



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL EN LA
VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL”**

T E S I S QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

PEDRO DE LA ROSA DELGADO

DIRECTOR

ING. ROBERTO OCTAVIO MIRANDA LÓPEZ



México, D. F.

Marzo, 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



ÍNDICE (Particular)**TEMA: LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.**

1	INTRODUCCIÓN	1
2	LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	3
2.1	El Proyecto Arquitectónico	7
2.2	El Proyecto Estructural	11
2.3	Las Especificaciones para su Construcción	28
2.4	La Construcción	41
2.4.1	Los Materiales	61
2.4.2	La Mano de Obra	69
2.4.3	Las Herramientas y Equipo	73
2.5	La Supervisión	78
2.6	El Mantenimiento	87
3	LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.	98
4	LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	109
5	CASOS DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL	122
5.1	Sin Fallas	122
5.2	Con Fallas	126
6	CONCLUSIONES	140
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	142
	BIBLIOGRAFÍA	152

ÍNDICE (General)

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Motivos para desarrollar el tema	1
1.2 Breve Historia de la Vivienda de Interés Social	1
1.3 Clasificación de las Estructuras	2
2 LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	3
2.1 EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	7
2.1.1 Requerimientos del Proyecto Arquitectónico	7
2.1.2 Objetivos	7
2.1.3 El Proyecto Arquitectónico dentro del título de Seguridad Estructural	7
2.1.4 La Importancia de la Planificación del Proyecto Arquitectónico	9
2.1.5.1 Planos Arquitectónicos	9
2.2 EL PROYECTO ESTRUCTURAL	11
2.2.1 Planteamiento de los criterios de diseño estructural (Conceptos fundamentales)	12
2.2.1.1 Estados Límite de Falla y Servicio	13
2.2.2 Procedimientos Para la Evaluación de la Seguridad Estructural	14
2.2.2.1 Alcances	14
2.2.2.2 Acciones de Diseño	14
2.2.2.3 Acciones Permanentes	15
2.2.2.4 Acciones Variables	15
2.2.2.5 Acciones Accidentales	18
2.2.2.6 Evaluación de la Seguridad Estructural	18
2.2.2.6.1 Factores de Resistencia	19
2.2.2.6.2 Cargas Muertas	19
2.2.2.6.3 Cargas Vivas	19
2.2.2.6.4 Factores de Resistencia	21
2.2.2.7 Combinación de Acciones	22
2.2.3 Espectros de Diseño y Coeficientes Sísmicos	23
2.2.3.1 Coeficientes Sísmicos	23
2.2.3.2 Factores de Comportamiento Sísmico	24
2.2.3.3 Condiciones De Regularidad	24
2.2.4 Disposiciones Generales de las Cargas de Diseño	26
2.2.5 Criterios de Análisis Sísmico	27
2.3 LAS ESPECIFICACIONES PARA SU CONSTRUCCIÓN	28
2.3.1 Infraestructura	28
2.3.1.1 Desplante de cimentaciones	28
2.3.1.1.1 Cimentación de Mampostería	29
2.3.1.1.2 Cimentaciones de Concreto Armado	29
2.3.1.1.4 Losas de Cimentación	29
2.3.1.1.5 Plantilla	30
2.3.2 Estructura	30
2.3.2.1 Concreto	30
2.3.2.2 Colado de Elementos Verticales	31
2.3.2.3 Vibrado	31

2.3.2.4	Pruebas y Normas	31
2.3.2.5	Resistencias	32
2.3.2.6	Acero de Refuerzo	32
2.3.3	Superestructur	33
2.3.3.1	Dalas de Desplante y Cerramiento	33
2.3.3.2	Refuerzo Vertical en Muros (castillos)	34
2.3.3.3	Muro de Tabique de Barro Recocido	35
2.3.3.4	Muros de Tabique Hueco Vertical	35
2.3.3.5	Muro de Tabique de Barro Prensado, Hueco Vertical, Vidriado	36
2.3.3.6	Muros de Carga	36
2.3.3.7	Muros de tabique macizo o con huecos, con dalas y castillos de concreto armado	37
2.3.3.7.1	Muros Macizos	37
2.3.3.7.2	Muros reforzados interiormente	37
2.3.3.8	Castillos y Dalas	37
2.3.3.8.1	Los Castillos y Dalas quedarán localizados como sigue	37
2.3.3.9	Impermeabilización Sobre Dalas o Cadenas de Cimentación	38
2.3.3.10	Mortero para pegar (juentear) piezas	38
2.3.3.11	Morteros y concretos de relleno	39
2.3.3.12	Acero de refuerzo en Dalas y Castillos	40
2.4	LA CONSTRUCCIÓN	41
2.4.I	Obras Preliminares	42
2.4.II	Desmante o Despalme del Terreno	42
2.4.III	Trazo y Nivelación	42
2.4.IV	Excavación	43
2.4.V	Procedimientos de Excavación para Cimentaciones	43
2.4.V.1	Equipo necesario	43
2.4.VI	Construcción (Colado) de Cimentaciones	44
2.4.VI.1	Cimentaciones Usuales en la Ciudad de México	44
2.4.VII.2	La selección de la cimentación, como se sabe, está en función de las cargas que se van a transmitir y de la capacidad de carga del suelo para soportarlas	44
2.4.VI.3	Losas de Cimentación	45
2.4.VI.3.1	Vertido del Concreto	46
2.4.VI.4	Clasificación de las Cimentaciones	46
2.4.VII	Desplante de la Superestructura	47
2.4.VII.1	Procedimiento de construcción	47
2.4.VII.2	Acero de Refuerzo	48
2.4.VII.3	Concreto	51
2.4.VII.4	Procedimiento constructivo	52
2.4.VII.4.1	Antes de la construcción de muros de mampostería	53
2.4.VII.4.2	Construcción de la Mampostería	53
2.4.VII.4.3	Ritmo de la Construcción	54
2.4.VII.4.4	Cuidado de los Muros Durante su Construcción	54
2.4.VIII	Colocación de Instalaciones (Hidrosanitarias, Gas, eléctricas, Telefónicas, Etc...) ..	55
2.4.VIII.1	Tuberías y Conductos Ahogados en el Concreto	56
2.4.IX	Durante la construcción (tarea que desempeñara la “supervisión”)	57
2.4.1.X	Errores comunes que Pueden Evitarse	58
2.4.XI	Construcción de Losas	59

2.4.1XI.1	Proceso de Trabajo	60
2.4.1	Los Materiales	61
2.4.1.1	Tipos de Piezas (ladrillos, block...)	62
2.4.1.2	Morteros	64
2.4.1.3	Acero de Refuerzo	66
2.4.1.4	Concreto Estructural	67
2.4.2	La Mano de Obra	69
2.4.2.1	Modalidades de Construcción de la Mano de Obra Asalariada	69
2.4.2.1.1	Contratación por Jornada	70
2.4.2.1.2	Contratación por Destajo	70
2.4.2.1.3	Contratación por Obra Determinada	71
2.4.2.2	Elección de la mano de obra por su desempeño	72
2.4.3	LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPO	73
2.4.3.1	HERRAMIENTAS	73
2.4.3.1.1	Utilización de las Herramientas en el desplante de muros, cimbrado, armado, colado y repellado	73
2.4.3.1.1.1	Herramientas para el Cimbrado	74
2.4.3.1.1.2	Herramientas para el Armado	74
2.4.3.1.1.3	Herramientas para el Colado	74
2.4.3.1.1.4	Herramientas para Enyesar o Repellar (aplanar)	75
2.4.3.2	EQUIPO	76
2.5	LA SUPERVISIÓN	78
2.5.1	Las funciones de la Supervisión son las indicadas a continuación	78
2.5.2	Acciones que debe tomar cuando no se cumplan las especificaciones	79
2.5.3	Constancia de la Actuación de la Supervisión	79
2.5.4	Auxiliar de Supervisión	79
2.5.5	Aspectos Importantes del Supervisor de Vivienda	80
2.5.6	Capacidad del Supervisor de Obra	81
2.5.7	Documentos de la Obra	81
2.5.7.1	Los Planos	81
2.5.8	Vigilancia de la ejecución	82
2.5.9	El Supervisor	82
2.5.9.1	Sus características	82
2.5.9.2	Capacitación de la Supervisores	82
2.5.10	Supervisión en la Cimentación	83
2.5.10.1	Cimientos: Zapata aislada, Zapata corrida y Losa de cimentación	84
2.5.10.2	Tareas del Supervisor Durante la Cimentación	84
2.5.10.3	Cimentación con Losa	84
2.5.11	Dalas, Losas de Entrepiso y Techos	85
2.5.12	Estructuras de Mampostería	85
2.5.13	Estructuras con Castillos y Dalas	85
2.5.14	Mampostería con Refuerzo Interior	85
2.5.15	supervisión en Instalaciones	86
2.5.15.1	Instalaciones Hidráulicas	86
2.5.15.2	Instalaciones Eléctricas	86
2.5.15.3	Instalaciones de Gas	86

2.5.15.4 Observaciones para la Supervisión	86
2.6 EL MANTENIMIENTO	87
2.6.1 Cambio	87
2.6.2 Reparación	87
2.6.3 Modificación	87
2.6.4 Fallas	88
2.6.5 Remoción de Salitre	88
2.6.6 Cimentaciones y Hundimientos	89
2.6.6.1 Asentamientos (Hundimientos)	89
2.6.7 Drenaje	89
2.6.8 Colindancia	90
2.5.9 Fractura o Falla	90
2.6.10 Humedad	91
2.6.11 Pinturas expuestas a la humedad	91
2.6.12 Prevención de Siniestros	92
2.6.13 Revisión periódica de la Vivienda en su Estructura	92
2.6.14 Dalas y Castillos de Concreto Armado	92
2.6.15 Losas de Concreto Armado	93
2.6.16 Azoteas	94
2.6.17 Muros	94
2.6.18 Nivelación	94
2.6.19 Observaciones en el Mantenimiento	95
2.6.20 Procesos de Mantenimiento mas Comunes (Causas y Saneamiento)	96
2.6.20.1 Rejunteo de obra vista	96
2.6.20.2 Herramientas necesarios	97
3 LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	98
3.1 Introducción	98
3.1.1 ¿Qué es la Sismo Resistencia?	98
3.2 Conocimiento para dar seguridad estructural a las edificaciones	98
3.3 Del Diseño de Cimentaciones	101
3.4 La configuración en los reglamentos	101
3.4.1 Condiciones de Regularidad	101
3.4.1.1 Geometría	101
3.4.1.2 Resistencia	101
3.4.1.3 Rigidez	102
3.4.1.4 Continuidad	102
3.5 Separación de edificios colindantes	106
3.6 Planos Arquitectónicos y Especificaciones	107
4 LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	109
4.1 Introducción	109
4.2 Características Estructurales	110
4.2.1 Forma y estructuración	110
4.2.2 Tipos de Muros	111
4.2.2.1 Muros diafragma	111
4.2.2.2 Mampostería Confinada (muros confinados)	112
4.2.2.3 Muros Reforzados Interiormente	114

4.2.3 Sistemas de Piso	116
4.2.3.1 Losa Maciza (Trabajo Bidireccional)	118
4.2.3.2 Losas Aligeradas (Trabajo bidireccional)	118
4.2.3.3 Sistemas Prefabricados (Unidireccionales y Bidireccionales)	119
2.2.4 Concluyendo	120
5 CASOS DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	122
5.1 Sin Fallas	122
5.1.1 Descripción del Conjunto Habitacional	123
5.1.2 Subestructura y Superestructura	123
5.1.2.1 La cimentación (Subestructura)	123
5.1.2.2 La Estructura (superestructura)	124
5.1.3 Observaciones	125
5.2 Con Fallas	126
5.2.1 Fallas Típicas	126
5.2.1.1 Las Fallas de Diseño	126
5.2.1.2 Las Fallas de Construcción	127
5.2.1.3 Las Fallas de Modificación	127
5.2.2 Ejemplo de Viviendas con Fallas	128
5.2.2.1 Unidad Habitacional “Alianza Popular Revolucionaria”	128
5.2.2.1.1 Características de las Edificaciones	129
5.2.2.1.2 problemáticas Presentes	129
5.2.2.2 Unidad Habitacional “Lomas de Becerra”	134
5.2.2.2.1 Características de las edificaciones	135
5.2.2.2.2 Problemática presente	136
5.2.2.2.2.1 Descripción de daños	136
5.2.2.2.2.2 Fisuras y Grietas	136
5.2.2.2.2.3 Rehabilitación	137
5.2.2.2.3 Observaciones	139
6 CONCLUSIONES	140
GLOSARIO DE TÉRMINOS	142
BIBLIOGRAFÍAS (Referencias)	152

Introducción.

1.1 Motivos

La presente Tesis, que se va a desarrollar nace de la inquietud que tengo con relación al Proyecto y Construcción y sobre todo la Seguridad Estructural de la Vivienda de Interés Social.

De acuerdo a las experiencias observadas las instituciones que se abocan a ésta área, han mostrado que algunas las realizan con éxito y en otras se presentan fallas prematuras.

Las estructuras en general deben tener las siguientes características: seguras, funcionales, estéticas, durables y económicas; esto se logra teniendo buenos proyectos arquitectónico y estructural, basados en las Normas y especificaciones dadas por los códigos o reglamentos de cada entidad ; la seguridad y economía de las viviendas requiere del conocimiento de las cargas a las que estará sujeta durante su vida útil, para dar una adecuada solución en el diseño y posteriormente en su construcción.

Sin embargo, esto no se lleva cabo finalmente en la práctica, por un incumplimiento de lo establecido y a la correcta ejecución y control de lo proyectado y calculado; además, no se realiza totalmente o satisfactoriamente una buena supervisión en los detalles estructurales, así como en la elaboración de concretos hechos en obra, la colocación del acero de refuerzo en donde es requerido, y otras situaciones.

En lo que respeta a **la supervisión** en la edificación de las viviendas deben ser revisadas durante todas las etapas de la obra por un supervisor debidamente certificado, y garantizar una seguridad estructural; ya que es muy común que está actividad se lleve a cabo por un supervisor que no cuenta con la experiencia suficiente. Además ésta deba ser realizada por un ingeniero o arquitecto. El supervisor debe exigir el cumplimiento del proyecto arquitectónico, el proyecto estructural y las especificaciones de construcción además la construcción misma de la vivienda.

Se debe además, considerar a la vivienda como módulo de toda proporción urbanística o conjunto habitacional, en consecuencia se entiende como vivienda no sólo a los habitantes y al volumen físico que la forman, sino a las áreas complementarias imprescindibles que agrupan el espacio habitable por áreas interiores y exteriores propias para desarrollar las funciones básicas de un grupo familiar creando un ámbito físico especial, acorde a las características y necesidades de los habitantes.

1.2 Breve Historia de la Vivienda de Interés Social

La política de la Vivienda en México se inicia en 1917 al promulgarse nuestra Constitución. En esta etapa el país contaba con quince millones de habitantes, de los cuales el 90% vivía en las áreas rurales. A partir de 1940, con la aceleración del proceso

industrial se inicia una concentración de la población en las áreas urbanas, lo que motivó una fuerte presión sobre los servicios, empleo y vivienda, encontrándose que al revisar nuestros censos de población, nuestras viviendas eran insuficientes, agravándose el problema.

La necesidad de tener un hogar digno fue un punto muy importante que se logró; para que los trabajadores tuvieran derecho a una vivienda cómoda e higiénica. Entre 1940 y 1947 se erigió el centro urbano “Presidente Mazarík Alemán”, primer multifamiliar que se construyó en nuestro país; a partir de la edificación de este conjunto habitacional se empezaron a construir de manera secuencial varios multifamiliares, así, organismos como INFONAVIT (Instituto de Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores), FONHAPO (Fondo Nacional de Habitación Popular), el extinto INDECO (Instituto para el Desarrollo de la Comunidad Rural y de la Vivienda Popular), FOVISSSTE (Fondo de Vivienda del ISSTE), y el FOVI (Fondo de Vivienda) entre otros, comenzaron a construir vivienda en grandes volúmenes para satisfacer la demanda de la población.

1.3 Clasificación de las Estructuras

(Referencia; 16)

La clasificación de las construcciones tiene una doble finalidad. Por una parte distingue, como del grupo A, a un buen número de construcciones para las cuales los requisitos de Seguridad Estructural deben ser más estrictos en vista de que las consecuencias de falla pueden ser particularmente graves. Eso se refleja en los factores de cargas más altos para diseño por cargas verticales, en los coeficientes sísmicos más severos y en las presiones de viento más altas; El resto de las construcciones queda incluido en el grupo B, y a su vez se subdivide en los subgrupos B₁ y B₂.

En este caso la vivienda de interés social se encuentra dentro del grupo B₁; más adelante se tratará con un mejor enfoque tanto en lo estructural como en lo constructivo.

A todo esto el proyecto de las edificaciones debe considerar una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos, además el proyecto de preferencia, debe considerar una estructuración regular que cumpla con los requisitos que establecen las Normas Técnicas Complementarias al Reglamento de Construcción para el Distrito Federal; las edificaciones que no cumplan con los requisitos de regularidad se diseñarán para condiciones sísmicas más severas.

2 La Vivienda de Interés Social. (Referencia 1)

El elevado crecimiento de la población y el acelerado proceso de urbanización han creado una gran demanda de vivienda en las ciudades; el grueso de esta demanda no puede ser cubierto por el mercado abierto de vivienda, cuyos precios están fuera del alcance o posibilidades económicas de la mayoría de la población. Debido a esto, los programas de construcción de vivienda de interés social están teniendo una gran expansión especialmente en el Valle de México. Estos programas se caracterizan por el empleo de proyectos tipos, es decir, de igual característica tanto en el tipo de estructuración como en la forma, que se repite cientos de veces o quizás miles de veces. Con la aceleración del proceso industrial se inicia una concentración de la población en las áreas urbanas, lo que motivo a una fuerte presión sobre los servicios, empleo y vivienda, encontrándose que al revisar nuestros censos de población, nuestras viviendas son insuficientes, agravándose el problema.

En un principio, el Instituto Nacional de la Vivienda se transforma en el Instituto Nacional de la Comunidad Rural y de la Vivienda Popular como Organismo Rector de la Política de Vivienda, al que se le encomienda entre otras tareas, realizar la investigación en las distintas zonas urbanas y rurales para proponer los programas y sistemas para el Desarrollo de la Comunidad Rural y de la vivienda popular. Al crecer nuestra ciudad han venido tomando importancia los ordenamientos del Código Agrario para incorporar tierra rural al desarrollo urbano y en conjunto con las disposiciones enmarcadas en las leyes de las diferentes Secretarías de Estado, Códigos y Reglamentos, se empieza a identificar la solución con mayor claridad.

El problema de la vivienda está siendo estudiado sistemáticamente en México, y que el programa social y económico del país se ha incrementado. El gobierno jerarquiza la programación de obras de infraestructura y el ordenamiento operativo de nuestra legislación, nos encontramos que el país ha acumulado un importante **déficit** en materia de vivienda.

Con la urbanización del país que se acelera particularmente, se empieza a notar que la producción de habitaciones no es paralela al ritmo creciente de la población, en la década de 1950 a 1960 se registra el mayor crecimiento en el índice de natalidad y es posible que continúe creciendo, a que ritmo no sabemos.

Aparentemente la política de vivienda ha superado las eventualidades al tomarse mayor conciencia del problema a que nos estamos enfrentando. No obstante que las inversiones en este sector no pueden cuantificarse con mayor precisión, cabe hacer notar que hay una tendencia a mejorar la calidad de nuestras viviendas.

La tarea por hacer es enorme y quizá lo más importante es encontrar la jerarquía que el problema de la vivienda tiene entre los demás problemas del país, visualizando cuales deben ser las estrategias principales para que mejoren las condiciones de habitabilidad de muchos mexicanos, para corregir las tendencias actuales, procurándose que éstas tengan un impacto masivo de la población, suponiendo que la jerarquización podría seguir secuelas que aceleran la actividad de la electrificación, la dotación de agua, drenaje, etcétera; que en última instancia significa visualizar el problema de la vivienda dentro del marco de desarrollo urbano que el país está viviendo y ante el cual no se han tomado las debidas provisiones.

Es necesario comprender la naturaleza de los asentamientos humanos para entender totalmente su efecto sobre el medio ambiente humano. Los asentamientos humanos son aquella parte del medio ambiente global donde la mayoría de las personas habita y realiza las funciones de la vida, donde goza de las mayores oportunidades para la satisfacción intelectual y estética y donde se alcanzan las más elevadas aspiraciones humanas. En consecuencia, las calidades y condiciones ambientales dentro de los asentamientos son intrínsecamente importante para la vida biológica y psicológica del hombre.

Una parte cada vez mayor de la nueva población del país está concentrada en el territorio Metropolitano. Esta súper concentración y mezcla de actividades urbanas en estrecha proximidad con otros, dentro de un inadecuado ambiente, exige una planificación cuidadosa y la adopción de medidas para el mejoramiento ambiental. Incuestionablemente, los asentamientos urbanos son esenciales para el desarrollo social y económico del hombre. Las mejores técnicas de urbanismo y de diseño pueden dar origen a modelos y condiciones de desarrollo más eficientes, más sanos y más atractivos para el habitante urbano.

Vivienda de Interés Social. Para efectos legales los conceptos de: Vivienda de Interés Social, Vivienda Popular, Vivienda Económica, han sido ampliamente debatidos, considerando que para definir a la vivienda que sea accesible al mayor número de familias, sea la primera : Vivienda de Interés Social.

Se denomina vivienda de interés social (vivienda de bajo costo, económica o popular), es la que se construye para los sectores de la población de menores recursos económicos.

El financiamiento de la inversión en vivienda de interés social proviene de diversos fondos: el INFONAVIT (Instituto Nacional de Fondo de la Vivienda para los Trabajadores); el FOVISSSTE (Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado); FONHAPO (Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares); el FOVI (Fondo de operación y Descuento Bancario a la Vivienda); el FONAVIR (Fondo Nacional de la Vivienda Rural); y otras... (Referencia 10)

El INFONAVIT es el organismo más importante como productor o constructor de vivienda de interés social , y en mayor o menor medida las demás instituciones construyen un porcentaje similar o inferior a la institución antes mencionada.

De estos porcentajes de la construcción de la vivienda de interés social realizada por las instituciones, pudiera darse el caso de que por querer construir el mayor número posible de viviendas se descuide la mano de obra y por ende la supervisión, de ahí que algunas de las viviendas al terminar su edificación y ser sometidas a cargas verticales (gravitacionales) presenten algunas deficiencias como agrietamientos en muros, entre otros.

Debido a que hay variaciones importantes en la calidad de los elementos en la construcción, los reglamentos necesitan definir los criterios de diseño para la estructuración y establecer las calidades mínimas de los materiales; para evitar algunas circunstancias y variaciones en la mala calidad de los elementos de la obra.

En el afán de reducir tiempos y costos de construcción, los sistemas constructivos tradicionales, se han modificado y simplificado para llegar a soluciones que a veces no quedan cubiertas por las normas de diseño y por la práctica establecida. Paralelamente se han desarrollado sistemas constructivos a base de materiales y/o elementos estructurales novedosos que, por lo mismo, no están previstas en las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. La vivienda de Interés Social necesita adecuarse a las condiciones reales de la construcción marcadas en las Nuevas Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructura de Mampostería, para que así, de esa forma se de una Seguridad Estructural adecuada, además, no debemos perder de vista lo marcado y señalado por el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal referente a la construcción de la vivienda

Se debe mantener la estructura normativa que se menciona en los Códigos y Normas de cada Entidad o Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, así como las Normas para Diseño y Construcción de Mampostería, Normas para Diseño Sísmico, Normas para Diseño por Viento, Normas para Diseño de Estructuras de Concreto y las Normas para Diseño y Construcción de Cimentaciones. Esencialmente cuidando las disposiciones relativas a las responsabilidades de las distintas partes que intervienen en la construcción a la clasificación de las edificaciones y a los criterios que debe basarse la revisión de la Seguridad Estructural de las mismas. Los aspectos mas propiamente técnicos, relativos al diseño de las estructuras de distintos materiales y de sus cimentaciones, así como la manera de tomar en cuenta los efectos de acciones como el sismo, el viento y otros.

Para lograr la Seguridad Estructural adecuada de una edificación deben cuidarse otros aspectos además de los propiamente relativos al Diseño Estructural así como las disposiciones relativas a las características del proyecto arquitectónico que inciden en la Seguridad Estructural.

Las fuentes de problemas de la Seguridad Estructural en el pasado, han sido la falta de coordinación entre los encargados de los distintos aspectos de una obra: estudios de campo, proyecto arquitectónico y estructural, construcción, verificación de la calidad de los materiales y la supervisión de obra "*en lo que respecta a la supervisión de obra, generalmente es llevada a cabo por una persona inexperta en algunos casos, lo que conlleva a no lograr una Seguridad Estructural adecuada. Es recomendable asignar esta tarea a una persona capacitada y calificada además*". Por ello se requiere que en obras de importancia, como la Vivienda de Interés Social deben intervenir técnicos con suficientes conocimientos de los distintos campos, para que puedan asegurar que en cada etapa se hayan tomado en cuenta, adecuadamente, los aspectos de la Seguridad Estructural y que los requisitos reglamentarios se hayan interpretado satisfactoriamente junto con la buena construcción.

Con tal fin, se debe exigir que para dichas obras el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en la Seguridad Estructural, con capacidad en estos temas participe en forma obligatoria en la realización de la Vivienda de Interés Social, ya que en algunos casos solamente figuran en la firma de los planos para su tramitación.

Asimismo, es importante comprender la filosofía básica del reglamento de construcción y sus normas técnicas complementarias o códigos de cada entidad, el propósito de estos es prevenir daños a personas, y reducir el daño en las edificaciones, por lo tanto la finalidad de sus

especificaciones **está en la prevención de la falla estructural**. Ejemplo, en un gran terremoto, un edificio puede sufrir daños estructurales y no estructurales considerables, pero mientras el edificio se mantenga en pie, o sea, no colapse se habrá cumplido con el propósito del reglamento de construcción y sus normas correspondientes.

En los últimos años ha habido intentos por poner en marcha programas institucionales con el fin de actualizar y / o modificar reglamentos de construcción y hacer eficientes los mecanismos que aseguren su aplicación real. Los resultados de dichos trabajos han sido en general escasos y parciales, algunas veces debido a que solo después de algunos desastres surge un mecanismo de interés tanto de autoridades como de profesionales locales para poner al día su reglamentación y en segundo lugar porque no siempre se dispone de recursos económicos y humanos calificados par llevar a cabo estas tareas.

2.1 El Proyecto Arquitectónico

2.1.1 Requerimientos del Proyecto Arquitectónico

Para garantizar las condiciones de habitabilidad, funcionamiento y principalmente en la **Seguridad Estructural**, los proyectos arquitectónicos correspondientes deberán cumplir con los requisitos establecidos en este título V del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal para cada tipo de edificación y el Título VI del mismo Reglamento, respecto a la Seguridad Estructural.

El reglamento en sí no puede garantizar las condiciones mencionadas, ya que éstas han cambiado históricamente (por ejemplo; la ventilación, los cubos de luz, las dimensiones de los locales, etc.), y sin embargo, en todas las épocas se han podido cumplir con las condiciones de habitabilidad, aunque con estándares diferentes de los actuales. El Reglamento contiene criterios que deben ser respetados. Para la vivienda de interés social (mampostería), el Reglamento marcara lineamientos generales que deberán seguirse. Existen Normas que regulan la construcción de la Vivienda para cada organismo dedicado a su construcción.

2.1.2 Objetivos

- 1.- Tener una buena distribución de áreas.
- 2.- Ser eficiente o funcional.
- 3.- Suministrar confort.
- 4.- Proporcionar regularidad en su estructura.
- 5.- Facilitar la seguridad estructural.
- 6.- Obtener una buena planeación para su ejecución.
- 7.- Comunicar a los demás participantes las ideas que lo constituyen mediante el suministro de planos.

2.1.3 El Proyecto Arquitectónico dentro del título de Seguridad Estructural (Referencia 16)

La importancia del Proyecto Arquitectónico dentro del título de Seguridad Estructural, obedece a la intención de destacar la importancia desde la concepción del proyecto arquitectónico se consideren aquellos factores que mayormente incidan en la seguridad, con especial atención a los asentamientos en el comportamiento sísmico de la construcción. De esta manera se evita que el proyecto estructural se tenga que recurrir a soluciones forzadas y antieconómicas para proporcionar seguridad a construcciones cuya forma y distribución de elementos resistentes son poco favorables. A este respecto en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño Sísmico en su capítulo seis se establece una lista de requisitos para que la estructuración de un edificio

pueda considerarse como regular; el cumplimiento de estos requisitos depende de una buena parte de características ligadas al Proyecto Arquitectónico.

