5.1.1 Clasificación de las Estructuras según su Destino y por las Características de su Respuesta ante la Acción del Viento de Acuerdo Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Viento.....	77
IV.5.1.2 Requisitos Generales para el Análisis y Diseño Estructural por Viento de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Viento .....	78
IV.5.1.3 Acciones del Viento que deben considerarse de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Viento .....	80
IV.5.2 Procedimiento para Evaluar las Acciones Generadas por Viento .....	80
IV.5.3 Análisis Estático de Acuerdo al Manual de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Viento.....	81

IV.5.3.1 Cálculo de las fuerzas sobre construcciones cerradas o edificios .....	81
IV.5.4 Análisis Dinámico de Acuerdo al Manual de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Viento.....	84
IV.5.4.1 Determinación de la Velocidad Media de Diseño, $V'_D$ .....	85
IV.5.4.2 Factor de exposición para la velocidad media, $F'_{rz}$ .....	86
IV.5.4.3 Presión Actuante Sobre Estructuras, $p_z$ .....	86
IV.6 Otras Solicitaciones .....	87
IV.6.1 Solicitaciones debidas a Cambios de Temperatura y Volumétricos.....	87
CAPITULO V. Modelación y Análisis Estructural de Edificios Altos .....	89
V.1 Modelación de Sistemas Estructurales .....	89
V.1.1 Elementos No-Estructurales .....	90
V.1.2 Propiedades de los Materiales.....	90
V.1.3 Discretización de Masas .....	91
V.1.4 Edificios de Varios Niveles.....	91
V.2 Métodos de Análisis Estructural Empleados en los Programas de Modelación Estructural.....	92
V.2.1 Análisis Lineales .....	93
V.2.2 Análisis No Lineales.....	93
V.2.3 Clasificación de los Métodos de Análisis.....	94
V.3 Programas de Análisis y Modelación Estructural .....	94
V.3.1 Introducción.....	94
V.3.2 Introducción e información del Programa Etabs V9.60.....	95
V.3.3 Cuidados Para el Buen Uso del Programa Etabs V 9.60.....	97
V.3.3.1 Unidades .....	97
V.3.3.2 Sistemas de Coordenadas y Cuadrícula .....	98
V.3.3.3 Objetos Estructurales.....	98
V.3.3.4 Definición de Propiedades .....	99
V.3.3.5 Definición de Grupos .....	100
V.3.3.6 Cargas Estáticas.....	101
V.3.3.7 Combinaciones de Cargas .....	101

V.4 Recomendaciones para el Uso de Programas de Modelación y Análisis Estructural.....	102
<b>CAPITULO VI. Diseño Estructural de Edificios Altos.....</b>	<b>103</b>
VI.1 Introduccion al Diseño Estructural.....	103
VI.1 .1 Conceptos Fundamentales.....	104
VI.2 Revision de Estados Límites de Falla.....	106
VI.2.1 Vigas.....	108
VI.2.1.1 Requisistos Generales.....	108
VI.2.1.2 Requisitos Geometricos.....	109
VI.2.1.3 Requisitos de Refuerzo Longitudinal .....	110
VI.2.1.4 Requisitos de Refuerzo Transversal.....	112
VI.2.2 Columnas .....	113
VI.2.2.1 Requisitos Geometricos.....	113
VI.2.2.2 Refuerzo Longitudinal .....	114
VI.2.2.3 Resistencia a Flexocompresion.....	116
VI.2.2.4 Resistencia a Fuerzas Cortantes .....	116
VI.2.3 Losas.....	117
VI.2.3.1 Losas Encasetonadas .....	118
VI.2.3.2 Losas que Trabajan en una Direccion.....	119
VI.2.3.3 Losas Encasetonadas .....	119
VI.2.3.4 Losas Apoyadas en su Perimetro .....	119
VI.3 Revisión de Estados Límites de Servicio .....	120
VI.3.1 Desplazamientos de acuerdo a los Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones del RCDF-04.....	120
VI.3.2 Vibraciones.....	120
<b>CAPITULO VII. Ejemplo de Aplicación.....</b>	<b>121</b>
VII.1 Ubicación y Características del Edificio Alto a Diseñar .....	121
VII.1.1 Elaboración y Cálculo del Espectro de Diseño Reducido para el Edificio, empleando los criterios indicados por el Manual de Obras Civiles de la CFE para el Diseño por Sismo 2008.....	125
VII.1.2 Analisis Dinamico para hallar las Fuerzas de Diseño por Viento de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE en el Tomo de Diseño por Viento.....	134

VII.2 Modelación e Idealización de los Elementos Estructurales para el Analisis del Edificio Alto de Ejemplo .....	142
VII.2.1 Analisis y Obtención de Datos para Diseño del Edificio Alto de Ejemplo utilizando el Espectro de Diseño .....	144
VII.2.2 Revisión de lo Desplazamientos y de Distorsiones en el Edificio Ejemplo.....	147
VII.3 Diseño de los Elementos Estructurales del Ejemplo de Aplicación .....	148
VII.3.1 Comparacion entre Proyecto Original y el Ejemplo de Aplicación .....	157
CAPITULO VIII. Comentarios y Conclusiones .....	160
COMENTARIOS.....	160
CONCLUSIONES.....	161
BIBLIOGRAFÍA.....	163
APÉNDICES.....	164
APÉNDICE A.....	164
APÉNDICE B.....	174
APÉNDICE C.....	183
APÉNDICE D.....	184