Además es de vital importancia guardar una separación adecuada entre construcciones para evitar choques durante la ocurrencia de un sismo, como lo especifica el **Artículo 141** del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y las Normas Complementarias para el Diseño Sísmico, en su apartado **1.10**; además de asegurar que los recubrimientos exteriores e interiores sean de materiales cuyo desprendimiento no puedan causar daños a personas o, en caso contrario, de que estos se fijen eficazmente a la estructura; cualquier modificación que se haga en el proyecto arquitectónico que afecta a la estructuración básica, debe ser tomada en cuenta en el diseño y aprobada por el Responsable en **seguridad estructural**, en caso de no ser el responsable deberá asumir la aprobación el Corresponsable en Seguridad Estructural. La importancia de estos elementos no estructurales son los muros divisorios o de fachada de Mampostería, que se usan normalmente en las que van a recibir más cargas como las construcciones con concreto, si estos muros se ligan a la estructura principal se modificará radicalmente su rigidez y su comportamiento ante cargas laterales. Es muy importante que la posición y condiciones de liga de estos elementos con la estructura principal sea congruente con lo supuesto en el proyecto.

El problema que se puede tener al no dejar una separación entre dos edificaciones, es que se golpean entre sí durante un sismo, las juntas de separación (estructuras conectadas arquitectónicamente para formar un solo edificio), y la rigidez (ya que influye en el desplazamiento y, por tanto, en la magnitud de la separación requerida para prevenir el contacto). El golpeteo entre edificios se incluye en el estudio de la configuración porque se relaciona con la localización del edificio en relación con otras estructuras.

En las Normas Complementarias para Diseño por Sismo, capítulo I apartado 1.10; se especifica que, toda edificación deberá separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor a 5 cm, ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentando en 0.001, 0.003 y 0.006 veces la altura de dicho nivel sobre el terreno, en las zonas I, II ó III, respectivamente.

Uno de los principales problemas que se tiene que plantear en la planeación de cualquier edificio es su localización en relación con la colindancia del terreno y estructuras adyacentes. En general se sabe que los edificios oscilan durante los terremotos, pero no siempre se tiene en cuenta que los edificios adyacentes pueden oscilar, primero alejándose y luego acercándose entre sí, cada uno con su propio período natural de vibración.

Se debe anotar en los planos **arquitectónicos** y en los estructurales la separación que deben dejar en los linderos y entre cuerpos, o sea, la separación entre las edificaciones según sea el caso; Esto es con la finalidad de tener una Seguridad de que no se golpearán las edificaciones en un sismo, según lo establecen las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo.

Los criterios de los reglamentos de construcción para la separación de edificios o componentes adyacentes nunca han sido satisfactorias, totalmente a causa de otros problemas diferentes que

están involucrados, ejemplo: en la colindancia de los predios, los propietarios no acceden a dejar la separación de colindancia por no perder parte de su predio.

2.1.4 La Importancia de la Planificación del Proyecto Arquitectónico.

El diseño arquitectónico tiene por objeto investigar las necesidades de los seres o grupos humanos. Proponer soluciones que den funcionalidad, confort y seguridad a los espacios y volúmenes que requieran los habitantes.

El diseño arquitectónico es un proceso que cubre muchos niveles. En este caso el proyectista de viviendas, tiene que considerar en forma simultánea una gran cantidad de tareas y un gran número de opciones; como su costo posible, controlando las especificaciones de construcción y las cantidades de obra ejecutada. En primer lugar, se lleva a cabo el análisis de los claros y de las alturas interiores que conforman la estructura y de los elementos que darán rigidez a la estructura contra sismos.

Es imposible reproducir en palabras este complejo proceso; en consecuencia, no se puede reproducir el conocimiento concurrente del programa, reglamentos, presupuestos, posibilidades funcionales, opciones estructurales y mecánicas de la forma arquitectónica. Cuanto más, podrán identificarse los componentes y tratarse por separado, pero no al mismo tiempo, como lo realiza el Arquitecto; además los tipos de vivienda o prototipos, no se deben tomar como una receta, ya que serán ilustraciones que nos aclaren el problema.

Como ya mencionamos el diseño arquitectónico es un proceso muy complejo, pues cada género de edificio en este caso, de la vivienda, posee diferentes estructuras funcionales y especiales. De igual manera que cada proyecto es diferente: no se puede establecer una norma para solucionar un tipo de proyecto, pues cualquier género de vivienda posee características únicas en su estructura espacio funcional que atiende a necesidades particulares. Sin embargo, una actitud “normalizadora” de los criterios de diseño se aplican sobre todo al trabajar producciones seriadas de elementos arquitectónicos, refiriéndonos a conjuntos habitacionales.

Dentro de este tipo de proyecto está lo que se llama, la vivienda pequeña, que consideraría la construcción de vivienda mínima de dos niveles, que constituye la tarea más social, humana y agradable. Su solución debe corresponder en cada caso particular, al deseado por el cliente y exigido por las interrelaciones locales. En el caso ideal será la solución adecuadas, para la cual en modo alguno pueden existir otras alternativas.

Las Normas que Existen para dar una reglamentación a éste tipo de vivienda, es única y exclusivamente para dimensionar los espacios que conformarán el Proyecto Arquitectónico, y que además aquí no se toma en cuenta la Seguridad Estructural la cual es muy importante.

2.1.5 Concepto General Del Desarrollo Constructivo de Un Proyecto Arquitectónico

2.1.5.1 Planos Arquitectónicos (Referencia 30.)

Alcances de trabajo de los planos

Estos planos tienen como primer objetivo, sintetizar todos los datos relativos al programa arquitectónico en cuanto al número de locales, dimensiones ubicación y relación entre los mismos. (revisión del programa y de los diagramas de funcionamiento de referencia. Revisión de datos topográficos.)

Además se determina el control de los elementos para el trazo y localización de las áreas y los elementos construidos, mediante la numeración de los mismos (y de sus paños límites), y la definición y sus niveles y ejes de trazo básico en plantas de conjunto y de secciones, en alzados y en cortes.

Para realizarse un buen proyecto arquitectónico se debe tener una **comunicación**, que es el medio por el cual el Arquitecto transmitirá la información de su proyecto a los demás participantes. La principal causa de los problemas y fracasos en la obra, radican en que los planos del proyecto arquitectónico así como los estructurales tienen una mala o deficiente elaboración en los detalles dibujados. Que a su vez pueden atribuirse a:

1. Poca atención al detalle de las fases del proyecto. La redacción del proyecto y la solución de detalles debe ser un trabajo coordinado; al irse materializando los detalles del proyecto arquitectónico.
2. Errores e insuficiencias de los planos del proyecto arquitectónico para su construcción. Los planos han de ser de fácil interpretación, bien pensados exhaustivamente acotados con márgenes razonables de tolerancias. Con suficientes secciones, debidamente identificadas las hojas con que se relaciona cada plano y, sobre todo, prácticos y sencillos.
3. Corrección de planos; todos estos casos, y otros más, pueden obligar a corregir los planos, y no, consideran a fondo cómo afectan a otras operaciones, o sea, en la obra no se den cuenta de que se ha producido un cambio; las correcciones pueden ser una fuente de problemas. Y que esto no garantiza una buena o aceptable **Seguridad estructural**.

2.2 Proyecto Estructural

El diseño estructural se define como un conjunto de actividades que desarrolla el ingeniero estructural para determinar las características, de tal manera que nos permita garantizar la resistencia de las cargas a las que ésta va a estar sujeta en las diferentes etapas de su vida útil, sin llegar a la falla, pudiendo sufrir daño menores.

A una estructura determinada, la debemos concebir como un sistema global, el cual, a su vez, está integrado por un conjunto de subsistemas que a la vez están constituidos por elementos estructurales y que deben combinar en forma precisa para cumplir con la función a la que fueron destinados.

Además todos estos subsistemas deben interactuar de tal manera que en el diseño tomen en cuenta la relación existente entre ellos y así, poder lograr el objetivo final del diseño estructural, el cual es: *producir estructuras que den un mejor rendimiento en su vida útil y una seguridad estructural adecuada*, es decir, que sean seguras y económicas.

Los Códigos o Reglamentos de cada entidad federativas; respecto al Diseño Estructural reúnen los requisitos que han de tener las estructuras para que ofrezcan una seguridad apropiada contra la falla y contra ocurrencias de estados límite

Este documento no pretende ser un código o reglamento exhaustivo del proceso del diseño estructural, sino que su fin es sólo el de proponer criterios estructurales que sean punto de partida de la labor de los proyectistas y una guía en el proceso de toma de decisiones, desde la selección del sistema estructural hasta las especificaciones finales, considerando además la determinación de solicitaciones estructurales, análisis y dimensionamiento.

La mayoría de los códigos o reglamentos de cada entidad federativa existentes, tratan de cumplir con el objetivo anterior en forma y procedimientos de diseño que llevan implícitas consideraciones conservadoras: en las cargas, en las propiedades de los materiales y en las expresiones mismas de diseño. Esta forma de proceder tiene varias limitaciones:

- a) *Debido a que los procedimientos de diseño se desarrollan en forma independiente para cada elemento de la estructura no necesariamente tienen una similitud entre el correspondiente grado de seguridad que se obtiene para estructuras de materiales distintos, como entre el acero y el concreto.*
- b) *Los requisitos de Seguridad Estructural para cada material se van ajustando con el tiempo con base en las experiencias que se obtienen sobre el comportamientos de las estructuras diseñadas. Esto quizás asegure que para las estructuras tipo los diseños vayan tendiendo a los óptimos; pero no permite extrapolar estas experiencias a materiales y sistemas constructivos distintos.*

Considerando lo anterior, la versión del Título de Diseño Estructural del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal contiene, en su cuerpo, los requisitos generales de seguridad para todas las estructuras, mientras que en las Normas Técnicas Complementarias se dan recomendaciones específicas para las estructuras de Concreto, Acero, **Mampostería** y Madera entre otras.

2.2.1 Planteamiento de los criterios de diseño estructural (Conceptos fundamentales)

Sistema Estructural. Toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita la transmisión y resistencia adecuada de las cargas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar además con una cimentación que garantice la correcta transmisión de las cargas al subsuelo.

Estados Límite, Artículo 148. Se requiere que las construcciones cumplan con determinado requisitos de funcionamiento, independiente del material y sistema constructivo empleado, por tanto, en el diseño hay que definir inicialmente contra que se quiere tener seguridad, es decir, después de qué límites el comportamiento de una estructura se considere inaceptable. Estas condiciones extremas se han denominado **estados límite**, distinguiéndose estados límites **de falla** que corresponden al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura, y los de **servicio**, que corresponden a condiciones que afectan el funcionamiento de la construcción (flechas o vibraciones excesivas, agrietamiento, daño en elementos no estructurales).

Acciones. Es necesario considerar cuáles son las cargas que pueden afectarla y llevarla a un estado límite, estas cargas son referidas en el artículo 150 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y las intensidades de estas cargas para el diseño se definen en las Normas Técnicas Complementarias sobre criterios y acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, estas cargas suelen ser, **cargas muertas y cargas vivas**. Con fin de diseño, las cargas se representan usualmente por medio de sistemas de cargas o de deformaciones impuestas cuyo efecto sobre la estructura se supone equivalente al de las acciones reales. La estructura, deberá revisarse ante las combinaciones más desfavorables de acciones que puedan presentarse. Para formar las distintas combinaciones conviene clasificar las acciones de acuerdo con la duración en que actúan con máxima intensidad. Así, pueden distinguirse las **acciones permanentes**, que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse con el tiempo, como las **cargas muertas** y los empujes de tierras. Las **acciones variables** actúan sobre la estructura en un lapso considerable pero con una intensidad que varía en forma significativa con el tiempo, como la **carga viva** y los efectos de temperatura. Las **cargas accidentales** pueden tomar valores significativos solo durante períodos muy cortos, como son los efectos de **sismo principalmente** y los del viento.

Resistencia. En este contexto puede definirse la resistencia como la intensidad de una acción o del efecto de una combinación de acciones, que conducirían a la estructura a un estado límite. La resistencia de un elemento estructural puede determinarse por medio de procedimientos analíticos en función de algunas propiedades mecánicas y geométricas de la estructura.

Factores de Seguridad, Artículo 150. Para lograr que la estructura tenga la confiabilidad deseada hay que diseñarla para que su resistencia esperada exceda al efecto esperado de las acciones que pueden provocar cierto estado límite como son las permanentes, variables o accidentales principalmente, ya que al incrementar las cargas vivas la estructura estará sometida a cargas que nos producirán esfuerzos no calculados. Llevándonos a la falla de la estructura en ocasiones hasta el colapso de la estructura (edificación).

2.2.1.1 Estados Límite de Falla y Servicio

Los artículos siguiente donde se definen dichos estados limite están contenidos en el cuerpo del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, y son los siguientes:

ARTÍCULO 148.- Se considerará como estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente su resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

ARTÍCULO 149.- Se considerará como estado límite de servicio la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas. Los valores específicos de estos estados límite se definen en las Normas.

Desplazamientos; en las edificaciones comunes sujetas a acciones permanentes o variables, la revisión del estado límite de desplazamientos se cumplirá si se verifica que no se excedan los valores siguientes:

- a) Un desplazamiento vertical en el centro de trabes en el que se incluyen efectos a largo plazo, igual al claro entre 240 más 5 mm; además, en miembros en los cuales sus desplazamientos afectan a los elementos no estructurales, como los muros de mampostería, que no son capaces de soportar desplazamientos apreciables, se considera como estado límite a un desplazamiento vertical, medido depuse de colocar los elementos no estructurales, igual al claro de la trabe entre 480 más 3 mm. Para elementos en voladizo los límites se duplicarán.
- b) Un desplazamiento horizontal relativo entre dos niveles sucesivos de la estructura, igual a la altura del entre piso dividido entre 500, para edificaciones en las cuales se hayan unido los elementos no estructurales capaces de sufrir daños bajo pequeños desplazamientos; en otros casos, el límite será igual a la altura del entre piso dividido entre 250. para diseño sísmico o por viento se observará lo dispuesto en los códigos o normas correspondientes.

“Artículo 154; El propietario o poseedor de la vivienda será responsable de los perjuicios que ocasione el cambio de uso de la vivienda, cuando produzca cargas vivas mayores a las de diseño o haga cambios por ejemplo en demoler algún muro considerado como de carga ocasionando de ésta manera una pérdida de rigidez en la vivienda”.

El artículo 159 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, da cabida a otros procedimientos de diseño (si se justifican). Sin embargo, el requisito de que se comprueben los resultados y la falta de normas técnicas que contengan métodos y requisitos detallados para la vivienda de interés social (mampostería), que hacen poco práctica su utilización.

Cabe llamar la atención sobre los peligros de mezclar códigos y procedimientos de diseño de distinta procedencia. Debido a que cada código trate de llegar a los niveles de seguridad que considera adecuados mediante el uso de factores de seguridad incluidos en las diferentes etapas del diseño y que el peso que se da a los diferentes factores parciales es diferente de uno a otro código, esto implica que se llegue a resultados inseguros o excesivamente conservadores, por ejemplo si se toman las cargas y factores de carga de un reglamento, mientras que se calculan las resistencias con los criterios de otros; por lo que es aconsejable y recomendable hacer uso de códigos y normas de cada entidad federativa.

2.2.2 Procedimientos Para la Evaluación de la Seguridad Estructural

2.2.2.1 Alcances.

- 1) Definir las acciones que pueden obrar sobre las construcciones, así como sus posibles efectos sobre ellas y la forma de tomarlos en cuenta para fines de diseño estructural.
- 2) Establecer las condiciones de seguridad y de servicio que deberán revisarse al realizar el diseño estructural de una edificación (vivienda de interés social), así como los criterios de aceptación relativos a cada una de dichas condiciones, de manera de satisfacer lo estipulado en los códigos o reglamentos de cada entidad , para el caso del Distrito Federal lo estipulado en el artículo 147 del reglamento.
- 3) Establecer las combinaciones de acciones que deberán suponerse aplicadas simultáneamente para revisar cada una de las condiciones de acuerdo con lo que menciona en el inciso anterior.

2.2.2.2 Acciones de Diseño.

En lo referente a estas acciones el artículo 150 del Reglamento de Construcción nos dice que; En el diseño de toda estructura deben tomarse en cuenta los efectos de las cargas **muertas, vivas, sismo y viento**, cuando este último sea significativo. Las intensidades de estas acciones que deban considerarse en el diseño y la forma en que deban calcularse sus efectos se especifican en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

Tipos de acciones según su duración; se consideran tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre la estructura con su intensidad máxima:

- 1) **Las acciones permanentes** son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta

categoría son: **las cargas muertas**, el empuje estático de los suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como las debidas al preesfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos;

- 2) **Las acciones variables** son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo. Las principales acciones que están en esta categoría son: **la carga viva**, los efectos de temperatura, las deformaciones impuestas a los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo; y
- 3) **Las acciones accidentales** son las que no se deben al funcionamiento normal de la estructura y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves de tiempo; pertenecen a esta categoría: **las acciones sísmicas**, los efectos del viento y otros fenómenos que puedan presentarse en casos extraordinarios. de las acciones, la más importante para el diseño de las viviendas de interés social (casa habitación) **es el sismo**. El efecto de los sismos en una construcción, a diferencia de las cargas muertas y vivas no puede ser estudiado como una acción permanente o semipermanente.

2.2.2.3 Acciones Permanentes

Cargas muertas; definición y evaluación. Se considera como carga muerta los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y que tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se utilizarán valores mínimos probables cuando sea más desfavorable para la estabilidad de las estructuras considerando una carga muerta menor, como en el caso de volteo, flotación, lastre y succión producida por viento. En otros casos se emplearán valores máximos probables.

Pesos muertos de losas de concreto; el peso muerto calculado de losas coladas en el lugar se incrementan en 20 Kg/m^2 . cuando sobre una losa colada en el lugar o precolada, se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se incrementa también en 20 Kg/m^2 , de manera que el incremento total será de 40 Kg/m^2 . tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se modificarán en proporción a los pesos volumétricos.

Empuje estático de tierras y líquidos; las fuerzas debidas al empuje estático de suelos se determinarán de acuerdo con lo establecido en las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones.

Para valuar el empuje de líquidos sobre la superficie de contacto con el recipiente que lo contiene se supondrá la presión normal por unidad de área sobre un punto cualquiera de dicha superficie es igual al producto de la profundidad de dicho punto con respecto a la superficie libre del líquido por su peso volumétrico.

2.2.2.4 Acciones Variables

Cargas vivas; definición y evaluación. Se consideran cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente, estas cargas se tomarán iguales a las especificaciones siguientes:

Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios o de otros materiales, ni el de muebles, equipos u objetos de pesos fuera de lo común, como cajas fuertes de gran tamaño, archivos importantes, libreros pesados.

Cuando se prevean estas cargas deberán cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de las cargas vivas especificadas. Los valores adoptados deberán justificarse en la memoria de cálculo e **indicarse en los planos estructurales.**

Tabla 6.1 Cargas vivas unitarias, kN/m² (kg/m²)

Destino de piso o cubierta	W	W _s	W _m	Observaciones
a) Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	0.7 (70)	0.9 (90)	1.7 (170)	1
b) Oficinas, despachos y laboratorios	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	2
c) Aulas	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	
d) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.4 (40)	1.5 (150)	3.5 (350)	3 y 4
e) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	0.4 (40)	3.5 (350)	4.5 (450)	5
f) Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares)	0.4 (40)	2.5 (250)	3.5 (350)	5
g) Comercios, fábricas y bodegas	0.8W _m	0.9W _m	W _m	6
h) Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15 (15)	0.7 (70)	1.0 (100)	4 y 7
i) Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente.	0.05 (5)	0.2 (20)	0.4 (40)	4, 7, 8 y 9
j) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 (15)	0.7 (70)	3 (300)	
k) Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	0.4 (40)	1.0 (100)	2.5 (250)	10

Las cargas uniformes de la tabla 6.1 se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

Únicamente aremos referencia a la observación numero uno, cuatro, siete, ocho y nueve referidas en los apartados “a, h, i” de la tabla 6.1:

¹ Para elementos con área tributaria mayor de 36 m^2 , **Wm** podrá reducirse, tomando su valor igual a $100 + (420 \cdot A^{-1/2})$ (Kg/m^2); donde A es el área tributaria en m^2 . cuando sea mas desfavorable se considerará en lugar de **Wm**, una carga de 500 Kg. aplicada sobre un área de $5 \times 5 \text{ cm}$ en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, se considera en lugar de **Wm**, cuando sea mas desfavorable, una carga concentrada de 250 Kg, para el diseño de los elementos de soporte y 100 Kg, para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicados en la posición mas desfavorable.

Se consideran sistemas de piso ligeros aquellos formados por tres o mas miembros aproximadamente paralelos o separados entre sí no mas de 80 cm y unidos con una cubierta de madera contra chapada, de duelas de madera bien clavadas u otros materiales que proporcionen una rigidez equivalente.

⁴Para el diseño de los pretilos y barandales en escaleras, rampas, pasillos y balcones, se deberá fijar una carga por metro lineal no menor de 100 Kg/m , actuando al nivel de pasamanos y en la dirección mas desfavorable.

⁷Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios, ni las que se deben a equipo u objetos pesados que puedan apoyarse en o colgarse del techo, estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

Adicionalmente, los elementos de las cubiertas y azoteas deberán revisarse con una carga concentrada de 100 Kg en la posición más crítica.

⁸Además, en los fondos de los valles de techos inclinados se considerará una carga debida al granizo de $30 \text{ Kg}/\text{m}^2$ de proyección horizontal del techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se considera como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le aplicaran los factores de carga correspondiente según se menciona en el párrafo de combinación de acciones.

El criterio para realizar una correcta estructuración (es decir, un buen proyecto estructural) se adquiere a través del tiempo y a partir de la experiencia; sin embargo, es posible aplicar ciertas reglas sencillas para lograr resultados aceptables buenos:

- a) Debe estudiarse el plano arquitectónico cuidadosamente. Establezca la disposición de los muros y de los locales que contenga la construcción
- b) Observe la coincidencia de muros situados en niveles sucesivos para así plantear los muros que serán de carga y los que serán divisorios.
- c) Definir las puertas, ventanas, troneras y, en general, las aberturas que contenga cada muros para juzgar si se considera la colocación de dalas y castillos que son elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos principales, estos se

colocaran en el perímetro de toda abertura cuyas dimensiones horizontal o vertical excedan de la cuarta parte de la longitud del muro o las dimensiones de la ventana sea de 60 cm, hasta dos metros el confinamiento vertical se colocará con altura igual a la del muro. Cuando la abertura sea mayor a dos metros únicamente se colocará el confinamiento vertical a lo ancho del muro.

- d) Analice si es posible plantear tableros de mediana dimensión en planta baja para evitar un excesivo gasto de tramos de cimentación. Un tablero puede cubrir locales pequeños (medios baños, alacenas, etc.) mediante la disposición de muros divisorios entre ellos.
- e) Recordar que es conveniente repetir en azotea las trabes que se planeen en entrepiso con carga de muro para así aligerar la carga sobre estas.

2.2.2.5 Acciones Accidentales

Estas cargas establecen las bases y requisitos generales mínimos de diseño para que las estructuras tengan seguridad estructural adecuada ante los efectos principalmente de los sismos, estas cargas o acciones accidentales **son las sísmicas y el viento entre otras**, las acciones que serán consideradas principalmente como ya se mencionó son las sísmicas, ya que las acciones por viento serán consideradas cuando la edificación exceda de 13 m. de altura, o sea, que no se consideran en edificaciones con una altura menor o igual a 13 m. de altura. Los métodos de análisis y los requisitos se detallan en las Normas Técnicas Complementarias.

El objetivo del diseño sísmico de las estructuras es lograr las tres características que rigen el buen comportamiento sísmico: **resistencia, rigidez y ductilidad**. En las estructuras de mampostería como es el caso de la vivienda de interés social, la resistencia es proporcionada por los muros alineados en cada dirección, que deben resistir las acciones completas debidas al sismo.

2.2.2.6 Evaluación de la Seguridad Estructural

Se revisará que para las distintas combinaciones de acciones, la seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de las acciones, se consideran dos categorías de acciones:

1. Combinaciones que incluyen acciones permanentes y acciones variables. Se consideran todas las acciones permanentes que actúan sobre la estructura y las distintas acciones variables, de las cuales la más desfavorable se tomará con su intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea, o bien todas ellas con su intensidad media cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo.

Para este tipo de combinaciones deberán revisarse todos los posibles estados límite, tanto de falla como de servicio.

Entran en este tipo de combinaciones la de carga muerta más carga viva. Se empleará en este caso la intensidad máxima de la carga viva manifestada en el reglamento de

construcción, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se tomen en cuenta distribuciones más desfavorables de la carga viva, deberán tomarse los valores de la intensidad instantánea manifestadas en el cuerpo del reglamento de construcción.

- II. Combinaciones que incluyen acciones permanentes, variables y accidentales. Se considerarán todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.

En ambos tipos de combinaciones todas las acciones se tomarán con sus intensidades nominales, y sus efectos deberán multiplicarse por los factores de carga apropiados como son:

- I. Para combinaciones que incluyen exclusivamente acciones permanentes y variables se tomará $F_C = 1.4$
- II. Para combinaciones de acciones que excluyen una acción accidental, además de las acciones permanentes y variables, se tomará $F_C = 1.1$
- III. Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura se tomará $F_C = 0.9$
- IV. para revisión de estados límites de servicio se tomará en todos los casos $F_C = 1$

2.2.2.6.1 Factores de Resistencia

El factor de resistencia F_R por el cual deberá multiplicarse la resistencia nominal, será fijado con base el tipo de estado límite para los distintos materiales y sistemas estructurales, estos factores se verán más adelante.

2.2.2.6.2 Cargas Muertas

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán los pesos unitarios específicos de cada material que serán utilizados como se aprecia en el apartado del proyecto estructural, además estas cargas se verán afectadas adicionando una carga de $20 \frac{kg}{cm^2}$, si se trata de concreto o losas de concreto armado.

2.2.2.6.3 Cargas Vivas

Se consideran cargas vivas a las fuerzas gravitacionales que obran en una construcción y que no tienen carácter permanente, en el diseño deberán considerarse los valores nominales de las cargas vivas especificados por unidad de área y en función del uso del piso o cubierta en cuestión.

La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en el suelo, así como en el diseño estructural, ante cargas gravitacionales, de los cimientos.

La carga instantánea **W_a** se deberá usar para diseñar por sismo y por viento.

La carga media **W** se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos en materiales poco permeables (limos y arcillas) saturados.

Los valores para cada una de las cargas vivas mencionadas los podemos obtener de la tabla de la página 218 de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

Observaciones

Por lo menos en una estancia o sala – comedor de los que contribuyen a la carga de una viga, columna u otros elementos estructurales de una casa - habitación, edificio de apartamentos o similar, deberá considerarse para diseño estructural una carga viva máxima de $250 \frac{kg}{m^2}$ que podría considerarse como el caso más desfavorable, y en los demás casos según corresponda al área tributaria, $W_m = 100 + \frac{420}{\sqrt{A}}$; en kg/m^2 , para $A > 36 m^2$. Esto es lo que maneja el reglamento de construcción del Distrito federal; El estudio de Cargas Vivas Máximas para la Vivienda de Interés Social que realizó el Instituto de Ingeniería para el INFONAVIT, dá las siguientes recomendaciones:

Se **propone** una ley de variación de cargas vivas máximas de diseño para departamentos habitación de interés social. Esta ley es distinta a la que recomienda para diseño de casa habitación el RCDF-2003

La ley de reducción propuesta es la siguiente:

$$W_m = 60 + \frac{780}{\sqrt{A}}; \text{ en } kg/m^2, \text{ para } A > 36 m^2$$

$$W_m = 190 \frac{kg}{m^2}, A \leq 36 m^2$$

donde W_m representa la carga viva máxima de diseño.

Estas recomendaciones que se hacen por parte del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y el Instituta de Ingeniería, se realicen, ya sea una o la otra, es importante tener en cuenta ya que es muy frecuente que los edificios cambien de uso, porque en ocasiones se coloca la estructura bajo condiciones para las que no fue diseñada. Por lo cual, es de suma importancia que los ingenieros y arquitectos concienticen a los usuarios de los riesgos que implica cambiar el uso de las construcciones.

Normalmente el diseño de la vivienda se realiza con las cargas vivas máximas señaladas por el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal que son de $170 kg/m^2$, ya que el realizar el diseño con las cargas recomendadas por el Reglamento de Construcción para el

Distrito Federal y las del Instituto implican un costo mayor el cual los constructores y propietarios no están dispuestos a solventar.

Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de tabique ni de otros materiales de peso comprobable, libreros sumamente pesados ni el de otros objetos no usuales. Cuando se prevean tales cargas deberán diseñarse elementos estructurales destinados a ellas.

Las cargas especificadas para pisos de azotea no incluyen las cargas producidas por tinacos de agua y tanques de gas. Estas deberán preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

En el diseño de pretilas de azotea y barandales para escaleras, rampas, pasillos y balcones, se supondrá una carga viva horizontal no menor de 100 kg/m actuando al nivel y en la dirección más desfavorable.

Además, en los valles de techos se considerará una carga debida al granizo, de 30 kg/m², esta carga normalmente no es considerada debido a que no es muy frecuente en tiempo de lluvias la presencia del granizo.

En el procedimiento de diseño se exige revisar en forma independiente la seguridad de la estructura contra colapsos y su comportamiento en condiciones de servicio.

El procedimiento para la revisión de la seguridad se resume en la expresión, $F_R R \geq \sum F_C S$, donde “F_R” es el factor de resistencia, “R” es la resistencia nominal, “F_C” es el factor de carga y “S” es la suma de todas las cargas, o sea, hay que revisar que, para cada combinación de cargas que pueden afectar la estructura cumpla así, la suma de los efectos de las cargas multiplicado por un factor de carga, el valor obtenido en la operación de estos términos, no exceda de la resistencia nominal multiplicado por un factor reductivo de resistencia.

La forma de obtener los distintos valores en la expresión general se detalla con el siguiente ejemplo; para los casos comunes habrá que revisar la combinación de cargas muertas más cargas vivas de diseño y la combinación de cargas muertas más cargas vivas más sismo. La suma de fuerzas internas por estas acciones deberán multiplicarse por el factor de carga correspondiente (en general 1.4 para el primer caso y 1.1 para el segundo caso) y el coeficiente sísmico es de 1.5, y deberá compararse con la resistencia de diseño que se obtendrá en general de las disposiciones complementarias y que viene ya afectada de un factor reductivo.

2.2.2.6.4 Factores de Resistencia

Los resistencias deberán reducirse por un factor de resistencia, F_R. Se acepta aplicar estos valores en aquellas modalidades constructivas y de refuerzo cuyos valores del factor de resistencia serán los siguientes:

En muros sujetos a compresión axial; $F_R = 0.6$, para muros confinados o reforzados interiormente y $F_R = 0.3$, para muros no confinados ni reforzados interiormente.

En muros sujetos a flexo compresión; $F_R = 0.8$, si $P_U \leq \frac{P_R}{3}$, y $F_R = 0.6$, si $P_U > \frac{P_R}{3}$.

En muros sujetos a fuerza cortante; $F_R = 0.7$, para muros diafragma, muros confinados y muros con refuerzo interior y $F_R = 0.4$, para muros no confinados ni reforzados interiormente.

Por otra parte también deberán verificarse las condiciones de servicio, o sea, que bajo el efecto de las cargas (sin ser afectadas por el factor de carga) no se excedan los límites establecidos por flechas, agrietamientos, vibraciones y otros daños que afecten el funcionamiento, pero no la capacidad de la estructura, ya que toda estructura deberá diseñarse de tal manera que se de cabida al diseño por esfuerzo de trabajo (diseño elástico) con el que están familiarizados la mayoría de los proyectistas.

2.2.2.7 Combinación de Acciones.

La seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinación de las acciones:

- 1) Para las combinaciones que incluyen acciones permanentes y acciones variables, se consideran todas las acciones permanentes que actúan sobre la estructura y las distintas acciones variables, de las cuales la más desfavorable se tomará con su intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea, o bien todas ellas con su intensidad media cuando se trate evaluar efectos a largo plazo.

En ambos tipos de combinaciones los efectos de todas las combinaciones deberán ser afectadas o multiplicadas por los factores de carga apropiados de acuerdo a lo siguiente: para determinar el **factor de carga F_C** , que debemos aplicar se considerarán los criterios siguientes: para combinaciones de acciones permanentes y variables que son cargas muertas y vivas se aplica un factor de carga $F_C = 1.4$, pero cuando se trata de una combinación de acciones permanentes, variables y accidentales (se deben considerar todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación) se tomará un factor de carga $F_C = 1.1$ aplicado a los efectos de todas las acciones que intervienen en la combinación. Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, el factor de carga es $F_C = 0.9$, y por último para revisión de estados límites de servicio se tomará en todos los casos un factor de carga $F_C = 1$.

“Para la combinación de carga muerta más carga viva, se empleará la intensidad máxima de la carga viva señalada en los códigos o reglamentos de cada entidad para el caso del Distrito Federal **las cargas vivas consideradas son:** para habitación (casa habitación, departamentos, viviendas, dormitorios cuartos de hoteles, internados de escuelas cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares) Carga media 70 Kg/m²; Carga instantánea 90 Kg/m²;

Carga máxima 170 Kg/m^2 ; considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se toman en cuenta distribuciones de la carga viva mas desfavorables que la uniformemente repartida, deberán tomarse los valores de la carga instantánea en especificada anteriormente”.

- 2) Para las combinaciones que incluyen acciones permanentes, variables y accidentales, se consideran todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.

2.2.3 Espectros de Diseño y Coeficientes Sísmicos (Referencia 37)

Escalas Sísmicas; las escalas de intensidad clasifican a los temblores en términos de los daños en las construcciones, por lo tanto son subjetivos y depende del lugar donde se hayan originado y se observen los daños ocasionado por éste, lo más empleado es la Escala de Mercalli.

Comportamiento de las Estructuras; la respuesta o comportamiento de una estructura ante un sismo, dependerá de una serie de factores como son:

- 1) Grado de Violencia y Duración del Sismo.
- 2) Características de la Estructura.
- 3) Naturaleza del Suelo.

Las estructuras en realidad no son RIGIDAS sino que poseen cierto grado de FLEXIBILIDAD, es decir, son ELÁSTICAS y bajo un estado de sollicitación tienden a DEFORMARSE Y RECUPERARSE al cesar dichas sollicitaciones; esta recuperación a la deformación no es total, ya que esta deformación es mínimas e imperceptibles a simple vista.

2.2.3.1 Coeficientes Sísmicos; al formular estos coeficientes, se consideran las diversas zonas de la republica mexicana, tomando en cuenta datos sobre **intensidades y tiempos de recurrencia**, para la elección del Coeficiente Sísmico se deben tomar en cuenta una serie de factores como son: **tipo de estructuración, destino de la edificación y naturaleza del suelo. Los valores de los coeficientes sísmicos son mostrados en la tabla siguiente**, pero empleando los coeficientes sísmicos reducidos que se establecen en la tabla para construcciones del grupo B. Tratándose de las clasificadas en el grupo A estos coeficientes habrán de multiplicarse por 1.5.

Coeficientes sísmicos reducidos para el método simplificado, correspondientes a estructuras del grupo B (Referencia, 27)

Zona	Muros de concreto o de mampostería de piezas macizas			Muros de mampostería de piezas huecas		
	Altura de construcción, m			Altura de construcción, m		
	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13
I	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11
II y III	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.23

La elección del coeficiente para el diseño sísmico, en realidad la suposición de la intensidad SÍSMICA, que puede en un momento dado, afectar a las estructura en estudio; permitiéndonos obtener un comportamiento óptimo de la misma, con un costo de ejecución razonable.

2.2.3.2 Factores de Comportamiento Sísmico; *Para el factor de comportamiento sísmico, Q , a que se refiere, se adoptarán los valores especificados en alguna de las secciones siguientes, según se cumplan los requisitos en ellas indicados, únicamente aremos referencia a los factores $Q = 2$ y $Q = 1.5$ principalmente ya que con ellos se realiza el análisis sísmico en los distintos casos de la vivienda, por ejemplo para la vivienda de interés social el factor utilizado es el de $Q = 1.5$.*

Requisitos para $Q = 2$

Se usará $Q = 2$ cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada por losas planas con columnas de acero o de concreto reforzado, por marcos de acero con ductilidad reducida o provistos de contraventeo con ductilidad normal, o de concreto reforzado que no cumplan con los requisitos para ser considerados dúctiles, o muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de acero y concreto, que no cumplen en algún entrepiso lo especificado por las secciones anteriores, o sea, que no cumpla lo estipulado para $Q = 4$ y $Q = 3$ de este tema, o por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dalas, columnas o trabes de concreto reforzado o de acero que satisfacen los requisitos de las Normas correspondientes.

También se usará $Q = 2$ cuando la resistencia es suministrada por elementos de concreto prefabricado o presforzado, con las excepciones que sobre el particular marcan las Normas correspondientes, o cuando se trate de estructuras de madera con las características que se indican en las Normas respectivas, o de algunas estructuras de acero que se indican en las Normas correspondientes.

Requisitos para $Q = 1.5$

Se usará $Q = 1.5$ cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada en todos los entrepisos por muros de mampostería de piezas huecas, confinados o con refuerzo interior, que satisfacen los requisitos de las Normas correspondientes, o por combinaciones de dichos muros con elementos como los descritos para los casos de las secciones para $Q = 3$ y $Q = 2$, o por marcos y armaduras de madera, o por algunas estructuras de acero que se indican en las Normas correspondientes.

En todos los casos se usará para toda la estructura, en la dirección de análisis, el valor mínimo de Q que corresponde a los diversos entrepisos de la estructura en dicha dirección.

El factor Q puede diferir en las dos direcciones ortogonales en que se analiza la estructura, según sean las propiedades de ésta en dichas direcciones.

2.2.3.3 Condiciones De Regularidad

Las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo nos refiere que; *Para que una estructura pueda considerarse regular debe satisfacer los siguientes requisitos.*

- 1) *Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes. Éstos son, además, sensiblemente paralelos a los ejes ortogonales principales del edificio.*

- 2) *La relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5.*
- 3) *La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5.*
- 4) *En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera del entrante o saliente.*
- 5) *En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente.*
- 6) *No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión en planta medida paralelamente a la abertura; las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro, y el área total de aberturas no excede en ningún nivel de 20 por ciento del área de la planta.*
- 7) *El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que 110 por ciento del correspondiente al piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70 por ciento de dicho peso.*
- 8) *Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que 110 por ciento de la del piso inmediato inferior ni menor que 70 por ciento de ésta. Se exime de este último requisito únicamente al último piso de la construcción. Además, el área de ningún entrepiso excede en más de 50 por ciento a la menor de los pisos inferiores.*
- 9) *Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones sensiblemente ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.*
- 10) *Ni la rigidez ni la resistencia al corte de ningún entrepiso difieren en más de 50 por ciento de la del entrepiso inmediatamente inferior. El último entrepiso queda excluido de este requisito.*
- 11) *En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente, es, excede del diez por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.*

Estructura irregular; *Toda estructura que no satisfaga uno o más de los requisitos de la sección anterior será considerada irregular.*

Estructura fuertemente irregular; *Una estructura será considerada fuertemente irregular si se cumple alguna de las condiciones siguientes:*

- 1) *La excentricidad torsional calculada estáticamente, es, excede en algún entrepiso de 20 por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad mencionada.*
- 2) *La rigidez o la resistencia al corte de algún entrepiso exceden en más de 100 por ciento a la del piso inmediatamente inferior.*

Corrección por irregularidad; El factor de reducción Q' , se multiplicará por 0.9 cuando no se cumpla con uno de los requisitos 1 a 11 de la sección anterior referente a estos puntos, por 0.8 cuando no se cumpla con dos o más de dichos requisitos, y por 0.7 cuando la estructura sea fuertemente irregular según las condiciones de la sección referente a estructuras fuertemente irregulares. En ningún caso el factor Q' se tomará menor que uno.

Ejemplo: diseño por sismo, del reglamento y de las normas correspondiente debemos considerar cuatro factores:

a) La zona en la que se va construir; b) La clasificación de la construcción según su construcción; c) La clasificación de la construcción según el tipo utilizado en su estructuración; d) la reducción por ductilidad.

Suponemos que en nuestro caso la zona en la que se va edificar la construcción será la zona III, con espesor de material compresible de 20 metros, o sea, $H = 20$; la clasificación de la construcción según se uso es de casa habitación (grupo B1); la clasificación de la construcción según el tipo de estructura es a base de muros de carga (tipo 1); el factor Q , de reducción por ductilidad correspondiente al tipo de estructura 1, es de 2, según fija el caso 3 de lo citado para factores de Q de las normas para diseño por sismo, entonces queda, que el coeficiente sísmico para estructuras del grupo B1, para zona III (terreno compresible), es $c = 0.23$.

Dividiendo el coeficiente sísmico $c = 0.23$ entre el factor de reducción, $Q = 2$ tenemos que el coeficiente definitivo de diseño sísmico C_S es $C_S = c / Q = 0.23 / 2 = 0.115$.

La fuerza cortante horizontal máxima, V en la base de la construcción será igual a: $V = C_S \times W$
Por lo tanto, $V = 0.115 \times 111,017.08 \text{ Kg.} = 12766.96 \text{ Kg.} = 12.767 \text{ ton.}$ ($W =$ de la bajada de cargas) que es el cortante horizontal máximo en la base de la construcción, en su desplante sobre la cimentación.

2.2.4 Disposiciones Generales de las Cargas de Diseño

Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones:

- 1) La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales (verticales) y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales;
- 2) La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño **sísmico y por viento** y cuando se revisen distribuciones de cargas más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área;
- 3) La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas; y

- 4) Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área.
- 3) Los criterios de diseño para cargas de sismo y viento, así como para el de cimentaciones, se presentan en las normas técnicas correspondientes.

2.2.5 Criterios de Análisis Sísmico.

Existen algunos métodos de análisis sísmico recomendados por el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

De acuerdo con el reglamento, todas las estructuras se clasifican según su uso y destino, conforme a lo establecido en el artículo 139 del reglamento actual, (publicado el 29 – Ene. – 2005), que toma en cuenta la importancia de las mismas, en términos de lo que significa para la sociedad durante un sismo. En las normas se establecen los procedimientos de cálculo, los cuales se denominan métodos de análisis sísmico y **se clasifican en método estático, dinámico y método simplificado.**

El Método Estático, cuyo empleo se recomienda para estructuras que no alcanzan grandes alturas, a su vez se clasifican en: *método de análisis sísmico estático*, el cual se emplea en estructuras que no exceden de 60 metros de altura y *método de análisis sísmico simplificado*, para análisis de estructuras no mayores de 13 metros.

El método de análisis dinámico no se limita ningún tipo de estructura. Sin embargo, las Normas Técnicas Complementarias establecen la necesidad de realizar este análisis si la estructura rebasa los 60 metros de altura. **Dado que las estructuras para vivienda de interés social normalmente tiene una altura de 13 metros y rara vez exceden la altura mencionada, no es usual el empleo del método de Análisis Dinámico en ellas.** (Referencias Generales: 3, 16, 25, 26, 27 y 28)

2.3 Especificaciones de Construcción

definidos los trabajos y su ubicación mediante la referencia de planos arquitectónico y estructurales, en el mismo alcance se definirá los materiales, los procedimientos de ejecución, las pruebas, tolerancias y normas, las formas de cuantificación y pago, tanto en los aspectos generales, como en los particulares de cada edificación. También se indicará en ellas la responsabilidad directa de ejecución mencionándose al contratista respectivo y a la responsabilidad indirecta citando a los contratistas cuyos trabajos se relacionan (antes o después) en la ejecución del trabajo o concepto especificado.

2.3.1 Infraestructura

2.3.1.1 Desplante de cimentaciones

Los cimientos son los apoyos que sirven para tomar el peso de la vivienda y transmitirla al suelo de manera uniforme, las hay aisladas (para columnas) y corridas (para muros), las medidas de la cimentación dependen de la resistencia del terreno y del peso de la vivienda.

La construcción de la cimentación depende del tipo de suelo en que será desplantada, que se quiere decir con esto, si es un tipo de suelo tipo I podrá utilizarse una cimentación corrida de piedra basáltica hasta una cimentación de concreto ya sea aislada o corrida; para suelos tipo II (zona de transición) podrá construirse cimientos corridos ya sea de piedra basáltica o de concreto; para suelos tipo III (suelos arcillosos o de baja capacidad de carga) para viviendas deberá emplearse la construcción de losa de cimentación, ya que puedan presentarse asentamientos iguales y se evitara la fractura en la estructura de la vivienda, o sea, dar una seguridad estructural desde el desplante de la cimentación.

Si se trata de una cimentación hecha a base de piedra basáltica, deberá colocarse una plantilla de concreto con un espesor mínimo de 5 cm, la plantilla debe tener una resistencia a la compresión de $f_c' = 90$ a 100 kg/cm^2 (la dosificación de materiales que nos dará la resistencia antes mencionada es la siguiente: 1 saco de cemento, 6 $\frac{1}{2}$ botes de arena, 7 botes de agua y 2 $\frac{1}{4}$ botes de agua); de igual manera se colocara una plantilla de concreto a las cimentaciones de concreto, independientemente del peralte total de la mismas (ya sea, zapatas corridas, aisladas o losas de cimentación). Esto se realiza con la finalidad de dar un asentamiento uniforme a la cimentación y además poder trabajar las cepas con facilidad y limpias.

Para el caso de las cimentaciones de piedra, sobre la corona de esta debe colocarse una dala de concreto con una resistencia a la compresión de $f_c' = 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, (la dosificación de materiales que nos da la resistencia antes mencionada es: 1 saco de cemento, 4 botes de arena, 5 botes de grava con un tamaño de $\frac{3}{4}$ de pulgada y 2 $\frac{1}{2}$ botes de agua), sobre esta debe colocarse una impermeabilización para evitar la erosión del material que se colocó sobre la dala. Además, si se colocan castillos, estos deberán anclarse cuando menos una profundidad de 40 cm mínimo

2.3.1.1.1 Cimentación de Mampostería

La forma y dimensiones así como los materiales serán los indicados por el proyecto estructural. El ángulo formado por la horizontal y cualquiera de las caras laterales nunca será menor a 45°

Material y Equipo; Piedra brasa sin labrar, limpia sin excesiva porosidad, no de forma de laja, no ser menor de 30 cm por lado. No serán aceptadas piedras que en sus caras tengan materia extraña que pueda reducir la adherencia con el mortero. Para el mortero se usará cemento Pórtland normal tipo II, cal hidratada y arena de mina limpia, en proporción de 1:2:6 (1 saco de cemento:2 saco de cal hidratada: 6 botes de arena); las piedras mayores se colocarán en la capa inferior, se colocará la piedra bien asentada con mortero, cemento – cal – arena se acomodarán cuatrapeándose estas y juntas con mortero rellenándose los huecos entre ellas cuando se pueda con piedras chicas y mortero, antes de colocar la segunda capa de piedra se tendrá una capa de mortero no mayor de 3 cm de espesor; se colocará la segunda capa de piedra rellenándose los espacios con mortero y así sucesivamente. No se admiten juntas menores de 2 cm ni mayores de 5 cm, el coronamiento de la mampostería deberá ser horizontal con un ancho de 30 cm.

Forma de cuantificación y pago; La mampostería se cuantificará por metro cúbico y el pago se hará por metro lineal.

2.3.1.1.2 Cimentaciones de Concreto Armado

2.3.1.1.3 Zapatas de Concreto (aisladas y corridas)

Material y Equipo; Acero de refuerzo y concreto que den las resistencias antes mencionadas en las especificaciones de cada concepto, grasa, cepillo de alambre, duelas de madera y vibrador; además de un trasmiteo o teodolito.

Procedimiento de Ejecución; Se marcarán los ejes con teodolito o tránsito; la forma, dimensión y armado se sujetarán a lo indicado en planos estructurales; las varillas deberán estar libres de polvo, viruta, manchas de aceite, mortero o pintura; el almacenamiento, corte y habilitado del fierro se hará protegiéndolo de grasa, polvo o suciedad, el piso debe ser duro y limpio.

Los anclajes y preparaciones indicadas en los planos estructurales deberán quedar previstos antes del colado; la calidad de la cimbra estará sujeta a la aprobación de la supervisión, de la dirección de la obra; después de haber colocado la cimbra se mojará cuando menos una hora antes del colado, si quedan huecos se calafatearán con tiras de madera o papel, para evitar derrames de concreto.

Descimbrado se hará en plazos de 24 horas para concretos de resistencia rápida y 72 horas para concretos de resistencia normal.

2.3.1.1.4 Losas de Cimentación

Materiales y Equipo ; Acero de refuerzo y concreto de la resistencia y características indicadas en el apartado que hace referencia al acero de refuerzo y el concreto; grasa o aceite requemado

para evitar que la cimbra se adhiera al concreto, manguera, alambre del número 16 y cepillo de alambre.

Procedimiento de ejecución

La forma, dimensiones y armado se sujetarán a lo indicado en los planos estructurales, el acero del armado deberá estar limpio de polvo, manchas de aceite, virutas, mortero o pintura; los materiales se almacenarán protegiéndolos de la humedad, grasa y polvo; el piso deberá ser duro.

Las anclas y preparaciones indicadas en los planos deberán quedar previstos antes del colado, los anclajes para fijar elementos estructurales que se colocarán serán inmovilizados antes de colar y su posición será revisada con teodolito; se verificarán su posición y nivel antes y después del colado para hacer posibles correcciones.

2.3.1.1.5 Plantilla

Materiales y Equipo; El concreto debe ser elaborado con una resistencia a la compresión de $f'_c = 90 \frac{kg}{cm^2}$; a $f'_c = 100 \frac{kg}{cm^2}$; la superficie del terreno sobre la que será colocada la plantilla estará exenta de troncos, raíces, o cuerpos extraños que estorben o perjudiquen el trabajo, el terreno debe estar a nivele y perfectamente compactada, el espesor de la plantilla debe ser cuando menos de 5 cm si se trata de concreto, pero si es una plantilla elaborada con pedacera de tabique que se colocará sobre el terreno dando un espesor uniforme y huecos no mayores de 8 cm, una vez colocada y humedecida se vaciará un mortero de cemento – arena de proporción 1:6 (1 saco de cemento:6 botes de arena) de manera que llene los huecos dejados entre los tabiques.

Forma de cuantificar y pago; Se cuantificará por metro cúbico y la plantilla colocada se pagará por metro cuadrado.

2.3.2 Estructura

2.3.2.1 Concreto

Especificaciones Generales (Materiales y equipo).

Se empleará agua limpia, potable, exenta de aceites y materia orgánica. Los agregados están exentos de estas mismas impurezas. El cemento será del tipo II. Por lo demás el proporcionamiento y agregados será de acuerdo al elemento estructural, ya sean, losas, castillas, dalas, etc..., o también quedarán a criterio del contratista siempre que cuente con la aprobación del director y que el producto que obtenga cumpla estrictamente con las presentes especificaciones. La aprobación del director en cuanto a materiales y proporcionamiento no libera al contratista de responsabilidad respecto al cumplimiento de las especificaciones.

Procedimiento de Ejecución; Limpieza Previa al Colado; no podrá efectuarse un colado donde existan partículas sueltas de polvo o materiales de desperdicio o la presencia de agua libre o

cualquier otro elemento ajeno al concreto, además la elaboración del concreto no se permitirá realizarse en suelos de tierra ya que de ser así tendremos una pérdida de agua y cemento considerable, ocasionando tener un concreto con una resistencia menor a la requerida en el proyecto, si se permitiera la elaboración y colocación de este concreto tendremos una calidad de resistencia del elemento estructural menor a la requerida, dando lugar a que los elementos puedan agrietarse por su propio peso o al aplicarse las cargas vivas a que será sometida la estructura.

Transporte y Colocación; El concreto se maneja y se colocará en los moldes con métodos que eviten la segregación o pérdida de los ingredientes y con la máxima rapidez posible. El vaciado de concreto dentro de los moldes se hará tan cerca como sea posible de su posición final, el colado se deberá hacer en forma continua, sin interrupciones, dejando únicamente las juntas que indican los planos o que apruebe el director. En ninguna circunstancia se permitirá el colado del concreto que haya comenzado a fraguar ni la adición de agua a una mezcla ya hecha.

Para su transporte podrán aprovecharse diversos medios como: carretillas, bogues, canalones, cubos, tubos, bandas, presión neumática, bombas de desplazamiento, malacates, torres grúas o la combinación de alguno de ellos; es de vital importancia que cuando se use bomba de desplazamiento se requiere un revenimiento de 18 cm mínimo este revenimiento es con la finalidad de evitar que la bomba se atasque al comenzar a verter el concreto.

2.3.2.2 Colado de Elementos Verticales

Además de respetar las especificaciones generales referentes a colado, en columnas, castillas, dalas y muros, el colado deberá iniciarse, si se trata de un camión revolador después de realizar las pruebas de revenimiento correspondientes, pero si se trata de un concreto hecho en obra su colocación o vertido en las zonas correspondientes será al terminar su elaboración.

2.3.2.3 Vibrado

Todo el concreto de las estructuras será vibrado a excepción de la plantilla de cimentación. Se empleará vibrador de chicote con cabeza de dimensiones adecuadas para que pueda penetrar hasta el fondo de todo elemento, salvo en losas podrá emplearse vibrador de pavimentos.

2.3.2.4 Pruebas y Normas

Con el fin de tender a evitar la colocación de concreto de resistencia o trabajabilidad insuficiente, se llevará a cabo y se registrará una prueba de revenimiento cada vez que se vacíe la revoladora o el camión revoladora y se descartará el material cuyo revenimiento esté fuera de los siguientes límites.

$f'_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$	Dalas, Losas Macizas	Zapatas y Losas
	Castillos y Muros	de Cimentación

140 a 175	10 - 13	6 - 11
210 a 280	8 - 11	6 - 11

Revenimientos Permisibles para Concreto Normal

Observaciones

En los elementos con altura de colado mayor de 2.50 m no se permitirán revenimientos mayores de 12 cm (esto es con la finalidad de evitar, además de que se tengan perdidas de cemento y tener una resistencia menor a la especificada).

En concreto premezclado se limitará el tiempo desde el vaciado del carro Hasta la colocación en la posición definitiva en el molde, a un máximo de una hora a menos que se utilicen retardadores de fraguado en cuyo caso el director dela obra fijará el tiempo máximo.

Cuando la facilidad de colado lo amerita o el empleo de vibradores especiales lo justifique, el director de la obra podrá autorizar revenimientos diferentes de los que en la tabla anterior se citaron.

2.3.2.5 Resistencias

Las resistencias del concreto en los diversos elementos de la estructura se especifican en los planos estructurales. La resistencia del concreto en compresión axial se determinarán mediante pruebas en cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, cada prueba constará de dos cilindros elaborados con le mismo concreto, el que se debe tomar en la posición final del concreto o lo más cerca de ella posible. Tratándose de concreto elaborado con cemento tipo **I**, la prueba se efectuará a los 28 días de edad, y cuando se trate de concreto elaborado con cemento tipo **III** o que contenga acelerantes, la prueba deberá realizarse a los 14 días.

Cuando el concreto sea mezclado en revolvedora en la obra se tomara un mínimo de cuatro pruebas (8 cilindros) por cada día de colado, pero no menos de dos pruebas (4 cilindros). Cuando el concreto sea premezclado en planta se tomará una prueba (2 cilindros) por cada camión que llegue a la obra.

Los resultados de estos ensayos serán suministrados por el Laboratorio en el término de 24 horas, tanto al contratista como al director de la obra.

Los cilindros deben estar inequívocamente identificados, de manera que se pueden relacionar a los miembros estructurales correspondientes y a sus fechas de colado. La forma de Cuantificación y Pago; Por metro cúbico colado.

2.3.2.6 Acero de Refuerzo

Limpieza; Es necesario limpiar el refuerzo de toda partícula adherida sea esta basura, polvo, desperdicio de cimbra o mortero, así como escamas de oxidación sueltas, rebabas y aceite, para ello será necesario limpiar con cepillo de alambre.

Dobleces; Las varillas deberán cortarse y doblarse en frío, los dobleces se harán alrededor de un perno con un diámetro igual o mayor al doble del diámetro de la varilla, para ganchos el perno será de 6 veces el diámetro de la varilla. **No** se permitirá el reenderezado y el redoblado de varillas.

Colocación del Refuerzo; En elementos estructurales las varillas se colocarán en paquetes de hasta dos varillas cada uno. Además tanto para estribos como para el refuerzo longitudinal se tendrá un recubrimiento como mínimo de 1 cm o el diámetro del refuerzo principal y en cimentaciones el recubrimiento mínimo será el doble del diámetro o de 2.5 cm. Todas las varillas se colocarán en las posiciones que se indique el proyecto estructural; cuando las varillas se traslapen, se debe tener cuidado el que traslape sea cuando menos de 40 diámetros.

Pruebas y Normas; El proveedor del acero de refuerzo deberá presentar pruebas de calidad de su producto. En caso de duda se deberá exigir el ensaye de un espécimen tomado al azar por cada tonelada del mismo, con el fin de verificar el diámetro de las varillas, su límite de fluencia o límite elástico, alargamiento a la rotura y características del doblado. Los resultados de ensayes se entregarán al director y al contratista en un plazo no mayor de 24 horas sin que haya necesidad de solicitarlo.

Forma de cuantificación y pargo; Por kilo colocado considerando 2% de desperdicio en diámetros de $\frac{3}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$ pulgadas (19 mm a 38 mm); 5% de desperdicio en diámetros de $\frac{3}{8}$ a $\frac{5}{8}$ de pulgada (9.5 mm a 16 mm) y 8% de desperdicio en diámetros de $\frac{1}{4}$ y $\frac{5}{16}$ de pulgada (6.4 mm a 8 mm).

El pago se hará tomando como unidad el kilogramo, se considerarán los pesos unitarios tabulados por el fabricante. **No** se medirán desperdicios ni traslapes.

2.3.3 Superestructura

2.3.3.1 Dadas de Desplante y Cerramiento

Materiales y Equipo

Acero de refuerzo y concreto de la resistencia y características indicadas en planos estructurales; anclajes, manguera, tubería de PVC, alambre recocado del número 16, separadores metálicos, duela de madera, calvos de 3 pulgadas, aceite mineral (diesel) y cepillo de alambre, además de nivel de manguera, teodolito o tránsito.

Procedimiento de Ejecución

La forma, dimensiones y armados se sujetan a lo indicado en los planos estructurales; el acero del armado deberá estar limpio de polvo, manchas de aceite, virutas, mortero o pintura; los materiales se almacenarán protegiéndolos de la humedad, grasa y polvo; el piso deberá ser duro.

Cimbrado. Los moldes se ajustarán a la configuración o dimensiones de la dala que marquen los planos estructurales y se fijaran con separadores de varilla corrugada, colocados a no más de

un metro de distancia entre sí. La cimbra tendrá una capa de aceite mineral para poder retirar la cimbra con facilidad después del fraguado del concreto, no olvidemos que la cimbra deberán mojarse cuando menos una hora antes del colado y las juntas deberán apretarse, de no ser así se calafatearán con tiras de madera o papel para evitar derrames del concreto.

Los anclajes y preparaciones para armados y pasos de instalaciones que se indiquen en los planos, deberán quedar previstos antes del colado. Se cuantificará por metro lineal, según secciones, incluyendo material de armado, colado, cimbra etc...

2.3.3.2 Refuerzo Vertical en Muros (castillos)

Material y Equipo

Concreto y acero de refuerzo de las resistencias y características dadas en planos estructurales; madera para cimbras, calvos de 1 ½ pulgadas, tiras de madera para troquelar, aceite mineral (diesel).

Procedimiento de Ejecución

Se hará en la forma, dimensiones y características indicadas en los planos estructurales. La localización y espaciamiento estarán indicados en los detalles en los detalles expuestos en los planos estructurales, basándose en los siguientes puntos:

1. Se construirán castillos en todo muro de carga a distancias no mayores de tres metros.
2. En intersecciones de muros aislados.
3. En remates de muros.

Se construirán castillos en muros no estructurales, en los siguientes casos:

1. A los lados de vanos de puertas y ventanas, cuando no existan elementos estructurales colindantes que los sustituyan.
2. En extremos de muros aislados.
3. En remates de muros y muretes indicados en los planos arquitectónicos y estructurales

El espaciamiento entre castillos será de veinte veces el espesor del muro; El espaciamiento entre castillos colados en bloques huecos será de diez veces el espesor del muro; El concreto y el acero de refuerzo deben cumplir con las especificaciones mencionadas con anterioridad; se preverán las preparaciones y pasos para instalaciones indicadas en los planos arquitectónicos, estructurales y planos de detalles; Cimbrado, los moldes se ajustarán a la configuración y dimensiones que marquen los planos estructurales y de detalles, la cimbra se troquelará con tiras de madera, alambre recocido y clavos, colocados a no más de un metro entre sí; la cimbra deberá mojarse cuando menos una hora antes del colado, con lo que las juntas deberán apretarse, si quedan huecos, se calafatearán con tiras de madera o papel.

Forma de Cuantificar y Pago; se cuantifica por metro lineal, según sección, incluyendo material de armado y colocado.

2.3.3.3 Muro de Tabique de Barro Recocido

Tabique de barro recocido hecho a mano de dimensiones 7 X 14 X 28 cm, del llamado “tabique rojo” por haber sido colocado en la parte media del horno y no estar en contacto directo con las flamas, no presentando grietas o alabeos en sus caras o cantos y con una resistencia a la compresión de $60 \frac{kg}{cm^2}$; Para el mortero se usará cemento de albañilería y arena de mina, limpia de tierra y materias orgánicas.

Procedimiento y Ejecución

Se ejecutarán los muros de los espesores indicados en planos estructurales y en detalles constructivos; Las piezas deberán sumergirse en agua 12 horas antes de su colocación, humedeciéndose la superficie de asentamiento antes de proceder a colocarlos, asentándolos con mortero cemento – arena en proporción 1:5 (un saco de cemento : cinco botes de arena) en hiladas horizontales cuatrapeadas; las juntas serán homogéneas de espesor uniforme de 6 a 12 mm, quedando las juntas verticales a plomo y las horizontales a nivel; los refuerzos horizontales y verticales (dadas y castillos) se harán de acuerdo a lo indicado en los planos estructurales y de detalles constructivos en lo que respecta a ubicación, dimensión y armado. No se aceptarán tabiques rotos, despostillados, rajados o con cualquier otra irregularidad que pueda afectar la resistencia del muro.

Normas y Tolerancias

El alineamiento horizontal de los muros en el desplante no deberá variar más de un centímetro en cualquier sentido, de sus dimensiones en planos; El espesor de las juntas no será mayor de 12 mm ni menor de 6 mm; El desnivel de las hiladas no debe ser mayor de 3 mm por metro lineal con valores máximos de 2 cm en longitudes mayores de 10 m. Los desplomes serán no mayores de $1 / 300$ (l = altura del muro), admitiéndose para muros mayores de seis metros, un máximo de 2 centímetros. **Formas de Cuantificar y Pago;** por metro cuadrado colocado.

2.3.3.4 Muros de Tabique Hueco Vertical

Se usará tabique de barro prensado hueco vertical con dimensiones de 6 X 10 X 20 ó 10 X 10 X 20, de acuerdo a lo especificado en los planos de detalle constructivo. Se exigirá que las caras del tabique tengan superficies rectas, sin grietas, ni resquebrajaduras. Ninguna pared será menor de trece milímetros, su resistencia a la compresión deberá ser de $120 \frac{kg}{cm^2}$, su grado de absorción media debe ser del orden de 8 a 10% en 24 horas de inmersión en agua fría y 20% en 5 horas de inmersión en agua en ebullición. Las variaciones admitidas en las dimensiones de las piezas será de 2 mm; para el mortero se usará Cemento del tipo II y arena de mina, limpia de tierra o material orgánico.

Procedimiento de Ejecución

Las piezas deberán sumergirse en agua 12 horas antes de su colocado y la superficie de asentamiento deberá humedecerse al comenzar el trabajo, se asentarán y juntarán las piezas con mortero cemento – arena en proporción 1:5 (un saco de cemento : 5 botes de arena) colocándose en hiladas horizontales, **cuatrapeadas**, debiendo quedar las juntas verticales a plomo y las horizontales a nivel, con un espesor uniforme el cual podrá variar de 5 a 10 mm. Se limpiará el exceso de mortero inmediatamente después de colocar las piezas; los refuerzos horizontales y verticales se harán como se indica en los planos estructurales y detalles constructivos, en lo que respecta a dimensiones, armados y ubicación, los castillos serán ahogados en las perforaciones verticales y los cortes de las piezas deberán hacerse con disco de carborundo, protegiéndose el operario con careta y guantes.

Tolerancias y Normas

El alineamiento horizontal de los muros en el desplante no deberá variar más de un centímetro en cualquier sentido, de sus dimensiones en planos; El espesor de las juntas no será mayor de 10 mm ni menor de 5 mm; El desnivel de las hiladas no debe ser mayor de 2 mm por metro lineal con valores máximos de 1 cm en longitudes mayores de 10 m. Los desplomes serán no mayores de $1/300$ (l = altura del muro), admitiéndose para muros mayores de seis metros, un máximo de 2 centímetros. **Forma de cuantificar y pago**; por metro cuadrado armado y colocado.

2.3.3.5 Muro de Tabique de Barro Prensado, Hueco Vertical, Vidriado

Se usará tabique de barro prensado hueco vertical con dimensiones de 6 X 10 X 20 ó 10 X 10 X 20, de acuerdo a lo especificado en los planos de detalle constructivo. Se exigirá que las caras del tabique tengan superficies rectas, sin grietas, ni resquebrajaduras. Ninguna pared será menor de trece milímetros, su resistencia a la compresión deberá ser de $120 \frac{kg}{cm^2}$, su grado de absorción media debe ser del orden de 8 a 10% en 24 horas de inmersión en agua fría y 20% en 5 horas de inmersión en agua en ebullición. Las variaciones admitidas en las dimensiones de las piezas será de 2 mm; para el mortero se usará Cemento del tipo II y arena de mina, limpia de tierra o material orgánico; los cortes de las piezas deberán hacerse con disco de carborundo, protegiéndose el operario con careta, guantes y peto.

Nota: para la sección comprendida a “Procedimiento de Ejecución, Tolerancias y Normas” véase Muros de Tabique Hueco Vertical. **Forma de cuantificar y pago**; por metro cuadrado armado y colocado.

2.3.3.6 Muros de Carga; Su sección será rectangular de 15 cm por el espesor del muro; Su armado será de 4 varillas de diámetro 5/16 de pulgada de alta resistencia

$f_y \geq 6000 \frac{kg}{cm^2}$ ó 3/8 de pulgada de diámetro y estribos de 1/4 de pulgada con una separación de 20 cm máximo; Se usará concreto de resistencia a la compresión de $f'_c = 150 \frac{kg}{cm^2}$ ó $f'_c = 200 \frac{kg}{cm^2}$, según lo requiera el proyecto estructural; Cuando son

tabique huecos con castillos ahogados se usará varilla de diámetro 5/16 de pulgada de alta resistencia $f_y \geq 6000 \frac{kg}{cm^2}$.

2.3.3.7 Muros de tabique macizo o con huecos, con dalas y castillos de concreto armado.

Dichos muros se construirán en los lugares indicados en los planos del proyecto. Para el caso de utilizar tabique común de tipo recocido (rojo) deberá humedecerse con anticipación; el humedecimiento del tabique deberá realizarse cuando menos 3 horas antes de su colocación.

2.3.3.7.1 Muros Macizos

Dichos muros se construirán en los lugares indicados en los planos de proyecto arquitectónico. Se usarán tabique común de tipo recocido previamente humedecido, la colocación de los tabiques será en forma cuatrapeada, se asentaran con un mortero de cemento y arena en proporción de 1:5. a su vez los muros no deben estar desplomados ni desalineados, mientras que las juntas verticales serán cuatrapeadas y las horizontales al hilo, todas ellas con un espesor de 0.6 a 1.2 cm.

Las dalas y castillos para estos muros deben ser de 15 x 15cm o de 15 x 20 cm de concreto con una resistencia a la compresión de $f'_c = 150 \frac{kg}{cm^2}$ ó $f'_c = 200 \frac{kg}{cm^2}$, armados con cuatro varillas del número 3 (3/8") y estribos de alambre del número 2 (1/4") a cada 20 cm. además las varillas del número 3 quedarán ahogadas en la cimentación un mínimo de 40 cm, como se muestra en la siguiente figura.

Los tabique deben dentellarse y colocar cadenas en desplantes, cerramientos y enraques, los castillos se deben construir en los cruces de los muros.

2.3.3.7.2 Muros reforzados interiormente

Estos muros se edificarán como lo mencionado anteriormente, la única diferencia es que el tabique es hueco con dimensiones de 6 X 10 X 20 ó 10 X 10 X 20 que nos permitirá colocar el acero de refuerzo a la distancia que nos marquen los códigos tanto vertical como horizontal... todo tipo de muro tendrá un desplome de .004H o de 1.5 cm como máximo en muros mayores a 2.5 m

2.3.3.8 Castillos y Dalas

Sus funciones principales son rigidizar (confinar) los muros y proporcionar una liga o separación entre muros y estructura, según lo indique el proyecto para lograr su trabajo mancomunado o por separado.

2.3.3.8.1 Los Castillos y Dalas quedarán localizados como sigue:

Castillos; en todas las intersecciones entre muros, en el extremo del muro cuando la distancia al castillo anterior sea igual o mayor a la cuarta parte de la altura del muro, el espaciamiento máximo será igual a 20 veces el espesor del muro, pero cuando son muros reforzados interiormente con castillos ahogados de una varilla la separación será de 10 veces el espesor del muro.

Dalas; se colocará una cadena intermedia para cada tramo vertical de muro igual a 17 veces su espesor, para muros reforzados interiormente llevará una cadena 1.20 m de altura.

En ningún caso deberá usarse concreto con un revenimiento mayor de 18 cm; esto es debido a que si el concreto tiene un revenimiento mayor al mencionado corremos el riesgo que el concreto no frague (endurezca) pronto provocando problemas en su funcionamiento estructural y por ende en la seguridad estructural de la vivienda.

2.3.3.9 Impermeabilización Sobre Dalas o Cadenas de Cimentación

Sobre las dalas y contratraves de cimentación y cuando todas ellas están limpias y secas, se debe colocar una capa de impermeabilizante, la impermeabilización es el colocar laminas de cartón flexible cubiertas con asfalto, esta debe asentarse firmemente los traslapes de las láminas deben ser cuando menos de 10 a 15 cm, al terminar de colocar las láminas de impermeabilización deberá colocarse una capa de asfalto caliente aplicándose esta con una brocha, por último se coloca asfalto caliente con arena para asentar los muros de la construcción sobre estas superficie.

La impermeabilización debe dar vuelta sobre los costados un mínimo de 15 cm, excepto los paños aparentes, en cuyo caso debe dar vuelta una pulgada. , de esto depende que la estructura no sufra erosión alguna por la humedad, y de esa manera garantizar una seguridad estructural adecuada al comenzar a desplantar o construir los muros.

Como podrá observarse únicamente se hicieron referencia a las especificaciones de Concreto, Acero de refuerzo, Cimentaciones, Dalas de Desplante y Cerramiento, Muros, Castillos y Cadenas, de las cuales podemos decir que no existen variaciones considerables, por lo que podemos concluir que en la vivienda de interés social las fallas ocurridas no se deben a las especificaciones.

Cimentaciones

El desplante de la cimentación se hará a la profundidad señalada en los estudios de mecánica de suelos; en el caso de elementos de cimentación de concreto reforzado se aplicarán procedimientos de construcción que garanticen el recubrimiento requerido para proteger al acero de refuerzo; El espesor mínimo de la zapata reforzada será de 150 mm (15 cm).

2.3.3.10 Mortero para pegar (juentear) piezas

Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- Su resistencia a compresión será por lo menos de 4 MPa (40 kg/cm²).
- Siempre deberán contener cemento en la cantidad mínima indicada en la tabla 2.2.
- La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 3. El volumen de arena se medirá en estado suelto.
- Se empleará la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero fácilmente trabajable.

Si el mortero incluye cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste, a usar en combinación con cemento, será la indicada en la tabla 2.2, (Referencia, 26).

Tabla 2.2 Proporcionamientos, en volumen, recomendados para mortero en elementos estructurales

Tipo de mortero	Partes de cemento hidráulico	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal hidratada	Partes de arena ¹	Resistencia nominal en compresión, f_j^* , MPa (kg/cm ²)
I	1	—	0 a 1/4	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen	12.5 (125)
	1	0 a 1/2	—		
II	1	—	1/4 a 1/2		7.5 (75)
	1	1/2 a 1	—		
III	1	—	1/2 a 1 1/4	4.0 (40)	

¹ El volumen de arena se medirá en estado suelto.

2.3.3.11 Morteros y concretos de relleno

Los morteros y concretos de relleno que se emplean en elementos estructurales de mampostería para rellenar celdas de piezas huecas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Su resistencia a compresión será por lo menos de 12.5 MPa (125 kg/cm²).
- El tamaño máximo del agregado no excederá de 10 mm.
- Se empleará la mínima cantidad de agua que permita que la mezcla sea lo suficientemente fluida para rellenar las celdas y cubrir completamente las barras de refuerzo vertical, en el caso de que se cuente con refuerzo interior. Se aceptará el uso de aditivos que mejoren la trabajabilidad.

- d) En la tabla 2.3 se incluyen revenimientos nominales recomendados para morteros y concretos de relleno según la absorción de las piezas, (Referencia, 26).

Tabla 2.3 Revenimiento permisible para los morteros y concretos de relleno, en función de la absorción de la pieza

Absorción de la pieza, %	Revenimiento nominal ¹ , mm
8 a 10	150
10 a 15	175
15 a 20	200

¹ Se aceptan los revenimientos con una tolerancia de ± 25 mm.

2.3.3.12 Acero de refuerzo en Dalas y Castillos

El refuerzo que se emplee en castillos, dalas, elementos colocados en el interior del muro y/o en el exterior del muro, estará constituido por barras corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío, o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero para castillos y dalas, que cumplan con las Normas Mexicanas correspondientes. Se admitirá el uso de barras lisas, como el alambrón, únicamente en estribos, en mallas de alambre soldado o en conectores. El diámetro mínimo del alambrón para ser usado en estribos es de 5.5 mm. Se podrán utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre a satisfacción de la Administración su eficiencia como refuerzo estructural.

El módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario, E_s , se supondrá igual a 2×10^5 MPa (2×10^6 kg/cm²).

Para diseño se considerará el esfuerzo de fluencia mínimo, f_y , establecido en las Normas citadas.

(Referencia Generales: Las especificaciones que se consultaron fueron las del INFONAVIT, BANOBRAS, ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA EDIFICACIÓN de Álvaro Sánchez y las ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE LA UNAM, además de Las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto y Mampostería)

2.4 La Construcción

La mampostería es más dependiente que otros materiales estructurales de la calidad de la construcción; es común, en la construcción de vivienda descuidar el control de componentes, de las técnicas constructivas o de la calidad de la mano de obra. Además, la tendencia a acelerar y simplificar las construcciones, y la frecuente subestimación de la importancia que asigna el constructor a la vivienda de interés social, ha conducido a degradar la artesanía tradicional, y la falta de preparación de operarios cuya única preocupación es la de “avanzar”, ha impedido crear una adecuada construcción, **por lo que es indispensable una buena supervisión.**

En términos generales, la construcción deberá cumplir con las especificaciones del proyecto estructural, arquitectónico y de instalaciones. Es muy importante que el constructor (y su residente) conozcan los aspectos neurálgicos del proyecto estructural, para como mínimo centralizar su atención en ellos. En adición al control detallado de la calidad de los materiales, y a las obvias disposiciones relativas a la correcta geometría de la construcción, en cuanto al plomeado y alineamiento de los muros, se presenta a continuación una breve descripción de algunos aspectos que requieren ser considerados en forma detallada.

Antes de construir una vivienda es necesario tomar en cuenta una serie de previsiones tendientes a lograr las mejores características de comodidad y economía, ya que posteriormente no se podrán considerar durante la construcción de la obra. De ahí, que uno de los aspectos importantes en la edificación de una vivienda esté constituido por la etapa de su planeamiento inicial.

Además los materiales utilizados en la construcción deberán cumplir con lo estipulado en el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal en los siguientes artículos:

ARTÍCULO 200.- Los materiales empleados en la construcción deben ajustarse a las siguientes disposiciones:

- I. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deben satisfacer las Normas de este Reglamento, y las Normas Oficiales Mexicanas o Normas Mexicanas, y
- II. Cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo del cual no existan Normas o Normas Oficiales Mexicanas o Normas Mexicanas, el Director Responsable de Obra debe solicitar la aprobación previa de la Secretaría de Obras y Servicios para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicho material.

ARTÍCULO 202.- El Director Responsable de Obra, debe vigilar que se cumpla con este Reglamento y con lo especificado en el proyecto, principalmente en lo que se refiere a los siguientes aspectos:

- I. Propiedades mecánicas de los materiales;
- II. Tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales, como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos;

-
-
- III. Nivel y alineamiento de los elementos estructurales, y
 - IV. Cargas muertas y vivas en la estructura, incluyendo las que se deban a la colocación de materiales durante la ejecución de la obra.

2.4.1 Obras Preliminares (Referencia; Apuntes de Edificación, Facultad de Ingeniería, Ing. Díaz Infante; Manual de Auto Construcción Tolteca. 43)

Antes de concebir la construcción de una vivienda es necesario ya tener definidos la distribución del terreno (dimensiones de los espacios que conformarán las habitaciones, sala, cocina, etcétera) esto se obtiene por medio de los Planos Arquitectónicos, además, de los Planos Estructurales que especificarán las dimensiones y cuantías de acero en caso de que estas lo requieran, estas secciones son castillos, dalas, cimentación y losas.

También se debe tener las especificaciones de construcción , contar con la mano de obra y equipo necesarios para la construcción de las viviendas.

2.4.2 Desmonte o Despalme del Terreno (Referencia 43)

Una vez conocido el terreno donde se va construir, es necesario proceder al limpieza y preparación antes de iniciar ningún trazo; La limpieza del terreno, se hará para preparar el lugar donde se va construir, quitando de él basura, escombros, hierba, arbustos, o restos de construcciones anteriores; desalojando todo esto de la obra ya que no podrá ser utilizado por contener materia orgánica.

Como se trata de unidades habitacionales esta tarea “despalme” deberá realizarse empleando maquinaria, para que así, podamos obtener un terreno limpio y proceder a nivelar al mismo.

Maquinaria y equipo comúnmente utilizados son camiones de volteo, cargadores frontales, picos, palas, machetes, hachas y parigulas (carretillas), además de la mano de obra.

2.4.3 Trazo y Nivelación (Referencia 43)

Llevar a cabo un trazo correcto de la construcción es una operación de mucha importancia ya que de su exactitud dependerá la correcta ejecución de la obra. Después de haber limpiado el terreno y emparejarlo lo más posible, se comienza por localizar un banco de nivel y de referencia fijo para trazar ángulos, escuadras y anchos de excavación cuando se trate de cimentaciones a base de zapatas corridas.

Cuando la importancia de la obra lo requiere o se trate de una edificación de altura considerable, deberá tomarse más precauciones en la exactitud de l trazo, los ejes estructurales principales deberán ser medidos minuciosamente y los ejes centroidales de castillos o columnas matemáticamente revisados.

Para estos casos se recomienda la utilización del tránsito o teodolito, que es un aparato topográfico capaz de medir con exactitud los ángulos y altitudes, con él se determinarán los

puntos del terreno. Los ejes, sobre todo los principales, deberán conservarse durante la duración de la obra fijándolos de tal forma que por ningún motivo puedan resultar dañados o movidos.

Cuando el terreno requiere ser nivelado, la operación puede llevarse a cabo manualmente o utilizando medios mecánicos, si es por medios mecánicos se utilizará una motoconformadora que es muy recomendable para nivelar terrenos muy extensos.

Después de haberse nivelado el terreno se trazaran los cepas que alojaran las zapatas corridas o se consolidará por medio de aplanadoras cuando se requiera construir lozas de cimentación a flor de tierra.

2.4.4 Excavación (Referencia 43)

Dependiendo de la conformidad o la dureza del terreno se seleccionaran herramientas para atacarlo, teniendo mucho cuidado con el banco de nivel que se debe encontrar fuera del área de excavación ya que éste es la referencia donde se basarán todos los niveles interiores de la excavación que alojará la cimentación, el fondo de la excavación debe quedar perfectamente nivelado y compactado; del banco de nivel se basarán todos niveles interiores y exteriores de las viviendas, así como de todos los elementos constructivos como: excavaciones, cimientos, muros, dalas, castillos o columnas, losas, etcétera.

En suelos arcillosos o de baja capacidad de carga, se deben emplear losas de cimentación, porque presentan asentamientos iguales y se evita la fractura, agrietamiento en la estructura de la vivienda.

Una vez realizada la excavación y nivelación de las cepas antes de comenzar la construcción deberá colocarse una plantilla de concreto con una resistencia a la compresión de 90 a 100 $\frac{Kg}{cm^2}$, con un mínimo de espesor de 5 cm.

2.4.5 Procedimientos de Excavación para Cimentaciones (Referencia 38)

Una cimentación requiere, por lo general, desalojar el material superficial existente hasta llegar al estrato recomendado para su desplante. En caso de que el estrato reúna las condiciones necesarias habrá, de cualquier forma, que protegerla de la erosión y evitar que ante empujes horizontales puedan tener desplazamientos. Lo anterior conduce en todos los casos a una excavación, con la peculiaridad de que se deberán tener en cuenta simultáneamente las condiciones del terreno y de la cimentación.

2.4.5.1 Equipo necesario

El tractor es recomendable en superficies amplias y terrenos duros, además debe utilizarse junto con equipos de carga, frecuentemente con un cargador frontal y camión de volteo.

También es utilizada la retroexcavadora, equipo muy versátil por lo que es el más utilizado.

2.4.6 Construcción (Colado) de Cimentaciones

Las partes que conforman la estructura de un edificio son:

- Subestructura
- Superestructura

Se llama cimentación al conjunto formado por la subestructura

La subestructura tiene por objeto recibir las cargas vivas, muertas y accidentales que bajan a través de la estructura y transmitidas al suelo soportante.

La superestructura es la parte de la estructura que ligada a la subestructura tiene por objetivo principal proporcionar espacios aprovechables para el fin asignado al edificio.

Para que las cargas se transmitan adecuadamente y evitar hundimientos diferenciales, es indispensable eliminar cualquier relleno o capa vegetal que impida desplantar directamente en el estrato resistente, ya que de no realizarse se estará provocando que en un plazo no muy largo se tengan problemas de hundimientos y por consecuencia problemas en la superestructura

2.4.6.1 Cimentaciones Usuales en la Ciudad de México

Las arcillas saturadas de la zona lacustre que son muy compresibles el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal especifica requerimientos más severos en esta zona mediante la aplicación de coeficientes sísmicos más severos esto aunado a lo ocurrido en el sismo del año de 1985 en la ciudad de México, estos coeficientes sísmicos varían según el tipo de estructura y el del suelo en el que se asienta, provocando edificios altamente reforzados en la zona III, o lacustre que en las otras zonas.

2.4.6.2 La selección de la cimentación, como se sabe, está en función de las cargas que se van a transmitir y de la capacidad de carga del suelo para soportarlas

En la ciudad de México, como consecuencia de los factores mencionados en párrafos anteriores, las cimentaciones más usuales en las **zonas II y III** que son las de transición y de lago respectivamente, con poca capacidad de carga y alta compresibilidad predominan las **zapatas corridas y losas de cimentación para los edificios de 2 a 3 niveles, cajones de cimentación para los de 4 a 6 niveles y una combinación de cajón y pilotes para edificios más altos** (Referencia : Curso de Edificación “Apuntes”, Facultad de Ingeniería)

Las edificaciones para vivienda, desde un nivel, hasta cinco niveles, ya sea en cuerpos aislados o agrupamientos, representan un reto al estructurista, quien nunca debe decidir el tipo de cimentación a usar, por sí solo, ya que el punto de vista del Geotecnista y de un Geólogo, es indispensable, para conocer los riesgos en que se puede incurrir para cada una de las posibles soluciones. El limitar a cinco niveles el tipo de edificaciones para vivienda, obedece a que la mayoría de soluciones para vivienda masiva, no requiere elevadores, ni estacionamiento en la planta baja, y el uso de muros de carga y rigidez en todos los pisos, ha llevado a soluciones arquitectónicas económicamente realizables.

El comportamiento inaceptable que han tenido las cimentaciones de algunos de los conjuntos habitacionales, aún sin la presencia de sismos, pone de manifiesto quizás la mala elección del tipo de cimentación, y quizá el erróneo procedimiento constructivo, o el desconocimiento de alguna peculiaridad en el subsuelo.

Cuando se piense construir una cimentación de piedra mayor o igual a 1.20 metros de ancho en la base, esto es un peso muy considerable, por lo que es mejor o recomendable la construcción de un cimiento de concreto armado. Se usarán zapatas corridas para terrenos semiduros.

Las cimentaciones son elementos estructurales encargados de transmitir las cargas de la superestructura a los estratos resistentes del terreno, con la finalidad de reducir o evitar hundimientos y el volteo por la acción de las cargas horizontales como sismo y viento.

Las cimentaciones más comunes para viviendas unifamiliares, duplex, entre otras, son del tipo superficial siendo las más típicas las zapatas aisladas, zapatas corridas y losas de cimentación, las cuales generalmente son de mampostería o concreto reforzado.

Definiendo los términos de zapatas antes mencionados.

Zapatas Aisladas: este tipo de cimientos recibe las descargas de la superestructura por medio de columnas, es decir, puntualmente.

Zapatas Corridas: este tipo de cimentaciones recibe la descarga de la superestructura de manera lineal o puntual siguiendo la distribución de ejes o muros.

Losas de Cimentación: cuando una estructura se va a desplantar en terrenos de baja resistencia (alta compresibilidad), y la descarga de la superestructura no es muy grande se puede otra por una losa de cimentación que distribuye el peso de la superestructura en toda el área de desplante de la construcción a traves de las contratrabes.

La elección depende de los materiales existentes o características del subsuelo en la zona, la profundidad de desplante, la intensidad de las cargas y, desde luego, la capacidad de carga del terreno principalmente.

2.4.6.3 Losas de Cimentación (Referencia : Curso de Edificación “Apuntes”, Facultad de Ingeniería)

Se deben realizar cuando por la magnitud de las cargas el ancho de las zapatas requiere ocupar el 50 % o más de la superficie de desplante del edificio, las condiciones de trabajo son las siguientes:

- Las losas trabajan apoyadas perimetralmente en contratrabes.
- Se considera que las losas de cimentación reciben del suelo un empuje uniforme y actúa hacia arriba.
- Para evitar peraltes excesivos es conveniente dividir el área por medio de traves secundarias reduciendo los claros.

- El armado del acero de refuerzo, será similar al de una losa de techo pero respecto a ella estar invertido dado que la acción de la carga uniformemente repartida es de abajo hacia arriba.

2.4.6.3.1 Vertido del Concreto (Referencia Albañilería, Construcción de Cimientos y Saneamientos)

Para una correcta colocación del concreto en la obra (colado de las cimentaciones), es preciso tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Procurar que el vertido del concreto se realice en caída libre a altura de 50 cm. a un metro.
- El colocado del concreto deberá realizarse por medio de bombeo, el concreto que será bombeado se debe tener o adquirir por medio premezclado en ollas revolventoras de concreto, cuidando además que éste cumpla con las características y resistencias necesarias para su colocación.
- En el colocado del concreto debemos cuidar que éste cubra totalmente los armados y que llegue y rellene todos los rincones del cimbrado.

Adoptar un tipo de vibrado y de compactación adecuado, en el vibrado debemos cuidar que éste se realice adecuadamente para evitar segregaciones en el concreto que nos ocasionará un concreto de mala calidad y resistencia.

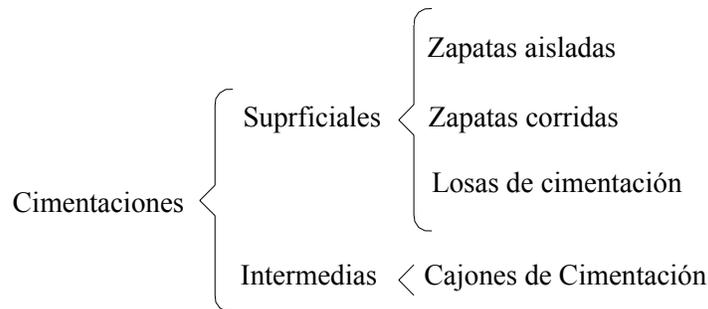
2.4.6.4 Clasificación de las Cimentaciones

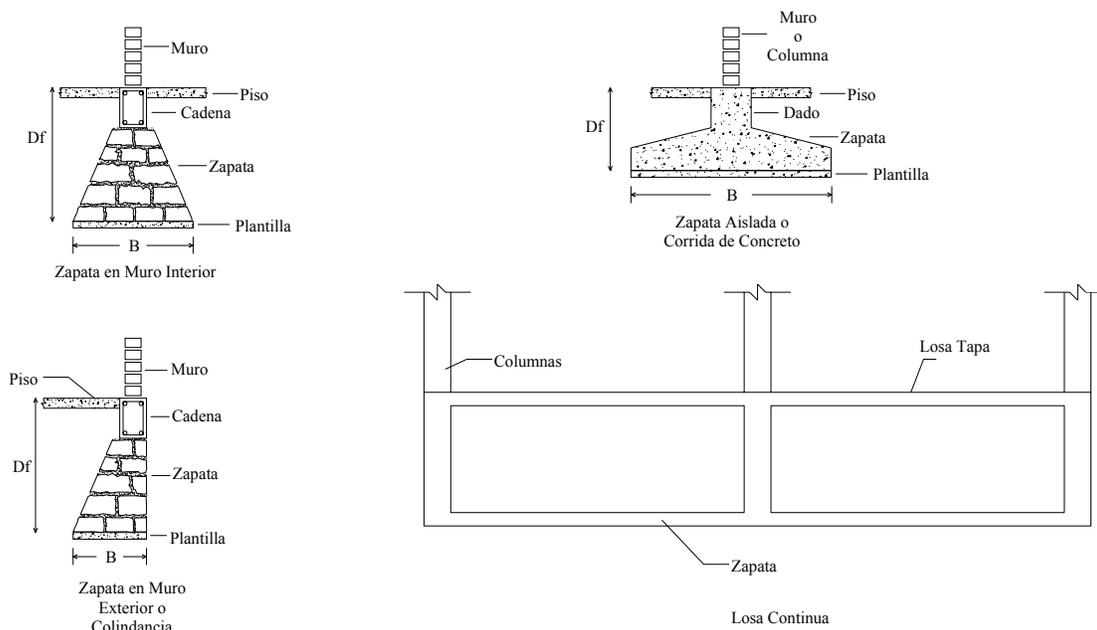
De acuerdo con su nivel de desplante:

- Superficiales
- Profundas

Según su distribución superficial:

- Continuas
- Aisladas





Cimentaciones Superficiales

2.4.7 Desplante de la Superestructura

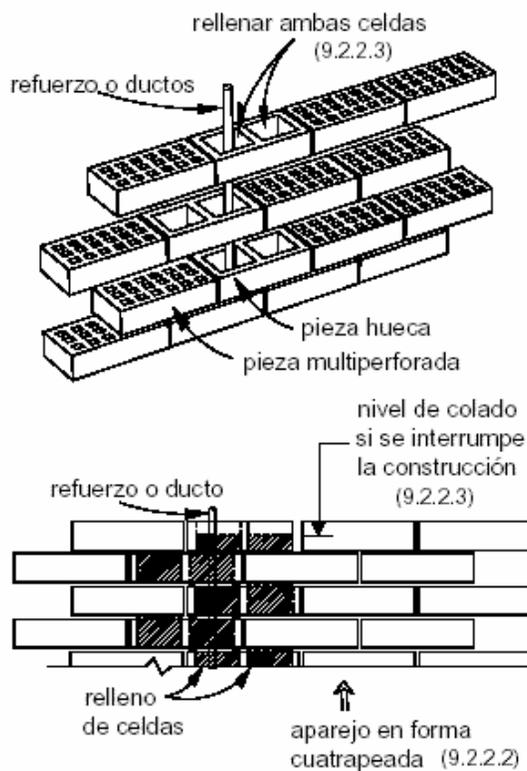
2.4.7.1 Procedimiento de construcción

Juntas de Mortero; el mortero en las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza. Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y el alineamiento de las piezas. Si se usan piezas de fabricación mecanizada, el espesor de las juntas horizontales no excederá de 12 mm si se coloca refuerzo horizontal en las juntas, ni de 10 mm sin refuerzo horizontal. Si se usan piezas de fabricación artesanal, el espesor de las juntas no excederá e 15 mm. El espesor mínimo será de 6 mm. Dichas piezas serán cuatrapeadas, el cuatrapeo del tabique es esencial y es un requisito de seguridad, pues es parte esencial de la resistencia del muro y en la estructuración horizontal y vertical del mismo, cuidando que el muro que se edificará quede a plomo, teniendo una tolerancia de desplome de $\frac{L}{300}$, donde L es la altura del muro. Esto es aplicable para muros con una altura máxima de 4 m, pero para muros con altura mayor el desplome máximo debe ser de 2 cm.

Dosificación para la preparación del mortero para el junteo de las piezas, la preparación del mortero es la siguiente: 1:1:6, se debe utilizar 1 saco de cemento, 1 saco de calhidra y 6 botes de arena gris, pero en el mercado ya existe un cementante de gran adhesividad llamado **Mortero** (cemento de albañilería) del cual la dosificación es 1:5, 1 saco de mortero y 5 botes de arena gris.

Los tabique que se utilizarán en la edificación del muro deben ser de buena calidad, sus dimensiones son del tabique rojo 7 X 14 X 28 cm y las del tabique hueco 6 X 10 X 20 cm, como

ya lo mencionamos anteriormente estos deben ser colocados de tal manera sean cuatrapeados, la superficie de desplante del muro debe estar perfectamente nivelada. Al construir muros con tabique rojo debemos cuidar que este sea humedecido cuando menos 12 horas antes de su colocado, pero cuando se trata de muros hechos a base de tabique hueco debemos cuidar que el acero se coloque en las zonas debidas, esto es para muros reforzados interiormente, además, cuando se haga el relleno o colado del concreto debemos cuidar que se tenga un llenado completo de los huecos, si por razones constructivas se interrumpe la construcción del muro en ese día, el concreto de relleno deberá alcanzar hasta la mitad de la altura de la pieza de la última hilada como podemos apreciar en la siguiente figura.



Relleno de Piezas en los Muros Reforzados Interiormente. (Referencia 26)

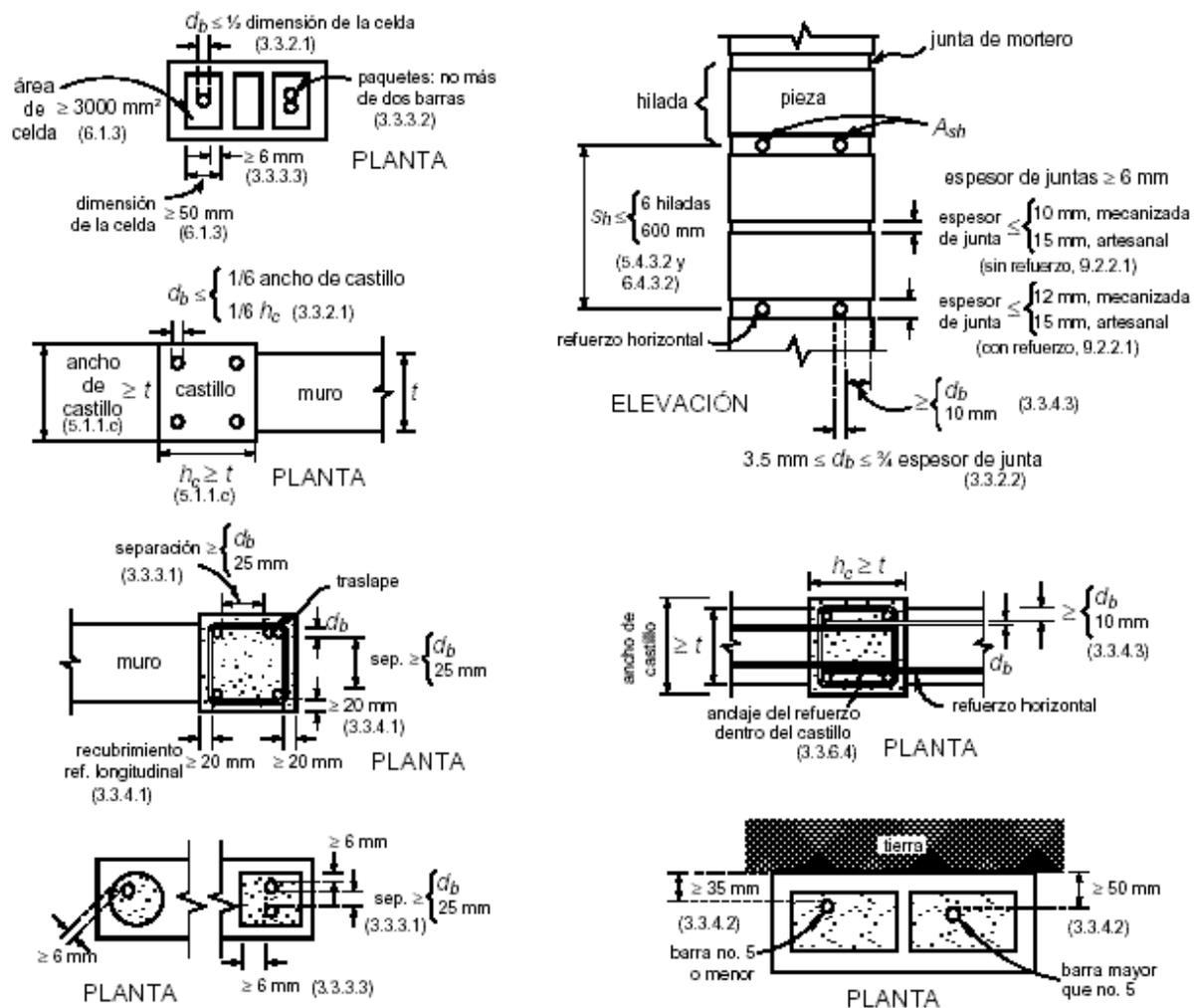
2.4.7.2 Acero de Refuerzo (Referencia 26)

El refuerzo se colocará de manera que se asegure que se mantenga fijo durante el colado o vaciado del concreto. El recubrimiento, separación y traslape mínimo así como el refuerzo horizontal colocado en las juntas serán los que se especifique según lo proyectado. No se permitirán traslapes de barras de refuerzo colocadas en las juntas horizontales, ni traslapes de mallas de alambre soldadas en una secciones vertical del muro, ni de refuerzo vertical en muros de mampostería reforzada interiormente. Toda barra de refuerzo deberá estar rodeada en toda su longitud por mortero, concreto o mortero de relleno, las barras de refuerzo horizontal deberán ser

continuas a lo largo del muro, entre dos castillos si se trata de mampostería confinada, o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales en muros reforzados interiormente.

Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal; la distancia entre barras paralelas debe ser como se muestra en la siguiente figura, únicamente se aceptará como lo marca el reglamento de construcción paquetes de dos barras, el espesor del concreto o mortero de relleno, entre las barras o empalmes y las pared de la pieza será al menos de 6mm.

En lo que respecta a la protección del acero de refuerzo en castillos y dalas, en muros confinados con castillos y dalas exteriores deberá tener un recubrimiento mínimo de 20 mm (2 cm), pero si se trata de castillos interiores y en muros con refuerzo interior será como a continuación se mostrará.



Figuras en las que se muestra el tamaño, colocación y protección del acero de refuerzo (Referencia 26)

Tamaño, colocación y separación del acero de refuerzo en muros reforzados interiormente
 El refuerzo vertical en el interior del muro debe tener una separación no mayor de 6 veces el espesor del muro ni mayor de 80 cm, el refuerzo en los extremos del muro castillos y dalas deberá colocarse como se muestra en la figura C-D y la figura R, en cualquier caso, estarán formados por lo menos de tres barras.

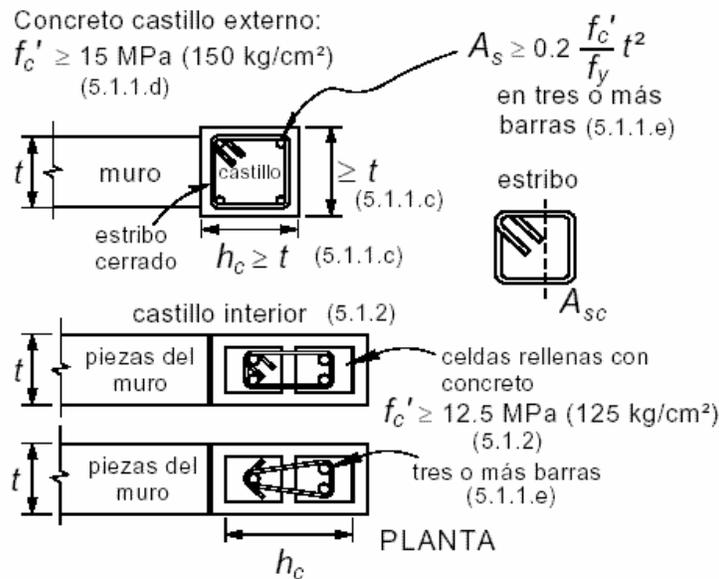


Figura C

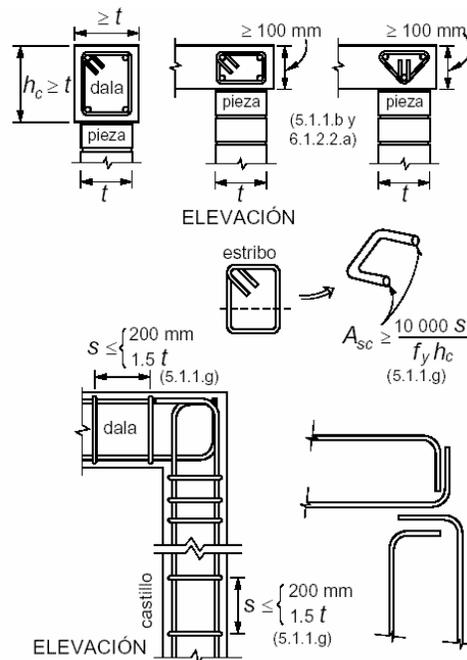


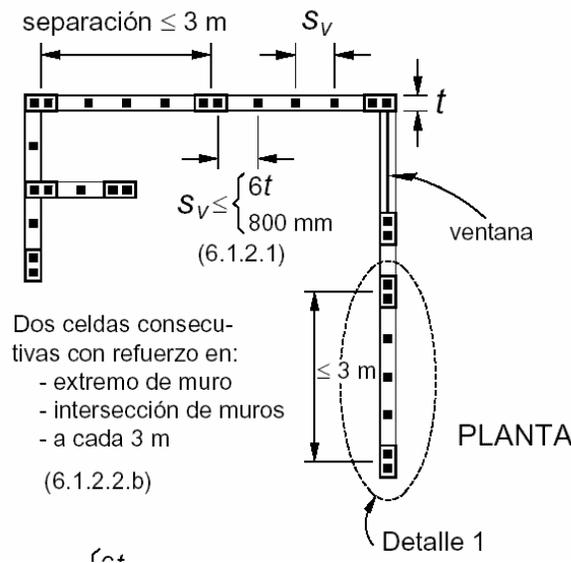
Figura D

2.4.7.3 Concreto

El concreto que será utilizado para el colado de castillas y dalas, debe ser elaborado como se hace referencia en la especificaciones, cuidando que la dosificación para castillos y Dalas sea la siguiente 1: 4:5: esto quiere decir que se deben utilizar 1 saco de cemento, 4 botes de arena y 5 botes de grava de $\frac{3}{4}$ " (1.875 cm), dándonos una resistencia a la compresión de $f'_c = 200 \frac{kg}{cm^2}$ y en el caso del concreto para el relleno o colado de castillos para mampostería reforzada interiormente deberá utilizarse un concreto con una resistencia mínima de $f'_c = 125 \frac{kg}{cm^2}$, la grava que se empleará debe tener un tamaño máximo de 10 mm. El revenimiento deberá ser tal que nos permita poder tener un colado óptimo tanto de dalas como de castillos. El revenimiento del concreto permisible en función de la absorción de la pieza es el siguiente (Referencia Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de mampostería):

Absorción de la pieza, %	Revenimiento nominal ¹ , mm
8 a 10	150
10 a 15	175
15 a 20	200

Se aceptarán los revenimientos con una tolerancia de ± 25 mm.



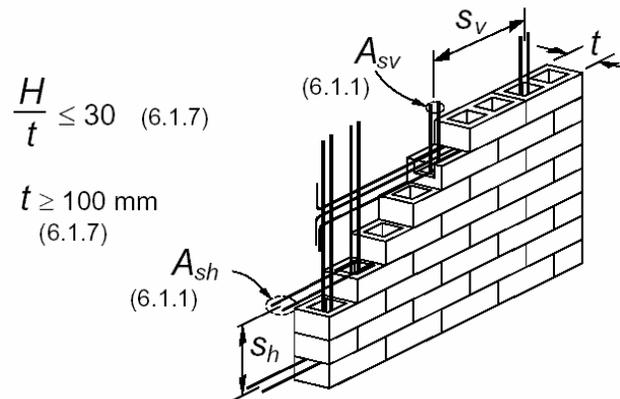
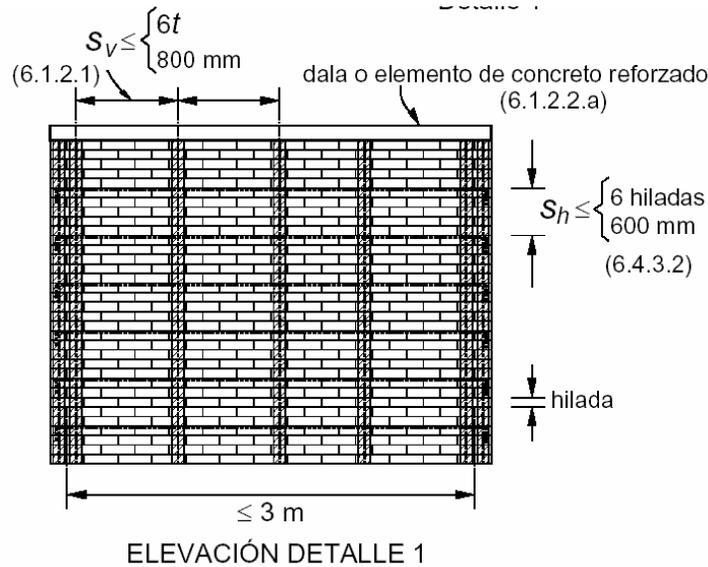


Figura R (Requisitos para Mampostería con Refuerzo Interior; Referencia 26)

2.4.7.4 Procedimiento constructivo

La mampostería se desplantará sobre una plantilla de mortero o concreto que permita obtener una superficie plana. En las primeras hiladas se colocarán las piedras de mayores dimensiones y las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos. Cuando las piedras sean de origen sedimentario se colocarán de manera que los lechos de estratificación queden normales a la dirección de las compresiones. Las piedras deberán humedecerse antes de colocarlas y se acomodarán de manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las otras piedras. Los vacíos se rellenarán completamente con piedra chica y mortero.

2.4.7.4.1 Antes de la construcción de muros de mampostería.

Se deberá verificar que la cimentación se haya construido con las tolerancias señaladas en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, si la cimentación es de concreto, o en la sección 8.4 de estas Normas, si la cimentación es de mampostería.

Se revisará que el refuerzo longitudinal de castillos, o el vertical de muros, esté anclado y en la posición señalada en los planos estructurales. Se hará énfasis que se cumpla con lo señalado a continuación, en la unión de barras la longitud de traslapes de barras en concreto se determinará según lo especificado para concreto reforzado. No se aceptan uniones soldadas. Si las barras se traslapan en el interior de piezas huecas, la longitud del traslape será al menos igual a $50 d_b$ en barras con esfuerzo especificado de fluencia de hasta $4\ 200\text{ kg/cm}^2$ y al menos igual a $60 d_b$ en barras o alambres con esfuerzo especificado de fluencia mayor; d_b es el diámetro de la barra más gruesa del traslape. El traslape se ubicará en el tercio medio de la altura del muro.

No se aceptan traslapes de más del 50 por ciento del acero longitudinal del elemento (castillo, dala, muro) en una misma sección, en caso de ser necesario este traslape se realizará aumentando al doble la longitud de traslape. No se permitirán traslapes en los extremos de los castillos (ya sean éstos exteriores o interiores) de planta baja a lo largo de la longitud H_o .

No se permitirán traslapes en el refuerzo vertical en la base de muros de mampostería reforzada interiormente a lo largo de la altura calculada de la articulación plástica por flexión.

2.4.7.4.2 Construcción de la Mampostería (Referencia 1)

Además del cuidado que se debe tener en el espesor de las juntas de mortero, éste debe colocarse en todas las caras; en el caso del ladrillo multiperforado debe ser suficientemente denso para que penetre en los alvéolos no más de la cuarta parte de la altura de la pieza (llaves de cortante). Las primeras hiladas son las más importantes (plomos, hilos, cuatrapeos). En los muros de tabique rojo recocido deberá practicarse el dentado en la zona de castillos exteriores, (Figura 2.4) para garantizar la trabazón del tabique y el concreto.

Durante la construcción de muros con refuerzo interior, deben tomarse precauciones para que la colocación del concreto líquido o mortero garantice un llenado total. Estas precauciones consisten, además de cuidar la fluidez del mortero o concreto líquido, en mantener los alvéolos verticales de las piezas limpios, sin mortero u otras sustancias.



Figura 2.4 Dentado de un muro de tabique recocido para garantizar el "amarre" con los castillos de confinamiento.

Las pequeñas dimensiones de los castillos en muros confinados, y la presencia de los ganchos de los estribos, requieren que el concreto tenga un revenimiento recomendado de 12 cm, y que se utilicen agregados con tamaño máximo de $\frac{1}{2}$ ", además de colocar el concreto con una buena técnica de vibración. Con lo anterior se garantiza que el concreto llene todos los huecos, para evitar la formación de quedades que pueden disminuir la resistencia al corte.

2.4.7.4.3 Ritmo de la Construcción (Referencia 1)

*Cuando se construye a ritmo exagerado es posible que se coloque un número excesivo de hiladas sobre un mortero que aún no ha adquirido una rigidez adecuada, ocasionando su deformación. Como ésta no ocurre necesariamente de modo uniforme, el muro tiende a perder su verticalidad. Además se **recomiendan que**, para evitar excentricidades accidentales y fallas prematuras por aplastamiento del mortero, el ritmo de construcción en piezas juntas con mortero **no exceda de 1.30 m de altura por jornada de trabajo.***

2.4.7.4.4 Cuidado de los Muros Durante su Construcción (Referencia 1)

Con el fin de evitar fallas en las juntas de construcción debe evitarse en lo posible para lograr una mayor adherencia entre el muro existente y el muro por construir, se recomienda limpiar las superficies de asiento de las unidades del muro existente con aire comprimido, y humedecerse en el caso de que las unidades requieran dicho tratamiento. Para piezas macizas, se recomienda que al término de la primera jornada de trabajo se llenen parcialmente las juntas verticales correspondientes a la hilada superior, para llenarlas completamente al inicio de la segunda jornada (véase Figura 5). Asimismo, es deseable en general, que todas las juntas de construcción sean rugosas y que estén libres de polvo y gránulos sueltos. Durante el proceso constructivo, los

muros tienen poca estabilidad fuera de plano y en general, una resistencia a la tensión muy reducida. En consecuencia, no deben ser sometidos a golpes o vibraciones, ni tampoco servir de apoyo a otros procesos constructivos, ya que es muy fácil romper accidentalmente las interfaces mortero-unidad (generalmente en la parte baja del muro). Para evitar daños.

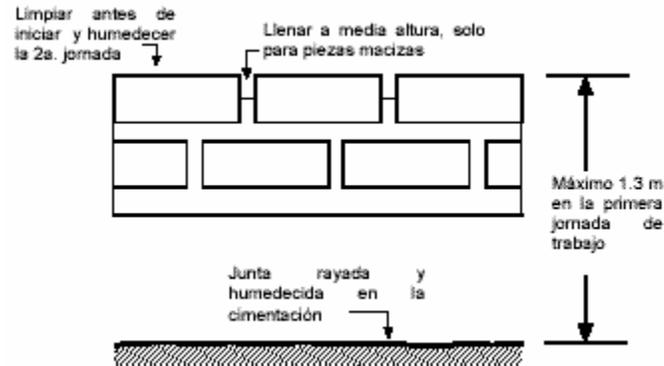
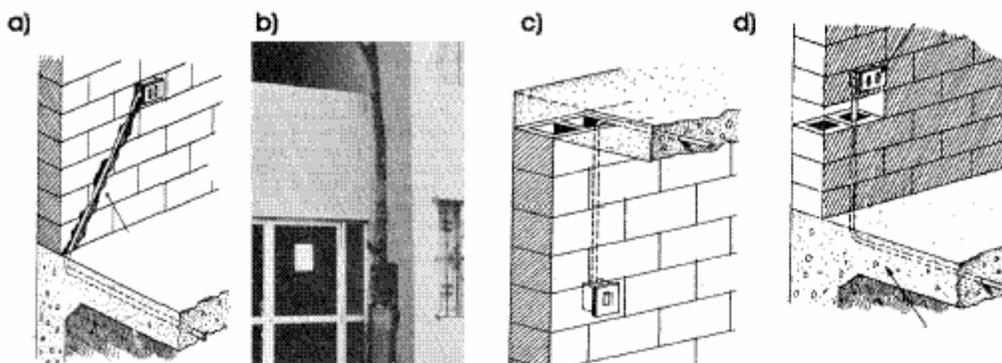


Figura 5 Juntas de Construcción.

2.4.8 Colocación de Instalaciones (Hidrosanitarias, Gas, eléctricas, Telefónicas, Etc...) (Referencia 1)

Es muy importante la coordinación en la ejecución, para evitar romper o ranurar los muros. No es permisible romper o picar los muros, salvo que exista indicación expresa autorizando esta operación en el proyecto, ya que evidentemente se generan zonas de debilidad al romper, por ejemplo, un elemento con el propósito de alojar tubos para instalaciones eléctricas o sanitarias en las figuras siguientes se especifica la indebida y colocación aceptable de las instalaciones. La planificación de la ubicación de tubos, cajas e insertos de los diferentes subsistemas debe ser efectuada en la etapa del proyecto, debe indicarse claramente en los planos de construcción y debe ejecutarse en los momentos más adecuados. Se recomienda además que los tubos para instalaciones tengan un recorrido vertical, y que se alojen en los muros, sólo cuando tengan un diámetro menor a 1/5 del espesor del muro. De preferencia, los conductos deben ir alojados en ductos especiales y falsas columnas.



- a) Colocación incorrecta de ranura que aloja un ducto de instalación eléctrica.
- b) Daño severo en muro por una ranura de espesor excesivo
- c) y d) colocación correcta de instalaciones, siguiendo recorridos verticales.

2.4.8.1 Tuberías y Conductos Ahogados en el Concreto

Se pueden ahogar en el concreto con la aprobación del ingeniero, a condición de que no se considere sustitutos estructurales del concreto desplazado.

Los conductos y otras tuberías que pasen a través de losas, muros o dalas, no deberán debilitar significativamente la resistencia de éstos elementos, además no deberán reemplazar mas del 4 % del área de la sección transversal que se empleó para calcular su resistencia. Excepto, cuando los planos de los conductos y tuberías, hayan sido aprobados por el ingeniero estructurista, responsable de la seguridad estructural de la vivienda, los conductos o tuberías ahogadas en losas, muros y dalas(diferentes de los que sólo pasan a través de los elementos) deberán satisfacer lo siguiente:

- a) Tendrán dimensiones a paños exteriores no mayores de 1/3 del peralte de la losa, del muro o de la dala, donde estén ahogadas.
- b) No deben alterar significativamente la resistencia del elemento.
- c) Se puede considerar que los conductos o tuberías sustituyan estructuralmente en compresión al concreto desplazado, siempre y cuando:
 - c.1 No estén expuestos a la corrosión o a otra causa de deterioro.
 - c.2 siempre y cuando estas, sean de hierro sin recubrimiento o galvanizado.
 - c.3 Tenga un diámetro nominal interior no mayor de 5 cm.
- d) En las losas macizas, las tuberías deberán colocarse entre las capas del refuerzo superior e inferior.
- e) Las tuberías deberán instalarse de tal forma que el refuerzo no requiera cortes, dobleces o movimientos fuera de su colocación adecuada.

Se debe realizar una supervisión adecuada en este concepto, ya que de no ser así, se estará dando opción a realizar mal la colocación de estas instalaciones y por ende tener una Seguridad Estructural inadecuada.

2.4.9 Durante la construcción (tarea que desempeñara la “supervisión”) (Referencia 1)

En especial, se revisará que:

- a) Las piezas sean del tipo y tengan la calidad especificados en los planos de construcción.
- b) Las piezas de barro estén sumergidas en agua al menos 2 h antes de su colocación.
- c) Las piezas de concreto estén secas y que se rocíen con agua justo antes de su colocación.
- d) Las piezas estén libres de polvo, grasa, aceite o cualquier otra sustancia o elemento que reduzca la adherencia o dificulte su colocación.
- e) Las barras de refuerzo sean del tipo, diámetro y grado indicado en los planos de construcción.
- f) El aparejo sea cuatrapeado.
- g) Los bordes verticales de muros confinados exteriormente estén dentados o que cuenten con conectores o refuerzo horizontal.
- h) El refuerzo longitudinal de castillos o el interior del muro esté libre de polvo, grasa o cualquier otra sustancia que afecte la adherencia, y que su posición de diseño esté asegurada durante el colado.
- i) No se traslape más del 50 por ciento del acero longitudinal de castillos, dalas o refuerzo vertical en una misma sección.
- j) El refuerzo horizontal sea continuo en el muro, sin traslapes, y anclado en los extremos con ganchos a 90 grados colocados en el plano del muro.
- k) El mortero no se fabrique en contacto con el suelo o sin control de la dosificación.
- l) El relleno de los huecos verticales en piezas huecas de hasta cuatro celdas se realice a la altura máxima especificada en los planos.
- m) Las juntas verticales y horizontales estén totalmente rellenas de mortero.
- n) Si se usan tabiques multiperforados, que el mortero penetre en las perforaciones la distancia indicada en los planos, pero no menos de 10 mm.
- o) El espesor de las juntas no exceda el valor indicado en los planos de construcción.
- p) El desplomo del muro no exceda $0.004H$ ni 15 mm.
- q) En castillos interiores, el concreto o mortero de relleno haya penetrado completamente, sin dejar huecos.

- r) En muros hechos con tabique multiperforado y piezas huecas (estas últimas para alojar instalaciones o castillos interiores), la pieza hueca esté llena con concreto o mortero de relleno.
- s) En muros reforzados con malla soldada de alambre, los conectores de anclaje estén firmemente instalados en la mampostería y concreto, con la separación señalada en los planos de construcción.
- t) Los muros transversales de carga que lleguen a tope estén conectados con el muro ortogonal.
- u) Las aberturas en muros, si así lo señalan los planos, estén reforzadas o confinadas en sus bordes.
- v) Los pretilos cuenten con castillos y dalas o refuerzo interior.

Con esto podemos decir que, si se siguen todas y cada una de las especificaciones y proceso constructivo estaremos ciertos de tener una Seguridad Estructural adecuada en la Vivienda de Interés Social.

Todo este proceso en la construcción de la vivienda de interés social debe cuidarse para evitar tener una Seguridad Estructural Deficiente, esto se lograra teniendo una supervisión en la edificación que no permita anomalías en el proceso de la construcción de dicha vivienda.

2.4.10 ERRORES COMUNES QUE PUEDEN EVITARSE *(Referencia 1)*

- a) Posición del acero de refuerzo en castillos y refuerzo vertical de muros reforzados interiormente (doble 1 a 6).
- b) Traslape del acero en más del 50% en una sola sección. Traslape de refuerzo horizontal en muros.
- c) Remates a 90 grados en los estribos (deben ser a 135 grados).
- d) Mal colado de los huecos (en tramos de gran altura, que propician oquedades en el colado).
- e) Fabricación del mortero sin control (proporcionamiento, en el suelo)
- f) Aplicación deficiente del mortero
- g) Falta de previsión en las instalaciones que obligan a romper los muros.
- h) Falta de saturación en las piezas de barro. Saturación de las piezas de bloques de concreto.

- i) Mala posición del acero de refuerzo (malla sobre todo). Bastones en el lecho superior de losas macizas de entrepiso.
- j) Mal proporcionamiento y remezclado inadecuado de morteros.
- k) Espesor de juntas de mortero en los muros de menos de 1cm o de más de 1.5 cm.
- l) Falta de confinamiento de huecos de ventanas, o refuerzo horizontal en los antepechos.

2.4.11 Construcción de Losas (Referencia: Manual de Auto Construcción Tolteca)

Las losas son elementos estructurales horizontales o con ciertas inclinaciones destinadas a soportar **cargas vivas, cargas muertas y accidentales** para transmitir las a los elementos verticales de apoyo, como son los muros de carga y las columnas. Para su diseño y estudio las clasificamos en losas de entrepiso y losas de azotea; existen varios sistemas de losas como son las losas de concreto reforzado y losas prefabricadas, de las cuales la más común es la losa de concreto reforzado, pero la utilización de los sistemas prefabricados nos permiten una producción a gran escala, de rápida ejecución que es lo que se requiere para la construcción de la vivienda de interés social.

Dentro de los sistemas prefabricados se encuentra el entrepiso construido con vigas precoladas y presforzadas por medio de alambres de alta resistencia, en unión con los bloques huecos o bovedillas que darán forma a una losa ligera a este sistema se le conoce como vigueta y bovedilla, la vigueta tiene forma de "T" invertida arriba de la vigueta y bovedilla se coloca una malla electro soldada que tiene una cuadrícula de 6 X 6 a 12 X 12 centímetros. Finalmente, se cuele una capa de concreto con un espesor mínimo de 5 centímetros que garantice la perfecta unión de todos los elementos de la losa.

Losas de concreto reforzado se encuentran dentro de los elementos estructurales más comunes, las losas son elementos estructurales que consisten en tableros que trabajan en una y dos direcciones; las losas que trabajan en una dirección son las que se encuentran apoyadas sobre muros de carga, cadenas o vigas paralelos en dos de sus lados quedando libres los otros dos y las losas apoyadas perimetralmente sobre muros de carga, cadenas o vigas en sus cuatro lados, son las que trabajan en dos direcciones.

Las losas de concreto reforzado forman la parte más laboriosa y complicada del proceso constructivo, por lo que deben hacerse en forma cuidadosa con objeto de evitar posibles accidentes motivados por defectos de construcción.

El primer paso para construir una losa de entrepiso o de azotea, es la determinación de su espesor o peralte y del armado que habrá que reforzarla, el peralte y armado de la losa depende de las cargas a las que estará sujeta y de los claros que esta tendrá.

El armado se realiza con varillas corrugadas y es el que le dará mayor resistencia a una losa de concreto; de ahí, que es muy importante determinar el armado que se va a usar de acuerdo a las cargas que soportará y al tamaño de la habitación.

2.4.11.1 Proceso de Trabajo

En primer instancia se construye la cimbra que habrá de soportar durante el colado y fraguado del concreto. Este procedimiento se lleva a cabo en dos partes: primero se colocan los pies derechos y piezas verticales que habrán de soportar el tendido o plataforma sobre la cual se va a vaciar el concreto; la distancia entre cada uno de éstos no debe ser mayor de un metro. En segundo lugar se construye la plataforma a base de tarimas o tablas.

Por separado se prepara el acero “varillas corrugadas” que será habilitado cortándolas y doblándolas de acuerdo a los cálculos y especificaciones realizadas por el ingeniero o arquitecto, conforme se van preparando las varillas se van colocando en la plataforma, amarrándolas en los cruces con alambre recocido. Al terminar de habilitar el acero de refuerzo se colocarán las ductos y cajas que alojarán las instalaciones eléctricas y también se deberá levantar o separar el armado de la cimbra con pequeñas piedras que lo calcen de 1 a 2 centímetros, esto con la finalidad de que el acero quede cubierto por el concreto para evitar posteriormente la corrosión del acero por el intemperismo.

Posteriormente, se fabrica el concreto que será chocado o vertido de acuerdo con las especificaciones y resistencia indicadas por el ingeniero o arquitecto. Por último se cura el concreto y a determinado tiempo se retira la cimbra.

2.4.1 Materiales

los materiales empleados en la construcción deben cumplir con lo estipulado en el artículo 200 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal:

Artículo 200; Los materiales empleados en la construcción deben ajustarse a las siguientes disposiciones:

- I. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deben satisfacer las Normas de este Reglamento, y las Normas Oficiales Mexicanas o Normas Mexicanas, y

- II. Cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo del cual no existan Normas o Normas Oficiales Mexicanas o Normas Mexicanas, el Director Responsable de Obra debe solicitar la aprobación previa de la Secretaría de Obras y Servicios para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicho material.

En este subtema se presentan las principales características de los materiales que con mayor frecuencia se utilizan para la construcción de mampostería para vivienda

Las propiedades mecánicas de la mampostería son más variables y difíciles de predecir que las de otros materiales estructurales como el concreto reforzado o el acero. Esto es debido al poco control que se tiene sobre las propiedades de los materiales componentes y sobre los procedimientos de construcción empleados. Así, el comportamiento estructural de la mampostería, ha sido objeto de una amplia gama de estudios experimentales y analíticos, que han dado como resultado la elaboración de normas como las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería para el control de calidad de los elementos “materiales” que la constituyen así como para el diseño y construcción del producto compuesto, además de cumplir con las normas referidas anteriormente deberá cumplirse que las piezas usadas en los elementos estructurales de la vivienda deberán cumplir los requisitos generales de calidad especificadas en las Normas Mexicanas para los materiales para que de esa manera se pueda garantizar una seguridad estructural.

En los materiales constituyentes de la mampostería no se acostumbra hacer pruebas para verificar la calidad, pues muchos piensan que las casas y edificios hechos con ladrillo rojo son resistentes de por sí, sin embargo a medida que la mampostería se popularizó y luego se empezó a hacer con tabicón o block de concreto y por fábricas no ordenadas ni serias, se empezaron a tener problemas de fisuras, grietas, rompimiento de algunos bloques y fallas estructurales que hicieron necesario revisar las causas de las mismas, por ende se empezó a fijar especificaciones y normas para la gran variedad de productos que existían en el mercado.

2.4.1.1 Tipos de Piezas (ladrillos, block...) (Referencia 1)

Los **ladrillos** de barro recocido que originalmente tenían como medidas nominales el 7-14-28, se fueron haciendo más chicos y ahora las medidas usuales son 6-12-24 y el 6 se va bajando hasta 5 ó 4 cm y para ciertos trabajos de recubrimiento o enladrillados su espesor es de 2 a 2.5 cm.

En el caso del **block** las medidas son más uniformes pero por la variación de los moldes y el encogimiento por secado la altura nominal de 20 cm, se convierte de 19.5 cm hasta 18 cm creando dificultades en la colocación y en el nivel de las hiladas.

En los proyectos generalmente se especifica el espesor de la junta, pero si no se lleva una buena supervisión el espesor de las juntas será variado ya que la mano de obra ocupada en este tipo de edificaciones no es llevada a cabo por una sola persona, el acomodo de las piezas o cuatrapeado debe hacerse al hilo, cuidando que el desplome de los muros no exceda el permitido por las normas, además de la calidad de las piezas y la del mortero; si llevará refuerzo de varilla o alambón tanto vertical como horizontalmente, si se trata de mampostería reforzada interiormente el acero de refuerzo debe ser del diámetro especificado y así cumplir con la cuantía de acero, pero si se trata de mampostería confinada el acero de refuerzo deberá habilitarse con la cuantía de acero necesaria.

A veces los muros se usan exclusivamente como divisorios, otros para soportar cargas gravitacionales y accidentales. Los muros pueden ser largos o cortos pero también bajos o esbeltos y necesariamente su capacidad para resistir es muy variada ya que no todos se pueden usar todos para el mismo fin.

Es conveniente por tanto, exigir que todos los proyectistas especifiquen claramente las características que deben tener los muros y sus limitaciones, y luego además el constructor deberá observar que esas exigencias se lleven a cabo y no apartarse de las mismas, aprovechando los servicios de verificación de un laboratorio de pruebas confiable y de la supervisión.

Como ejemplo de lo anterior tenemos la siguiente especificación (Referencia: Edificación de Mampostería para Vivienda ICA):

Muro de block hueco ligero de 15-20-40 cm para interiores, (RBH 40) junteado aparente de 0.5 a 0.8 cm con mortero de resistencia en cubos de $40 \frac{Kg}{cm^2}$ a la compresión a 28 días, curado al aire.

El block se colocará al hilo y se revisará el nivel de las hiladas y el plomeo cada 4 hiladas con una tolerancia de 0.3 cm cada 3 m. Cada tres hiladas se le pondrá una escalerilla de dos varillas lisas del número 10, y se colará con concreto fabricado con gravilla de 12 mm, y de resistencia $150 \frac{Kg}{cm^2}$ a los 28 días de edad, castillos ahogados con una varilla # 2.5 grado 42 a cada 120 cm, y la altura máxima será de 2.40 m. (para mayores alturas consultar con el proyectista estructural).

La intensidad del muestreo del block será de 10 piezas al azar por cada 10000 piezas, y se ensayarán 5 a compresión y 5 a absorción, y para el mortero, se tomará una muestra de 6 cubos de 5 cm cada tercer día de junteo para ensayar a la compresión, por lo menos dos a los 28 días.

La especificación podrá parecer larga, pero aún así, es muy probable que falten detalles que permitan no cumplir lo que el diseñador tiene en mente y que necesariamente tiene que transmitirle al constructor, y éste al maestro de obras para que, a su vez, pueda pedírselo al oficial albañil y éste a su ayudante, al que corresponde preparar la mezcla con determinado proporcionamiento, el que va a ser el determinante para que pueda trabajar adecuadamente el muro.

Los proyectistas requieren una mano de obra uniforme, un mortero resistente y uniforme, que las piezas para la mampostería sean resistentes, poco absorbentes y uniformes para asegurar un comportamiento adecuado y uniforme.

La norma NMX C-6 clasifica a los ladrillos ó tabiques de arcilla en fabricados con máquina y los fabricados a mano. En los de máquina Mq, los divide en macizo, MqM, perforados MqP, huecos verticales MqHv, y huecos horizontales MqHh. En cada uno de estos distingue varios grados de calidad dependiendo principalmente de la resistencia a la compresión desde 250 a 30 kg/cm² y también de su adherencia, de 6 a 2 kg/cm²; y absorción de agua, de 10 a 22% en peso. Así tenemos 12 entre tipos, subtipos y grados de calidad. Las condiciones recomendables para ladrillos y bloques cerámicos se indican en la tabla B.

En el caso de las piezas de concreto, la norma C-10 las divide por sus dimensiones en los bloques B, y los ladrillos, tabiques y tabicones (L). Los tipos son huecos (H), y sólidos (S), y los subtipos son principalmente por su resistencia a la compresión desde 175 a 40 kg/cm² y su absorción de 220 a 290 litros por m³.

Los más resistentes pueden usarse para soportar cargas y pueden colocarse al exterior sin requerir repellados ó protección. Los ligeros y poco resistentes sólo deberán usarse en interiores ó con protección, y normalmente como muros divisorios que no reciben carga. Por último los intermedios que si reciben carga y que al estar en exteriores podrán tener protección ó no.

Especificaciones generales para Ladrillos, Bloques, Cerámicos de Barro, Arcilla y/o similares según la NMX C – 6. (Tabla A) (Referencia 1)

TIPOS		Mq										Mn	
SUBTIPOS		Macizo MqM				Perforado MqP			Hueco vert MqHv		Hueco Horz MqHv		
Grados de calidad		A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E	E
Resistencia a la compresión (kg/cm ²) mínima	Promedio de	250	150	100	50	100	75	50	75	50	50	30	30
	5 individual	200	120	80	40	80	60	40	60	40	40	20	20
Adherencia (kg/cm ²) mínima	Promedio de	6	4	4	2.5	4	4	2.5	3	2.5	3	2.5	2
	5 individual	4	3	2	1.7	3	2	1.7	2	1.7	2	1.7	1.5
Absorción de agua (% en peso) máxima	Promedio de	10	14	13	18	14	16	18	14	16	18	22	22
	5 individual	12	16	18	20	16	18	20	16	18	18	20	24
Tolerancias Dimensionales* (%)													
Largo		± 2	± 3	± 4	± 4	± 3	± 3	± 4	± 3	± 4	± 4	± 5	± 5
Ancho		± 2	± 3	± 4	± 4	± 3	± 3	± 4	± 3	± 4	± 4	± 5	± 5
Altura o Peralte		± 2	± 3	± 4	± 4	± 3	± 3	± 4	± 3	± 4	± 4	± 5	± 5
Desviación máxima de la línea recta sobre la dimensión nominal (en %)		1	1.5	2	2	1.5	2	2	1.5	2	2	2	3
Acabados Cuarteaduras Ladrillo o bloque permisible en mm	En esquinas	6	7	8	9	7	8	9	8	9	9	9	12
	En aristas	3	4	5	6	4	5	6	5	6	6	6	8

Tabla A

* Las tolerancias en largo, ancho y altura o peralte, son aplicables para todas las medidas.

2.4.1.2 Morteros

(Referencia: Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería)

La función del mortero es permitir la sobreposición de las piezas formando un conjunto que tenga una liga fuerte y duradera. Sus propiedades más importantes son: manejabilidad, resistencia a compresión y adherencia con las piezas ya sean sólidas o con huecos. Esas propiedades varían según el tipo de cementante empleado, con la relación entre arena y cementante y según la cantidad de agua en la mezcla, aunque esto último no se suele controlar en la obra.

Los morteros son los empleados para el junteo de los tabiques y deben cumplir con los requisitos siguientes:

1. Su resistencia de diseño a compresión será por lo menos de 40 kg/cm^2 .
2. Deberá cumplir los requisitos de calidad.
3. Se empleará la mínima cantidad de agua que de cómo resultado un mortero fácilmente manejable.

En los morteros es útil conocer los tiempos de fraguado y los efectos de los aditivos en ese comportamiento. Normalmente se requiere que se tarde mucho en iniciar el fraguado inicial y luego que se tarde muy poco en alcanzar el fraguado final y la adquisición de la resistencia.

En lo que se refiere a la resistencia, ésta debe ser compatible con la resistencia del ladrillo ó block, ya que si es poco resistente el mortero, y por tanto deformable, al tratar de salir provocará esfuerzos de tensión en las piezas que hará que el muro se fisure en su plano aumentando la relación de esbeltez y con ello bajando radicalmente su resistencia a las cargas.

El mortero para el junteado puede hacerse con cal hidráulica, cemento ó con cemento ó mortero de albañilería. Las proporciones pueden ser muy variadas y dependen de la resistencia que se quiera obtener y de la plasticidad y correa a la que esté acostumbrado el albañil. Con cemento y arena en proporción volumétrica de 1:3 se logran resistencias de hasta 250 kg/cm^2 dependiendo del tipo y marca de cemento; y por otro lado, al combinar cemento, cal ó cemento de albañilería y arena en proporción de 1: 1.5 :5 la resistencia es tan baja como 20 kg/cm^2 a los 28 días.

En la Gaceta Oficial del Distrito Federal, del 6 de Octubre de 2006 se publicaron las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, en donde se proponen tres tipos de mortero cuyas resistencias nominales típicas son de 125, 75 y $40 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$ respectivamente y dan la proporción volumétrica con arena en estado suelto lo cual es muy irregular y más bien debiera decir en estado seco y suelto.

Debemos conjuntar esfuerzos para que los constructores reciban planos claros, y con especificaciones precisas que puedan cumplirse y con supervisión continua en las obras para que estemos seguros de que se cumplen las indicaciones del proyecto, y que quede constancia de la calidad de los materiales y de la mano de obra.

Las piezas que se utilizan en elementos estructurales de Mampostería deben cumplir los requisitos ya mencionados anteriormente, para el tipo de tabique se va a emplear, ya que para elementos estructurales de la mampostería sólo se emplean piezas macizas o con huecos verticales, generalmente se usan piezas con huecos verticales.

En las normas de diseño por sismo se especifica que para muros de piezas macizas que cumplan con lo requisitos de refuerzo impuestas para muros diafragma, confinados o con refuerzo interior, se reduzcan las fuerzas sísmicas por un factor de comportamiento $Q = 2$, mientras que para las piezas huecas debe usarse $Q = 1,5$, lo que implica fuerzas de diseño 33% mayor que el caso anterior.

Probablemente el hecho de que la mampostería se construya en condiciones de control inadecuadas ha generado que se tengan comportamientos estructurales no esperados, además el conocimiento que se tenía del comportamiento este tipo de vivienda era muy poco, o suficientemente profundos como para permitir encontrar métodos de diseño mas adecuado. Sin embargo, cada día en nuestro país se desarrollan investigaciones que van adentrándonos en estos conocimientos y, por ende, *mejorando la metodología que nos permita realizar diseños adecuados.*

Actualmente, la mampostería se emplea en la construcción de viviendas, tanto unifamiliares como multifamiliares, se ha encontrado que las estructuras más altas en este material son del orden de cinco niveles, después del sismo ocurrido en el año de 1985, las Normas de construcción han tenido cambios muy importantes como el de ya no permitir edificaciones mayores de 13 metros.

Contar con alternativas diferentes en lo que corresponde los tipos de piezas de mampostería permite la realización tanto de elementos estructurales como castillos, dalas muros de carga, etc., y de no estructurales como muros divisorios, muros bajos etc., es decir, elementos de fachadas, divisorios etc., sin embargo, lo que nos ocupa en este caso, son los elementos que tienen una función estructural. Por otro lado, el empleo de materiales nuevos como el panel W, el Quadripanel, ha permitido que la construcción de muros puedan ser más altos, más delgados más ligeros y resistentes. Pero el hecho de contar con este tipo de material no implica garantizar un buen comportamiento estructural ante cargas accidentales.

2.4.1.3 Acero de Refuerzo

(Referencia: Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto)

El acero que se emplee en castillo, dalas, e interior de muros. Estará constituido por varillas corrugadas o malla de acero que cumpla con las normas correspondientes. Se admitirá acero liso en estribos y como refuerzo que no tenga fines estructurales. El acero de refuerzo deberá tener un esfuerzo a la fluencia $f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2}$, el acero e refuerzo utilizado para los muros reforzados interiormente no se permite y **No** debe permitirse traslapar, para poder garantizar que el muro pueda desarrollar el trabajo para el que fue diseñado, ya que, de no ser así, estaremos propiciando una Seguridad Estructural inadecuada.

Para las dalas y castillos el traslape debe ser de 1.33 veces la longitud de desarrollo o 40 diámetros, según el numero del acero a colocar; normalmente se coloca en estas secciones ACRO del número 3, es decir, 3/8 de pulgada en la sección donde se haga el traslape deberá cumplir con lo estipulado en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTCDCEC) que nos dice que deben tomarse precauciones especiales, por ejemplo, en aumentar la longitud de desarrollo o colocar estribos muy aproximados donde se efectuó el traslape. La colocación del acero de refuerzo se especifica en el proceso constructivo.

La separación en los estribos para las dalas es de 20 cm máximo, en lo que respecta a este concepto se recomienda que sea de 15 cm, para tener una mejor resistencia al efecto del esfuerzo cortante.

2.4.1.4 Concreto Estructural

(Referencia 28)

En muros de concreto reforzado de vivienda de interés social se admitirá el uso de concreto clase 2 con resistencia específica de 150 kg/cm^2 si se garantiza los recubrimientos mínimos para la protección del acero de refuerzo, además de garantizar el llenado de los huecos del muro que en su interior contiene acero de refuerzo.

El concreto debe colocarse con la cantidad mínima de agua de mezclado, compatible con su manejo adecuado, ya que de ello dependerá el aprovechamiento en resistencia, durabilidad y otras propiedades.

Para producir un concreto, el proporcionamiento debe seleccionarse:

- a) De la consistencia más seca (menos revenimiento) que permita colocarlo eficientemente hasta obtener una masa homogénea .
- b) Con el tamaño máximo del agregado disponible, a fin de lograr una mezcla económica y que pueda tener una colocación satisfactoria.
- c) De durabilidad adecuada para resistir el intemperismo y otros agentes destructores.
- d) De la resistencia requerida para resistir, sin peligro de falla, las cargas a las que estará sujeto.

Un mezclado completo es esencial para la producción de un concreto uniforme. Por lo tanto, el equipo y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales componentes del concreto. Es recomendable controlar tanto el tamaño del agregado grueso como su revenimiento adecuado, es decir, que sea práctico para su trabajo y colocación.

Condiciones de Servicio Recomendables para Ladrillos Cerámicos, según la NMX C – 6 (Referencia 1)

Tabla B

	Subtipo	Grado	Requerimientos estructurales	Requerimientos climatológicos	Requerimientos funcionales
Mq	MqM	A	Aptos para albañilería soportante bajo tensiones elevadas (con o sin armar)	Aptos para climas severos con heladas y alta precipitación pluvial	Aptos para uso al exterior o interior en muros aparentes de 1 o 2 caras
	MqM MqP	B	Aptos para albañilería soportante bajo tensiones moderadas (con o sin armar)	Aptos para climas con probabilidades de heladas y moderada precipitación pluvial	Aptos para uso al exterior o interior en muros aparentes de 1 o 2 caras
	MqM	C	Aptos para albañilería bajo cargas moderadas de compresión axial (semi armada y/o reforzada)	Aptos para condiciones climatológicas medias del país con poca probabilidad de heladas y moderada precipitación pluvial	Aptos para uso al exterior o interior en muros aparentes de 1 o 2 caras. para los ladrillos huecos se aconseja el huso de un sellador en muros exteriores
	MqM MqP MqHv MqHh	D D D D	Aptos para albañilería simple o reforzada bajo cargas moderadas de compresión axial	Aptos para climas benignos y de moderada precipitación pluvial con sellador o revestidor igual al grado C	Aptos para uso exterior o interior en muros aparentes de 1 cara. Para los ladrillos huecos se requiere un impermeabilizador en muros al exterior
	MqHh	E	Aptos para albañilería simple o reforzada bajo cargas limitadas de compresión axial	Aptos para climas benignos y de baja precipitación pluvial	Aptos para uso en muros exteriores con revestimiento o sellador y en muros interiores
Mn		E	Aptos para albañilería simple o reforzada NO SOPORTANTE y/o con cargas bajas de compresión axial	Aptos solamente para climas benignos y de escasa precipitación pluvial	No se aceptan para muros aparentes al exterior sin revestimiento

2.4.2 La Mano de Obra

La mampostería es un tipo de construcción ejecutada a mano y, por esta razón, la **mano de obra** tiene una influencia considerable sobre la funcionalidad de la vivienda ya terminada, está influencia que guarda la mano de obra sobre la construcción de la vivienda es sin duda la elaboración de los morteros utilizados para el junteo de los tabiques, así como la elaboración del concreto que será utilizado en las columnas y muros, es decir, que tanto el concreto como el mortero sean elaborados con las dosificaciones señaladas en las especificaciones, así como también en el colocado de los tabiques para dar forma a los muros que delimitarán los espacios de la vivienda, cuidando que el desplome de los muros no sea mayor al permitido por el reglamento de construcción y las normas para la mampostería, y, de esta forma podemos estar ciertos que la vivienda tendrá un comportamiento estructural bueno, garantizando así, una seguridad estructural en la vivienda.

La Mano de Obra, es la manera tradicional de llamar al trabajo de los obreros y los operarios de la industria de la construcción. Tratándose de programas de vivienda promovidas por grupos sociales, en los que la participación de los propios integrantes del grupo promotor es parte del proceso, la clasificación de la mano de obra, se hará en función de la obtención de un pago por trabajo desarrollado. En tal forma que: “mano de obra asalariada” serán los trabajadores contratados para la ejecución de los trabajos y “mano de obra de aportación”, serán los socios de la organización promovente incorporados al trabajo de la construcción.

Los oficios tradicionales están en decadencia. Citando el abandono del trabajo a pie de obra a favor de las fábricas, donde se puede mecanizar más fácilmente las tareas, creando un mercado de mano de obra semicalificada. El cambio de los métodos de trabajo sobre todo la **subcontratación** de autónomos que sólo aportan su trabajo, ha contribuido a disminuir el número del personal calificado, mientras que los propios aprendices están poco dispuestos a aprender y a trabajar durante mucho tiempo por un salario poco atractivo. Es posible, tratándose de un edificio pequeño de forma tradicional, el cual está formado por la planta baja y el primer nivel que la mano de obra podría no ser calificada, pero no por eso debemos dejar de lado la supervisión en la edificación, donde se deberán cumplir las especificaciones y el proceso constructivo; por ejemplo en un edificio se debe definir claramente el espesor del junteo de los tabique que además estos deberán ser cuatrapeados para que el edificio tenga la resistencia tal como se ha pensado y proyectado.

2.4.2.1 Modalidades de Construcción de la Mano de Obra Asalariada

Dentro del marco jurídico que regula las condiciones laborales y las obligaciones patronales, existe un tabulador de salarios mínimos de acuerdo a la clasificación profesional de un trabajador, que será pagado de acuerdo al cumplimiento de las jornadas de trabajo y una serie de prestaciones sociales a las que un trabajador tiene derecho.

Dependiendo de la planeación previa de la obra y de las condiciones reales de la ejecución de la construcción, se puede optar por varias posibilidades de incorporación de mano de obra asalariada a la producción. La clasificación de estas posibilidades se hace de acuerdo a la forma o modalidad de acuerdo al convenio de trabajo y se define de acuerdo a la forma de pago:

- Por Jornada.
- Por Destajo.
- Por Obra Terminada.

2.4.2.1.1 Contratación por Jornada.

se consideran jornadas de trabajo de personal especializado, pagadas a un precio acordado previamente, nunca menor al salario mínimo vigente.

-Ventajas:

- Asegura la remuneración del trabajador en los términos de la Ley
- Facilita el control de pagos e nóminas o listas de raya, pues se paga por días laborados.
- Puede permitirse mayor calidad en los trabajos.

-Desventajas:

- Rendimientos desiguales, producto de los diferentes grados de capacitación y de habilidad del personal.
- Propicia tiempos perdidos.
- Requiere mayor vigilancia de los mandos intermedios para alcanzar o mantener un ritmo de producción aceptable.
- Dificultad a la planeación de las obras, particularmente en el aspecto del cumplimiento de metas de l programa.

- Obligaciones:

- En los casos en que los grupos sociales promotores lleven a cabo la administración directa de los créditos, ellos tienen que cumplir con las obligaciones que marca la Ley en relaciones laborales.
- Firmar contrato colectivo de trabajo con los trabajadores asalariados.
- Inscribir en el IMSS e INFONAVIT y aportar las cuotas necesarias de los trabajadores contratados.
- Cubrir las prestaciones referentes a vacaciones, aguinaldos y primas de antigüedad de dichos trabajadores.

2.4.2.1.2 Contratación por Destajo, se considera una cantidad de obra realizada por un trabajador o un grupo de trabajadores, pagado a un precio unitario acordado previamente; de tal forma que el pago dividido entre las jornadas laboradas no sea menor al salario mínimo vigente.

Cabe aclarar que el precio del destajo se determina previamente por el asesor responsable de la obra, en función del análisis de los rendimientos factibles de la mano de obra en una actividad determinada.

-Ventajas:

- Permite al trabajador una percepción mayor de acuerdo a sus habilidades y capacidad.
- Facilita la valoración de rendimientos reales y permite planear con mayor precisión de los tiempos de ejecución al poder fijar metas en calendarios reales.
- Evita tiempos perdidos.

-
-
- Permite seleccionar al personal apto para cada actividad de acuerdo a su efectividad.
 - Reduce en parte, la sobre vigilancia que los mandos intermedios tienen que realizar sobre el rendimiento de los trabajadores.

-Desventajas:

- Requiere de un control sistemático de los avances de trabajo para determinar el pago correcto, teniendo que asignarse personal técnico para llevar el control.
- Puede reducir la calidad del trabajo, requiriendo entonces más trabajo de supervisión.

- Obligaciones:

- En el caso en que los grupos sociales promotores lleven a cabo la administración directa de los créditos, ellos tienen que cumplir con las obligaciones que marca la ley en relaciones laborales:
- Firma contrato colectivo de trabajo con los trabajadores asalariados.
- Inscribe en el IMSS e INFONAVIT y apartar las cuotas necesarias de los trabajadores controlados.
- Cubrir las prestaciones referentes a vacaciones, aguinaldo y primas de antigüedad de dichos trabajadores.

2.4.2.1.2 Contratación por Obra Determinada.

se considera una cantidad de obra a realizar, o una actividad completa del programa a ejecutar por un grupo determinado de trabajadores, a un precio total acordado previamente.

Al igual que en el destajo, el precio se determina previamente por el asesor o equipo técnico responsable de la obra, a partir del análisis de los rendimientos factibles de la **mano de obra** en la ejecución de una obra de una actividad determinada.

Es común que este tipo de contrataciones se haga con un “maestro de obra” o “subcontratista” que cuenta con el personal y equipo necesario para cumplir con el trabajo dentro de las condiciones de tiempo y costos programados por los responsables de obra.

- Ventajas:

- Reduce considerablemente la sobre vigilancia que los mandos intermedios tienen que efectuar sobre el rendimiento de los trabajadores.
- Existe un responsable identificado claramente, sujeto además, a realizar contrataciones sobre el cumplimiento de los trabajos.
- Facilita la valoración de rendimientos reales y permite planear con mayor precisión los tiempos de ejecución, al poder fijar metas en calendarios de producción reales.
- Evita tiempos perdidos.

- Desventajas:

-
-
- Requiere de un control sistemático de los avances de trabajo para asegurar la terminación en los tiempos acordados y para respaldar los anticipos y pagos parciales efectuados.
 - Puede reducir la calidad del trabajo, requiriendo entonces, más trabajo de supervisión técnica.

- Obligaciones:

- En el caso de que los grupos sociales promotores lleven a cabo la administración directa de los créditos y siendo el subcontrato una relación de prestaciones de servicios, los responsables de establecer y cumplir las relaciones laborales de sus trabajadores son los maestros de obra, o subcontratistas. Situación que en muchos aspectos puede verse como una ventaja más.

2.4.2.2 Elección de la mano de obra por su desempeño.

La mano de obra que nos permite considerar un desempeño aceptable en el proceso constructivo en cada frente, es la contratada por obra determinada, ya que, es la que realiza la construcción de la vivienda reduciendo la sobre vigilancia en los ritmos o tiempos de construcción, además de contar con el personal más calificado para estas tareas; Aquí es donde la “supervisión” juega un papel muy importante, donde ésta no debe permitir se realicen procesos constructivos inadecuados, para que de esa forma podamos tener y garantizar una seguridad estructural en la construcción de la vivienda. (Referencias: 17 y 18)

2.4.3 Las Herramientas y Equipo. (Referencias 12 y 28)

2.4.3.1 HERRAMIENTAS.

El maestro albañil puede trabajar a las órdenes de una compañía constructora grande o con una firma de menor importancia, o posiblemente con un patrón que únicamente requiera un solo artesano. Es obvio que el trabajo que se le solicita al albañil variará de acuerdo con los tipos de obra realizada por la compañía constructora o el patrón. Por consiguiente, es necesario que quien se dedique a este trabajo posea un sólido conocimiento que le dé elementos para encargarse de:

- 1- Nuevas Obras.
- 2- Modificaciones y Ampliaciones.
- 3- Mantenimiento y Reparación.

Para poder poner en práctica esos conocimientos en cada uno de los tipos de trabajo, el artesano debe contar con **las herramientas necesarias**. Estas herramientas se clasifican de acuerdo con su uso, o sea, de acuerdo a la tarea que se va a realizar:

- 1- Herramientas para Esparcir.
- 2- Herramientas para el Corte.
- 3- Herramientas de Nivelación y Medición.
- 4- Herramientas de Corte, para Muros y otros Materiales.
- 5- Herramientas para Junteo y
- 6- Otras Herramientas.

2.4.3.1.1 Utilización de las Herramientas en el desplante de muros, cimbrado, armado, colado y repellido:

Herramientas para Muros

Las que se mencionan a continuación son las más usuales en la construcción de muros; La plomada se usa para garantizar la verticalidad del muro, y éste se verifica a cada 3 ó 5 hiladas de tabique. El nivel de mano se utiliza para verificar el nivel del hilo, que marca el que corresponde a cada hilada de tabique. La artesa es un depósito de madera para contener la mezcla se aplica en las juntas, por medio de la cuchara. La cinta métrica es indispensable para la verificación de las distancias horizontales y verticales.

Nivel de Mano: este puede ser de metal o de madera, acondicionado con una burbuja la cual nos marca el nivel horizontal o vertical; Nivel de Manguera: este nivel es utilizado para trasladar niveles de un muro a otro; Hilo: este se utiliza como guía para las hiladas de los diferentes tipos de muros; Artesa: es una caja de madera donde se deposita la mezcla o mortero, sus dimensiones son aproximadamente de 45 x 60 cm de ancho y largo respectivamente y una profundidad de 10 cm; Plomada: está formada por dos partes metálicas y un cordón de aproximadamente 250 cm, que sirve para verificar la verticalidad de los muros; Cuchara de Albañil: es metálica, terminada en punta redondeada, con mango de madera, que se utiliza para sacar la mezcla de la artesa y

colocar el material en las juntas de los muros; Cinta métrica: puede ser metálica o de tela, que se utiliza para realizar las mediciones horizontales y verticales cuando así se requiera en el desplante del muro.

2.4.3.1.1.1 Herramientas para el Cimbrado

El cimbrado es un proceso de carpintería “de martillo y clavo”, sin embargo debe hacerse notar la utilización de herramientas adecuadas.

Es propio utilizar sierra de corte eléctrica, de mano, cerrote, cinta métrica, alambra recocido, y plomo. Las secciones de madera se adquieren en el aserradero o maderería, en el cimbrado aparente de losas, castillos y cerramientos, es usual utilizar triplay de 3 /4 de pulgada de espesor x 1.22 m x 2.44 m. También en el cimbrado se utilizan las tarimas de 50 cm x 100 cm y en el caso de las dalas y castillos se utilizan tablas de diferentes medidas como 25 y 30 cm de ancho y 244 cm de largo.

2.4.3.1.1.2 Herramientas para el Armado

Las armazones de hierro para trabes, dalas, cadenas, columnas, castillos y losas, de una construcción, son realizadas por la cuadrilla armador – ayudante; utilizando las herramientas que a continuación se describen.

Todo el trabajo se hace sobre el piso de la planta baja; este es su taller. Para ello se dibujan sobre la superficie del piso las dimensiones de las varillas y sus dobleces. Es usual sobre un banco de trabajo se construyen los anillos (estribos).

Las herramientas utilizadas en este proceso son las siguientes: Arco con Segueta, que nos sirve para cortar las varillas; Grifa, nos sirve para realizar los dobleces a las varillas y la construcción de los anillos; Cinta Métrica, nos sirve para realizar las mediciones en los tramos de varilla para habilitar los elementos ya mencionados; Gancho para Amarrar, este es una herramienta que nos sirve para realizar los amarres o habilitación del acero y dar forma a los elementos ya mencionados.

2.4.3.1.1.3 Herramientas para el Colado

Esta operación consiste en depositar el concreto dentro de las piezas preparadas para colarse. Aquí aremos mención de las herramientas principales en este proceso constructivo; El transporte del concreto se hace por medio de botes alcoholeros y por carretilla. Para que no queden huecos en las piezas que se cuelan se necesita una varilla de 3/8 de pulgada de diámetro, para realizar la función del vibrado (picar) el concreto, y además, cuando se trata de losas, apisonar bien con un “pisón de talón”.

El espesor de la losa se conserva pasando una regla de madera o metálica, sobre las maestras previamente colocadas; también se utiliza el escantillón para mantener el espesor de la losa y una cuchara de albañil para extender el concreto.

Cuando se trate de grandes cantidades de concreto, o se desea un mejor control de la calidad del concreto, se emplean camiones concreteros conocidos también como ollas revoladoras y bombas de elevación de productos.

2.4.3.1.1.4 Herramientas para Enyesar o Repellar (aplanar)

Las herramientas que se mencionan a continuación son las más usuales para enyesar o repellar. También se usa la espátula para retoque, resanes y para tapar huecos pequeños, que hayan quedado en el aplanado.

Las herramientas son las siguientes: Yesero o Artesa, nos sirve para contener el material a usar, cuchara d albañil para lanzar y colocar el material ya sea yeso o mortero; Talacha, sirve para aplicar las pastas finas en el acabado del aplanado; Llana, sirve para alisar y afinar la superficie enyesada o repellada previamente con la talacha.

En términos generales puede decirse que la herramienta necesaria para los trabajos básicos de la construcción existe una convención de que los trabajadores o personal especializado que desempeñan los trabajos como pueden ser: el albañil, el herrero, el yesero, el azulejero, el electricista y plomero entre otros como se enlistarán a continuación (anteriormente se hizo una definición de las herramientas utilizadas por el albañil, aunque no muy definidamente). La dotación de herramientas para una obra se determina en razón de las características del sistema constructivo a emplear y de la magnitud de las tareas a realizar; de tal forma se enlistarán las herramientas en cada uno de los frentes como son:

EXCAVACIONES: aparatos topográficos, teodolito, cinta métrica, baliza, ficha, estacas, escuadras, reglas, hilos, palas de mano y mecánicas, picos o zapapicos, azadones, carretillas, pizones y aplanadoras mecánicas.

CIMIENOS: cinceles, barretas, marros, martillos, mezcleras, batidores o revolvedoras manuales y mecánicas, cucharas, palas, botes, mangueras, pizones, cruceros de madera, hilos y carretillas.

CIMBRAS: cerrotes, cepillos, clavos, martillos, escuadras y pinzas.

ARMADOS: arcos con segueta, pinzas, cortadoras, dobladoras, alambre, sopletes, cepillos de alambre y grifas.

COLADOS: revolvedoras de concreto manuales y mecánicas, botes, palas vibradores, mangueras, cribas y mallas, artesas, cilindros de muestras, conos de revenimiento, malacates.

DESCIMBRADO: barretas de uñas, cuñas, martillos, macetas, carretes de uñas.

ACAVADOS: plomo, nivel, escuadras, yesera o artesa, reglas, tiroleras, talachas cucharas, rallador, cinta métrica, brochas de cerdas, brochas de fibra (chulos) y llanas.

ELECTRICISTA: tijeras, desarmadores, cintas aislantes, cinta métrica, ganchos, alambres, pinzas, dobladoras, pericos, guías y tarraja.

PLOMERO: llaves inglesas y españolas, llaves de gato, sopletes, martillos, desarmadores, pinzas, dobladores, tarraja para rosca, estopa plomo, pastas para soldar y soldadura.

HERRERO: arco con segueta, limas metálicas, esmeril, desarmadores, tonillos, espátula, dobladora, tijeras para cortar lámina y planta para soldar.

CARPINTERO: cerrotes, cepillos, formones, martillos, sierras, lijas cinta métrica, pulidoras, escuadras y garlopa.

LIMPEZA: escobas, recogedores, botes, lijas, espátulas, cepillos de cerdas, palas, jergas y camiones para recoger cascajo.

JARDÍN: palas, picos, cucharas de jardinería, rastrillos, tenedores, mangueras, podadoras manuales y mecánicas, tijeras para cortar pasto o para podar.

ANDAMIOS: cuando los trabajos no se pueden realizar o alcanzar su sitio de trabajo desde el suelo o desde una parte del edificio llámese vivienda, es preciso colocar escaleras de mano o un andamio. Los andamios son estructuras temporales que se erigen para soportar una o varias plataformas, a diferentes alturas, estas estructuras pueden ser de acero o de madera,

2.4.3.2 EQUIPO

Las organizaciones dedicadas a la construcción, como pueden ser la empresas constructoras, las contratistas o subcontratistas, constituyen para sus trabajos una inversión de herramienta, equipo e inclusive maquinaria. Para quienes centran su actividad económica en la construcción, la inversión en la compra y mantenimiento de maquinaria y equipo es rentable, pero para un grupo social incorporado a una promoción de vivienda, resultará hasta cierto punto, inconveniente; sin embargo, este aspecto deberá analizarse considerando otros factores que dependiendo de su importancia en la producción de la vivienda permitirán considerar la compra o el alquiler de ese instrumental.

Las maquinarias utilizadas en el proceso constructivo de la vivienda son las siguientes, de igual manera que se menciono para la descripción de estas no se hará; a continuación se enlistan: camión materialista, pala mecánica, aplanadoras. Cargador frontal, motoconformadora, retroscavadoras, revolvedora, grúa, pluma, malacate, bombas (bombeo de concreto), vibradores para el concreto, entre otros.

En cuanto al equipo utilizado en el proceso constructivo de la vivienda, éste deberá ser utilizado adecuadamente como en el caso del vibrador para concreto que se debe cuidar de no excederse en su vibrado para la colocación del concreto, ya que de no ser así se ocasionará que el concreto deje de tener las características de diseño, estas características son perdidas por la provocación del sangrado del concreto (el sangrado del concreto ocurre cuando el cemento con el que fue elaborado dicho concreto ya no reaccionará adecuadamente para obtener la resistencia del concreto requerida), de permitir que se lleven a acabo este tipo de anomalías estaremos llevando a la edificación de la vivienda a una seguridad estructural inadecuada.

Además, estas herramientas y equipo deben estar en buen estado para desarrollar las tareas o frentes de construcción donde se requieran, ya que de lo contrario si este equipo y herramientas necesarias en la construcción se encuentran en mal estado estaremos

propiciando que la construcción o edificación de la vivienda tenga un comportamiento inadecuado, que se quiere decir con esto, lo que se quiere decir es que la edificación tendrá una Seguridad Estructural Deficiente.

2.5 LA SUPERVISIÓN (Referencia 36)

La supervisión de la obra es una tarea compleja y variada, que comienza con los trabajos de limpieza y nivelación del terreno y acaba con la obra terminada. En medio está toda la elaboración del edificio (vivienda) y sus instalaciones. Es difícil agotar todo aquello que hay que vigilar, **supervisar** y constatar. Por lo que en este tema nos limitaremos a destacar aquellos en los que comúnmente hay que poner más atención para que la obra o edificación de la vivienda se realice y culmine exitosamente, con el menor número de contratiempos.

La edificación de las viviendas deben ser supervisadas durante todas las etapas de la obra por un supervisor con experiencia, y garantizar una seguridad estructural, ya que es muy común que esta actividad se lleve a cabo por un supervisor que no cuneta con la experiencia suficiente, ya sea un ingeniero o arquitecto, además, el supervisor debe exigir el cumplimiento de los planos y especificaciones de diseño y construcción. Los registros de supervisión deben incluir, entre otros además de las especificaciones:

1. Calidad y dosificación de los materiales del concreto y resistencia del concreto.
2. Construcción y remoción de cimbras y reapuntalamiento.
3. Colocación del acero de refuerzo de acuerdo a las especificaciones.
4. Mezclado, colocación con el revenimiento necesario y curado del concreto de acuerdo a las especificaciones.
5. Secuencia de montaje y conexión de elementos prefabricados en caso de ser necesarios en la edificación de la vivienda.
6. Avance general de la obra, anotado en la bitácora de obra.
7. Deberá llevar un registro de las modificaciones del proyecto tanto arquitectónico como estructural.

2.5.1 Las funciones de la Supervisión son las indicadas a continuación:

- A- Representar a la Dependencia en todo lo relativo a la obra que supervisa, en el lugar donde se ejecuta, apoyándola en la dirección y coordinación de la misma, por efecto de toma de decisiones dando cumplimiento a sus objetivos y prioridades.
- B- Verificar y controlar que los trabajos, en sus aspectos de calidad, costo, tiempo y seguridad principalmente la Seguridad Estructural, se realicen conforme a lo establecido contractualmente. Además de sus modificaciones autorizadas, las normas y especificaciones generales o particulares del proyecto estructural.
- C- Llevar la Bitácora de Obra, que servirá como instrumento de comunicación entre la Supervisión y la Contratista, en la cual se anotarán los hechos y asuntos sobresalientes que en alguna forma afectan el proyecto o a la misma ejecución de la obra.
- D- Cuantificar, conciliar y valorar la obra ejecutada por efectos de pago a la Contratista, en los períodos establecidos hasta su finiquito.

- E- Llevar a cabo la verificación de la calidad de los materiales, equipos, sistemas y procesos constructivos con apoyo de los servicios del laboratorio.
- F- Mantener actualizados los Documentos del proyecto, recopilando las adecuaciones y modificaciones que tuvieron lugar durante el proceso constructivo, tomando especial cuidado en anular los documentos que ya no sean válidos por haber sufrido modificaciones.
- G- Dar solución a los problemas constructivos de orden técnico, siempre que no signifique un cambio en el proyecto estructural.

2.5.2 Acciones que debe tomar cuando no se cumplan las especificaciones:

- A- rechazará los trabajos mal ejecutados, los materiales y productos que no cumplan con los requisitos de calidad, la maquinaria y equipo de construcción que estén e mal estado o que no correspondan a las necesidades de los trabajos por ejecutar.
- B- Suspender los trabajos en un frente determinado por violación a procedimientos constructivos que comprometan la seguridad estructural de la obra y de sus trabajadores.

2.5.3 Constancia de la Actuación de la Supervisión:

La supervisión constatará su actuación por medio de la Bitácora de la Obra , es un documentos oficiales que nunca deben faltar en la obra; la bitácora de obra, libro oficial y legal que sirve como instrumento de comunicación, en el cual se asentarán los hechos y asuntos que de alguna forma afectan el proyecto o a la misma ejecución de la obra.

2.5.4 Auxiliar de Supervisión:

Sus características

El Auxiliar de Supervisor debe ser una persona íntegra, que también cuente con experiencia práctica en la parte del proyecto que se le ha asignado y la preparación técnica que le permite conocer los principios técnicos pertinentes. *Es la persona que dará el apoyo necesario el supervisor de la obra como su nombre lo dice auxiliando en las tareas que el supervisor considere, además de llevar actualizados los generadores de obra, o sea, la cuantificación de la obra ejecutada para su pago y finiquito al termino de la misma.*

La calidad de la construcción de la vivienda depende en gran medida de la mano de obra empleada en la construcción. Lo mejor en materiales y la mejor en prácticas de diseño carencias de efectividad, a menos que la construcción se haya hecho bien y de esa forma garantizar una seguridad estructural adecuada en la vivienda. Con objeto de asegurar un trabajo satisfactorio, de acuerdo con los planos de diseño y las disposiciones correspondiente, se cuenta con la

supervisión. El comportamiento adecuado de las viviendas de interés social depende de que la construcción represente correctamente al diseño y cumpla con los requisitos del reglamento dentro de las tolerancias permitidas.

Debe considerarse que la inspección de la construcción se lleve a cabo por, o bajo la supervisión del ingeniero o el arquitecto responsable del diseño, ya que la persona encargada del diseño es la mejor calificada para comprobar que todo se haya realizado de acuerdo con las dispuesto en el diseño. Cuando las construcciones no permiten esto, el propietario puede proporcionar una supervisión adecuada de la construcción a través de sus ingenieros o arquitectos, o mediante organismos de supervisión independientes con demostrada capacidad para llevar a cabo la inspección.

Cuando la supervisión se efectúa independientemente del proyectista, se recomienda que éste se llamado por lo menos para vigilar la supervisión y observar el trabajo a fin de ver que sus requisitos de diseño se estén ejecutando de manera adecuada.

El supervisor debe estar presente con la frecuencia que él o ella juzgue necesaria a fin de explicar los requisitos de diseño, juzgar si la calidad y cantidad de los materiales empleados en la obra cumplen con las especificaciones para su colocación, ver que el acero se haya colocado adecuadamente, observar si el concreto es de calidad adecuada y de revenimiento adecuado, así como su colocado y curado sean correctos, además de verificar que las pruebas de control de calidad se hagan como se ha especificado.

2.5.5 Aspectos Importantes del Supervisor de Vivienda

De acuerdo con el título tercero en los artículos 35 y 39 del reglamento de construcción del Distrito Federal (y sus correspondientes en otras poblaciones), el Director Responsable de Obra (DRO) y el Corresponsable en Seguridad Estructural (CSE) son responsables de que la se ejecute con el proyecto estructural, para lo cual resulta indispensable que como mínimo (dependiendo de la magnitud de la obra) cada uno de ellos tenga un Residente que vigile la construcción, cuyo costo normalmente no es aceptado por el constructor (inmerso en aspectos financieros), por lo que la participación de ambos se limita a visitas esporádicas, que desde luego No garantiza un seguimiento adecuado del proceso constructivo y por ende una Seguridad Estructural.

“De no realizar la edificación de las viviendas de interés social con las observaciones anteriores para la supervisión de la vivienda, se estará dando lugar a una Seguridad Estructural Deficiente”, por lo tanto, a continuación se dará una referencia más explícita de las tareas de la Supervisión de Obra, para de esa manera poder estar ciertos de llevar una buena edificación de las viviendas de interés social.

“El alcance y los límites de las atribuciones del Supervisor de Obra, se establecen en su contrato de trabajo y peden indicar, entre otras cosas, que vigila y controla la ejecución de la obra, conoce los términos de los convenios con los contratistas y procura que no se aparten de ellos; es decir, cuida que se cumplan con las especificaciones, vigila que se construya con la calidad y apariencia necesaria en los plazos y costos convenidos.

Así mismo, está en la obra para anticipar y evitar problemas, para resolver los que se presenten y para rectificar o detener aquellos que vayan mal.”

2.5.6 Capacidad del Supervisor de Obra.

Aunque la supervisión puede ser uno de los escalones profesionales, para una obra medianamente compleja es mejor que el Supervisor sea una persona experimentada, que haya practicado la construcción y estado en contacto con las peculiaridades de una construcción grande. De no ser así, se encontraría en franca desventaja ante los contratistas, particularmente frente a los experimentados.

Debe tener experiencia para reconocer las diversas calidades de la obra, conocer y dominar las especificaciones, detectar y corregir los desvíos.

Como Supervisor debe saber distinguir claramente lo importante de lo secundario, lo urgente de lo que puede esperar, así como diferenciar lo indispensable de lo conveniente.

Es importante que el Supervisor conozca con claridad los límites de sus atribuciones, para no traspasar las áreas de autoridad propia de los contratistas ni meterse en campos que no le son propios.

2.5.7 Documentos de la Obra.

En una obra de importancia son muchos y diversos los documentos que se manejan. Aquí nos referimos sólo a aquellos con que se debe contar al inicio de la obra. Más adelante citaremos los que se generan durante la obra misma. *“Los documentos que se deben tener al inicio de la obra y que el Supervisor debe conocer son: planos, especificaciones, precios, permisos y licencia, alcances de los seguros y fianzas, programa y calendario de trabajo.”*

2.5.7.1 Planos.

Los principales planos que se manejan en la obra son los de alineamiento y colindancia; los planos arquitectónicos y constructivos del proyecto, los planos estructurales, los de las instalaciones eléctricas, sanitarias, gas e instalaciones y equipos especiales, tales como, ductos de gases, escaleras, y cuartos de máquinas

Cada uno de os planos está acompañado generalmente de sus especificaciones, precios unitarios y costos.

Los planos arquitectónicos suelen estar divididos o contener los detalles necesarios de las plantas y sus contornos, la localización de los ductos (eléctricos y sanitarios), columnas con su sección, plafones y sus cotas, el corte y perfil de las fachadas, las escaleras y/o rampas.

Los planos de la estructura incluyen los refuerzos, los detalles constructivos, las cimbras y los sistemas de aligeramiento de las losas, además de la memoria de cálculo.

2.5.8 Vigilancia de la ejecución.

“El vigilar la correcta ejecución de la obra implica cuidar su localización, la adecuación de los materiales y los procesos constructivos, así como de pruebas para determinar su resistencia, y cuidar que la obra se edifique conforme a los planos, las especificaciones y las instrucciones del Arquitecto Proyectista”.

Esto es a grandes rasgos las funciones que debe desempeñar el Supervisor de Obra y poder tener una comunicación lo mas ecuánime y acorde con el Residente de Obra, que es la persona con quien deberá verificar que el proyecto se lleve a cabo conforme a las especificaciones del proyecto.

Por otra parte, el principal ingrediente para una construcción de la vivienda de interés social, es una buena mano y por ende una buena supervisión de la obra en cada una de sus etapas y operaciones.

Las habilidades manuales, la preparación técnica, la motivación y orgullo del trabajo bien hecho constituyen **una mano de obra de calidad**, que es la verdadera clave para lograr construcciones o edificaciones de viviendas de una buena calidad. Los trabajadores de las cuadrillas de colado pueden haber recibido algún tipo de capacitación pero rara vez es la adecuada. Muchos obrero se enorgullecen de su trabajo y se esfuerzan realmente en obtener una calidad satisfactoria. Sin embargo la necesidad de no exceder el presupuesto previsto con frecuencia implica *prestar atención a la producción y si prevalece este criterio, normalmente se descuida la calidad en la edificación en la vivienda de interés social.*

2.5.9 El Supervisor.

2.5.9.1 Sus características

Como ya se menciona anteriormente el supervisor debe ser una persona íntegra, con experiencia práctica en la parte del proyecto que se le ha asignado y la preparación técnica que le permite conocer los principios técnicos pertinentes. *Las personas con preparación teórica pero sin experiencia práctica, deben adquirirla en la obra trabajando bajo la dirección de supervisores experimentados, antes de dejarlos trabajar por su cuenta.*

2.5.9.2 Capacitación de la Supervisores.

Los supervisores capacitados adecuadamente, son mucho más efectivos que los no entrenados. Los supervisores pueden recibir su instrucción básica en escuelas intermedias, escuelas técnicas e instrucciones educativas similares pero deben tener un proceso de capacitación continua.

Estos deben proporcionar cursos de capacitación periódicos para asegurarse de que los supervisores reciben conocimientos y capacitación actualizadas.

“las revisiones deberá realizarse en cuanto sea solicitada”, la supervisión debe ser preventiva y anticipar en lo posible las condiciones que pudieran llevar a un producto final

inadecuado, indicándoselo al contratista a la brevedad posible para evitar el desperdicio de tiempo, material y mano de obra. El supervisor **no** debe retrasar innecesariamente, ni interferir en sus procedimientos a menos que sea evidente que el producto está fuera de especificación. Nunca se deberá pedir al contratista algo fuera de los documentos del diseño.

El supervisor debe mantener una actitud impersonal, agradable y de colaboración hacia el contratista y su personal. Deben evitarse las familiaridades y **jamás** deben aceptarse favores personales. Actuando honestamente, reconociendo y elogiando el trabajo bien hecho, normalmente el supervisor logrará el respeto y colaboración de los jefes de cuadrilla y obreros del contratista. En especial el supervisor deberá abstenerse de hacer críticas a la empresa o trabajadores del contratista, así como de hacer alarde de los errores descubiertos.

“Sólo deben darse instrucciones a los representantes autorizados del contratista. De preferencia del tipo: “Me parece que de seguir así, el producto final no cumplirá con los requerimientos de los documentos del diseño””. *«Las instrucciones que puedan originar controversia, deben darse por escrito. Si el supervisor dice como realizar algún concepto, podrá involuntariamente afectar los derechos del propietario. Estos deben evitarse salvo aprobación del propietario ya que la responsabilidad de sea parte del trabajo, recaerá automáticamente en el propietario o su representante. El supervisor no debe llevar la obra, pero si observar cuidadosamente las diferentes operaciones.*

El supervisor generalmente trata directamente con los jefes de cuadrilla de los subcontratistas, pero sino se atienden sus instrucciones, deberán reportarse al contratista general los conceptos que requieren corrección, ya que éste es el responsable legalmente.

Una cuestión muy a menudo no se entiende en forma adecuada es que las muestras deben tomarse en forma aleatoria y la revisión de los diversos conceptos deben realizarse a intervalos irregulares; por ejemplo el revenimiento del concreto es el punto en que con mayor frecuencia se presentan diferencias de opinión importantes entre la supervisión y la cuadrilla de colado, ya que ésta quiere un revenimiento alto (15 – 20 cm) para que la mezcla fluya a su lugar sin necesidad de paleo u otro esfuerzo.

Un concepto que debe cuidarse o debe tenerse muy especial cuidado es, que el acero de refuerzo tenga una continuidad en las juntas o conexiones entre Losa y Dalas, Dalas y Castillos, Castillos y cimentación, ya que el supervisor debe estar alerta a cualquier cambio no autorizado que ejecuten los trabajadores de las instalaciones; El plomero por ejemplo que cortó este refuerzo para abrirle paso a su tubo probablemente **no comprendía el peligro** involucrado al hacer esta operación. De ahí, que se debe tener mucho cuidado en estas zonas de la obra.

2.5.10 SUPERVISIÓN EN LA CIMENTACIÓN. (Referencias Manual del Residente de Obra Luis Lesur, México 2002)

Tanto la Cimentación como toda la estructura requiere una supervisión muy cuidadosa que garantice la estabilidad de las obras. Los elementos de cimentación a los que el supervisor deberá estar más atentos durante su edificación difieren ligeramente según sea el tipo de cimentación.

2.5.10.1 Cimientos: Zapata aislada, Zapata corrida y Losa de cimentación.

“En un edificio el diseño de la cimentación es resultado de un estudio de la mecánica de suelos, del que se deriva un procedimiento constructivo de la cimentación, un procedimiento para la excavación y protección de los muros o taludes que garanticen la seguridad durante la obra y después de ella”.

Las características de la supervisión varían ligeramente según el tipo de cimentación del que se trate, que puede ser de zapatas aisladas, zapatas corridas o losas de cimentación. Algunas veces la cimentación es una combinación de dos o más de estos sistemas, como cuando se trata de una losa asentada en pilotes.

2.5.10.2 Tareas del Supervisor Durante la Cimentación

Al realizar la zapata el Supervisor vigilará que se dejen los huecos necesarios para el paso de los ductos, además la supervisión vigilará que al realizar dicha tarea no se vea afectado el acero de refuerzo, de que manera, que éste no tenga una interrupción en su continuidad, ya que de ser así se deberán tomar las medidas pertinentes para dar una seguridad estructural a la vivienda que será edificada.

Cuando la zapata sea construida con concreto, el supervisor deberá vigilar que el colado no se contamine con la tierra o el agua freática o cualquier líquido que afecte su resistencia y durabilidad, así como que el acero de refuerzo esté suficientemente calzado como para que quede protegido por una capa suficiente de concreto.

2.5.10.3 Cimentación con Losa

Revisión del cimiento – Alineamiento – Replanteo – Excavación – Compactación – Nivelación – Ductos internos – Cimbra – Refuerzo.

Cuando se trate de una losa de cimentación plana conviene que el residente y la supervisión estén atentos a que los alineamientos y el replanteo estén correctos, para después cerciorarse de que la base tenga la excavación, compactación y nivelación necesaria.

Muchas veces, dentro de la losa de cimentación van insertados algunos ductos de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, cuya colocación correcta y pendiente deberán verificarse antes de colocar la estructura y vaciar el concreto; además como ya se mencionó con anterioridad estar atentos a que el acero de refuerzo no tenga interrupción en su continuidad, ya que de ser así, deberán realizarse las medidas pertinentes y evitar más adelante alguna falla en la superestructura.

Así mismo deberá revisar la cimbra y el refuerzo de la manera en que se indicó anteriormente al hablar del cuidado del concreto, y asegurarse de que se han tomado las medidas necesarias, tal como se señaló al referirnos a las zapatas.

Andamios; Para la colocación de los refuerzos, la instalación de cimbra y el colado, el Supervisor deben asegurarse que se construyan los andamios y los accesos con las medidas de seguridad necesaria para garantizar la integridad de quienes allí trabajan.

2.5.11 Dalas, Losas de Entrepiso y Techos

Debe cuidarse particularmente el replanteo y la colocación de la cimbra, que deberá tener las dimensiones correctas, los niveles precisos, la continuidad necesaria, con apoyos seguros y una separación apropiada, dejando los huecos necesarios para los ductos y los elementos que aligeren las losas, tales como casetones u otros dispositivos.

Particular cuidado se debe tener con los refuerzos horizontales, vigilando su sección, la corrección de los dobleces, la precisión de su ubicación, su separación entre sí y lo correcto de sus amarres en los empalmes, que siempre deben quedar fuera de las zonas de tracción.

Obviamente, el colado de dalas y losas se debe emprender sólo después de que los castillos en los que se ha de apoyar ha alcanzado la resistencia necesaria. El vertido del concreto se debe realizar sin interrupción, cuidando que las juntas se realicen tal como se especifican en los planos.

2.5.12 Estructuras de Mampostería

“Las estructuras de mampostería más comunes son las de muros de tabique reforzados con castillos y dalas, y las de tabiques y bloques huecos reforzados interiormente con barras y mayas de acero tanto verticales como horizontales ”.

2.5.13 Estructuras con Castillos y Dalas

Parta los muros reforzados con castillos y dalas el supervisor debe verificar que las hiladas estén a nivel y a plomo, siguiendo el aparejo que e haya indicado en el plomo, con los castillos anclados en la cimentación por lo menos a 40 cm de profundidad.

Los refuerzos deberán coincidir con las especificaciones del plano, con los amarres de los empalmes realizados conforme a las normas, en tanto que el espesor del concreto deberá ser por lo menos del ancho del muro.

2.5.14 Mampostería con Refuerzo Interior

En los bloques huecos el refuerzo deberá ir colocado en los huecos y en las juntas. Las varillas alojadas en los huecos deberán ir separadas de las paredes del tabique una distancia de por lo menos la mita del diámetro de la varilla. El hueco deberá ser relleno completamente, a todo lo largo, por el concreto con un agregado pétreo máximo de 1 cm.

Las varillas deberán ser colocadas en los muros según lo indican los planos o por lo menos cada 3 metros, y en las intersecciones y extremos de los muros deberán ir varillas en dos huecos consecutivos.

Las varillas o mallas colocadas horizontalmente en las juntas con mezclas deberán quedar por lo menos 1.5 cm dentro del muro, una vez el diámetro de la barra.

2.5.1.5 SUPERVISIÓN EN INSTALACIONES (Referencias Manual del Residente de Obra Luis Lesur, México 2002)

La supervisión en las instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas pueden compartirse con otros supervisores y residentes de los contratistas especializados.

2.5.15.1 Instalaciones Hidráulicas; *“La realización de las instalaciones hidráulicas, al igual o más que las sanitarias, debe realizarse con sumo cuidado y una supervisión rigurosa, pues un descuido puede traer fallas, problemas y deterioros difíciles de resolver, dado que corren ocultas”.*

2.5.15.2 Instalaciones Eléctricas; *Cerciorarse de la ubicación correcta de las instalaciones; Que los ranurados se hagan con la profundidad y los trayectos correctos; Que las cajas estén en el sitio indicado y aseguradas con firmeza; Asegurarse de que no hay ningún empalme o amarre dentro de los ductos, sino solamente en las cajas.*

2.5.15.3 Instalaciones de Gas; *Al respecto de las instalaciones de gas, el supervisor debe cerciorarse de que se hacen con la localización y el recorrido correcto, con el diámetro y espesor de tubo especificado, que debe coincidir con la norma.*

2.5.15.4 Observaciones para la Supervisión

Cuando se habla de “Supervisión”, **el reglamento no implica que el supervisor deba vigilar la construcción, sino que debe visitar la edificación con la frecuencia necesaria para observar las diversas etapas de la obra y asegurarse de que se está llevando a cabo de acuerdo con las especificaciones del contrato y los requisitos del reglamento.** la frecuencia debe ser, al menos, suficiente para proporcionar un desarrollo adecuado de la estructuración de la obra, con un conocimiento general de cada operación, o sea, **debe ser constante o varias veces al día, y no de una vez cada varios días**, ya que de no realizarse con frecuencia esta supervisión se estará incurriendo en darle una seguridad estructural deficiente.

2.6 Mantenimiento (Referencia: Manual de Mantenimiento Rutinario “SOMMAC”)

El presente trata de aplicar en lo posible la nomenclatura mas usual en el mantenimiento, de tal forma que se pretende obtener una terminología común, actual y dinámica en el área del Mantenimiento.

El Mantenimiento contempla las tareas a desarrollar en una obra para cuidar su adecuada: Presentación, Operación y Seguridad.

Debe considerarse que el **Mantenimiento** se realice a un elemento en el que se tienen fundamentalmente las áreas de: Albañilería, Impermeabilización y prevención en Sismos.

El Mantenimiento a una vivienda de interés social construida con varios años de trabajo y deterioro considera las tareas de: -Servicio: albañilería, limpieza, resane, pintura, acabados y recubrimientos e impermeabilización. -Inspección: esta tarea aplicable a todas las partes del inmueble, no se le ha dado la importancia que tiene y solo se realiza como; consecuencia de fallas, en muchos casos catastróficas, afloramiento a través de los acabados y cuando estos reflejan una mala apariencia.

De acuerdo con el Reglamento de Construcción para el Distrito federal, establece en su artículo 34 del nuevo reglamento de construcción autorizado el 29 de enero de 2004, que se requiere de un Director Responsable de Obra (DRO) que tiene entre sus obligaciones para éste de: - Operación y Mantenimiento bajo su responsabilidad, -Seguridad y Operación mediante su visto bueno.

Debe efectuarse una inspección anual y se requiere la firma del Director Responsable de Obra y el Corresponsable de Obra Estructural, adicional a los correspondientes en las áreas del proyecto arquitectónico e instalaciones. La inspección tiene por objetivo de dar seguridad de las obras para los casos principales de ocurrencia de algún sismo, incendio entre otros

Las autoridades (Gobierno del Distrito Federal, en su caso) ejecutaran las funciones de inspección y vigilancia de las obras (Titulo 13); debiendo revisar ente otros conceptos el que la obra sea utilizada total o parcialmente para un uso diferente al autorizado (artículo 338).

2.6.1 Cambio: es poco frecuente la realización de esta tarea en la vivienda, en el desarrollo normal del Mantenimiento, debido a que por lo general se aprovecha esta tarea para efectuar las adecuaciones.

2.6.2 Reparación: desafortunadamente las reparaciones de la vivienda normalmente no es una tarea de rehabilitación del deterioro natural de la construcción y solo se aplica como: - Consecuencia de un deterioro muy notable, -Sinistros, y -Cambios de uso de la vivienda.

2.6.3 Modificación: frecuentemente en las viviendas se tienen tareas de modificación, originadas por conceptos de arquitectura y/o diseño en función de: -Cambios de Gustos del Usuario (cambio del funcionamiento de algunos de los locales de la vivienda).

Dentro de las actividades del Mantenimiento en la vivienda se tiene: - Ingeniería; clasificar los trabajos por: Tipo, Orden de Importancia, Establecer la importancia del trabajo (por ejemplo, no se puede pintar sin antes reparar las grietas en los muros y esto, a la vez, si es un problema de Cimentación, Estructura o Humedad, primero hay que reparar el origen del problema).

2.6.4 Fallas: la fallas posibles que se presentan en las viviendas deben ser estudiadas para su prevención y en el caso de que se hubieran presentado para su corrección. Estas fallas son:

- Errores de Origen: estos errores son difíciles de detectar y normalmente solo se identifican por su afloramiento o mediante la inspección regular y muy profesional. Su erradicación es muy costosa, estos errores pueden ser por: Diseño, Construcción, Mano de Obra, Materiales o Procedimiento.

- Modificación de las Cargas de la Vivienda: este es un error muy frecuente de operación, como consecuencia del cambio del funcionamiento de la vivienda, sin revisar los criterios de cálculo (límite y distribución de cargas), que de no respetarse se está trabajando sobre los factores de seguridad.

- Mantenimiento Inadecuado.

- Siniestros: Sismo entre otros.

2.6.5 Remoción de Salitre

Remover aplanados afectados, deberá retirarse el aplanado afectado en su totalidad, para después proceder a elaborar el mortero que será colocado, el mortero tiene la siguiente proporción cemento cal y arena: 1:1:5 ó 1:5 esta última dosificación es cemento hidráulico – arena **Sugerencias** se debe elaborar cuanto mortero se consuma en una hora de trabajo.

Ranurar en la base del tabique y la dala de cimentación a la altura de un tabique y la longitud de un metro en forma alternada (se ranura un tramo y se deja otro tramo).

Proceder a colocar un impermeabilizante en frío con refuerzo de polietileno (la impermeabilización se verá en el tema de especificaciones de construcción).

Rellenar otra vez con tabique y mortero (arena – cemento hidráulico) y aditivo expansivo, para evitar la contracción del material (mortero) y así garantizar un buen trabajo en el colocado del tabique retirado. Se sugiere aplicar en el área afectada posteriormente con una porción de 1:3 de ácido muriático: agua para frenar el salitre; éste es alcalino y con el ácido se neutraliza.

Continuar el procedimiento en toda el perímetro de la obra si fuera necesario, dejar que se seque totalmente el remiando, para después aplicar o restituir el aplanado que se retiro.

2.6.6 Cimentaciones y Hundimientos

Para dar mantenimiento a la cimentación de la vivienda se debe identificar el tipo de cimientos: zaparas aisladas, zapatas corridas, losas de cimentación, cajones de cimentación, dalas o mampostería. Debido a que sise trata de cimentaciones diferentes a los cajones de cimentación será imposible dar un mantenimiento a ésta, qué se quiere decir con esto, que si se trata de una cimentación realizada a base de cajones de cimentación podremos dar un mantenimiento en la medida de lo posible, ya que esta por sus características tiene accesos para su revisión.

El tipo de falla más común es el debido a hundimientos diferenciales, estos hundimientos son generados por la compresión del terreno.

Estas fallas se manifiestan por desplomes del edificio, hundimientos del piso, grietas en los muros o en las dalas y trabes de la estructura. Siempre que aparezcan estos síntomas es necesario consultar con un **ingeniero especialista**, porque pueden ser causas de daños irreparables.

el uso de cimentaciones como las losas de cimentación, cajones de cimentación principalmente son muy común sobre todo cuando se trata de edificaciones o casa habitación desplantadas en suelos muy compresibles.

2.6.6.1 Asentamientos (Hundimientos)

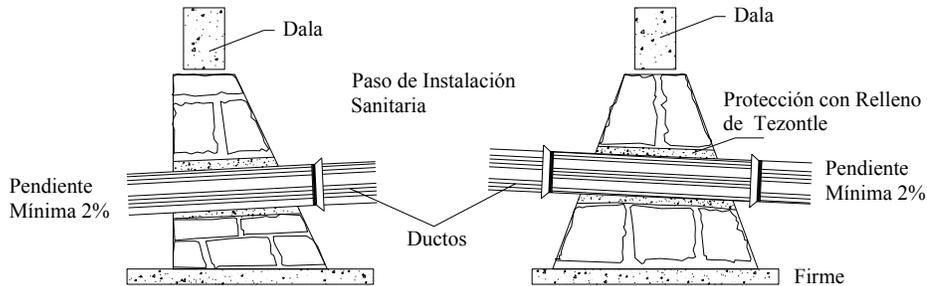
El asentamiento de la cimentación, parcial o total, se detecta generalmente por que produce cuarteaduras en muros, ruptura de vidrios y endurecimiento de las ventanas por su descuadre

2.6.7 Drenaje

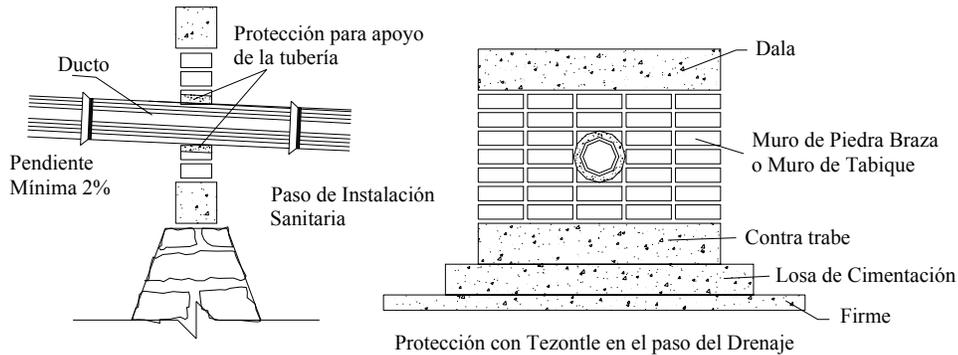
Antes de realizar la ejecución de la cimentación se habrá planeado la instalación de los elementos de **drenaje** teniendo juntas y pasos de ductos en la mampostería o elementos del cimientto, es importante hacer notar que para lograr dichas juntas es necesario el uso correcto y material adecuado, ya que la función de una instalación sanitaria bien planeada en su especialidad de saneamiento.

Los drenajes pasan a través de la cimentación y se fijan con atraques de tezontle y mortero principalmente, también se realiza con mortero y pedacería de tabique, para su mejor apoyo sobre el terreno, se le construye una “cama” de arena o de tezontle de aproximadamente 10 centímetros de espesor; la habilitación del drenaje con la cimentación se muestra en la siguiente figura. Esto se realiza con la finalidad de que sí se tienen hundimientos diferenciales en la edificación el drenaje no se colapse y se interrumpa la salida de las aguas negras.

Paso de Tuubería del Drenaje en la Cimentación



Sea cual fuese el tipo de tubería par el Drenaje se debe tener preparado el paso de este elemento en la cimentación, para permitir absorber los movimientos posibles, y evitar la ruptura de dichas instalaciones.



2.6.8 Colindancia

Los espacios entre construcciones colindantes deben quedar libres de cualquier material, para que cuando el edificio oscile en la ocurrencia de un sismo no sufra daños; si se usan tapajuntas, estas deberán permitir los desplazamientos relativos horizontales.

2.6.9 Fractura o Falla

Cuando se detecta una fractura o falla se deberá consultar al Responsable de Obra, quien deberá estar conciente de la causa que originó la fractura o falla, así como la forma de repararla y responder legalmente por el dictamen que emita.

Adicionalmente se debe obtener la asesoría de un experto estructurista (no calculista), que avale el dictamen del Responsable de Obra. Esto representa para la empresa una medida de

seguridad y de respaldo al DRO, en caso de faltad de conocimiento y / o experiencia de éste y en el peor de los casos de su falta de ética y honestidad.

Después de reparar proceder a restaurar muros y acabados para dar una buena apariencia al inmueble.

Dejar testigos (marcas de señalamiento) en zonas especiales y checar cada 15 días por espacio de un año.

2.6.10 Humedad

Este es un problema muy frecuente en la construcción, por lo cual debe estudiarse y analizarse. Una condición que se presenta con regularidad es en el cual la humedad sube por capilaridad a lo largo de las juntas de la cimentación hasta llegar al tabique, el cual al estar pegado con cal, arena y cemento, forma una reacción química la cual produce el llamado **salitre**. el salitre es una substancia que al contacto con el agua se fortalece y disemina (degrada la resistencia del material), desplazando aplanados, yeso, pintura y dando un pésimo aspecto y carcomiendo el mismo muro. Los problemas del salitre pueden resolverse mediante: en estos casos bastara con remover los aplanados y acabados afectados hasta dejar descubierto el tabique y / o material base del muro, para después aplanar hasta la base de la cimentación con un mortero, con aditivo impermeable, integral o similar.

Si es acción del nivel freático **no** se puede atacar fácilmente, ya que tendría que remover pisos o hacer excavaciones muy grandes, se procede dela forma descrita en el apartado de remoción de salitre, mencionado anteriormente.

2.6.11 Pinturas expuestas a la humedad

Esta son las más delicadas, pues su falta de mantenimiento hará reparar no solo la pintura sino toda la superficie en que esta aplicada, como aplanados y yesos.

Es necesario estar limpiando constantemente dichas pinturas y revisando que no tengan fisuras que pueden dañar la base de ellas.

Es recomendable usa pintura epóxicas o plásticas que son de gran duración y fácilmente se pueden limpiar y mantener en buen estado; en las áreas que se recomienda son por ejemplo en la zonas de regaderas, cerca de jardines y áreas de lavado.

Por otra parte no hay que repintar superficies con acumulación de 5 o más capas de pintura, ya que se presentará el caso de acostramiento y reacción de las pinturas entre sí, descascarando esta a éstas y dando un mal aspecto. Es necesario a la cuarta capa se lije o remueva la pintura, se resane y se prepare la superficie como para una primera aplicación.

2.6.12 Prevención de Siniestros

Para evitar que las viviendas de interés social tengan un deterioro se propone que ésta tenga una revisión periódica cuando menos una vez por año.

2.6.13 Revisión periódica de la Vivienda en su Estructura

Frecuentemente, al hablar sobre mantenimiento de viviendas, se consideran exclusivamente los aspectos de operación instalaciones y de presentación acabados, olvidando la estructura (Subestructura y Superestructura), cuyos problemas pueden abarcar desde el daño de elementos secundarios o decorativos hasta el colapso total de la vivienda.

En el mantenimiento de toda vivienda de interés social debe efectuarse su inspección. Esta tarea es una revisión periódica que permita detectar fallas par evitar problemas mayores ante la aparición de un fenómeno físico de efectos destructivos como: Sismo, Sobrecargas entre otros.

Para esta inspección se debe contar con el proyecto estructural: Planos Estructurales de Obra Final (PEOF); los **peof**, son los planos de proyecto con los cambios y modificaciones efectuadas durante la obra (construcción de la vivienda).

La supervisión de la obra debe elaborar los **peof**, vaciando en éstos las condiciones reales finales de la obra y que difieren de los del proyecto original.

Planos Estructurales de Obra Actualizados (PEOA): los **peoa**, son los planos de obra final **peof** en los cuales se han incorporado los cambios y modificaciones durante la vida de la construcción y que reflejan la estructura real actual; además debe contarse con la Memoria Estructural de Cálculo (MEC).

Bitácora de Obra (bo); conforme al Reglamento de Construcción para el D. F., existe la obligación para el responsable de obra y el corresponsable estructural de llevar una bitácora, que relaciona y documenta las modificaciones realizadas en la edificación dela vivienda.

2.6.14 Dalas y Castillos de Concreto Armado

En **Dalas** de concreto armado se pueden presentar varios tipos de fallas como son:

- Fallas de Flexión; Este tipo de fallas es gradual y por lo general no es motivo de colapso de la estructura. Se manifiesta por pequeñas grietas sin llegar a la cara opuesta, o sea, al colapso de la trabe.

Estas grietas se presentan en el lecho inferior al centro del claro y en el lecho superior cerca de los apoyos; acompañado de estas grietas, se tienen deflexiones al centro del claro de la Dala, un límite de relación aceptable para estas deflexiones, es cuando estas no se han incrementado considerablemente.

- Falla por Esfuerzos Cortantes; Se manifiestan por grietas diagonales cerca de los apoyos y es debido a falta de estribos, este tipo de fallas es súbita y puede provocar el colapso de la estructura.
- Fallas por defectos de Colado; es muy común y se manifiesta por oquedades en la superficie del concreto, esta fallas puede ocasionar la corrosión del acero de refuerzo y la aparición de otro tipo de problemas.

En **Castillos** de concreto armado se pueden presentar varios tipos de fallas como son:

- Falla por compresión; Se manifiesta por grietas diagonales en la cuatro caras del castillo o columna, es muy peligroso y motivo de apuntalamiento de la estructura y reparación inmediata.
- Falla por Flexión; se manifiesta por grietas horizontales por lo general cerca de los extremos inferior o superior.
- Falla por defectos de colado; Se manifiesta por oquedades y tienen la mismas consecuencias que las Dalas.
- Fallas por colocación de estribos; Se manifiesta por pequeñas grieta horizontales, todo alrededor de la columna y coincidiendo con el estribo; esto se debe a falta de recubrimiento y no es peligroso.
- Falla por cortante; Se manifiestan por grietas diagonales cerca de los apoyos y es debido a falta de estribos, este tipo de fallas es súbita y puede provocar el colapso de la estructura.
- Fallas por ranuras; Esto es muy común en columnas, al ranurado no previsto para la colocación de tuberías o cajas de la instalación eléctrica, que más tarde se resanará con mezcla de cemento arena y esto no garantiza el funcionamiento de la estructura.

2.6.15 Losas de Concreto Armado

La principal falla de las losas es la debida a flexión acompañada generalmente por deflexiones, que se manifiestan por:

- Grietas en el lecho inferior al centro del claro y en las esquinas.
- Grietas en el lecho superior cerca de los apoyos.

En todos los casos de falla de algún elemento de la estructura es conveniente consultar con un especialista del ramo antes de efectuar cualquier reparación. Si la falla se presenta en varias columnas (más del 20% de ellas) es necesario desalojar la vivienda o la edificación y esperar el dictamen de un especialista después de efectuar el apuntalamiento provisional.

2.6.16 Azoteas (Referencia; Materiales y Procedimientos de Construcción)

Son cubiertas planas de un edificio, sin dificultad para andar sobre ellas, estas deberán tener una pendiente mayor o igual al 5%, su construcción es similar al de la losas de entre piso, pero en la azotea se tendrá como principal condición lograr una buena impermeabilización y un aislamiento climático adecuado.

2.6.17 Muros

En los Muros se pueden presentar grieta en diferentes direcciones como se mencionará a continuación:

- Si las Grietas son Verticales; Se pueden deber a la presencia de instalaciones hidráulicas o eléctricas ocultas y no tienen importancia estructural.
- Si las Grietas son Horizontales; pueden ser por empujes laterales o esfuerzos por cambios de temperatura y sí tienen que ser revisadas. También pueden deberse a instalaciones ocultas.
- Si las Grietas son Inclinadas; Se deben a hundimientos del suelo o deflexiones de las losas o trabes que sustenta la superestructura y estos hundimientos o deflexiones son en dirección perpendicular a la grieta.

Es conveniente también en estos casos la intervención de un ingeniero especialista para su diagnóstico y en todo caso su reparación.

2.6.18 Nivelación

En cualquier edificio es de gran utilidad conocer su comportamiento mediante un registro de nivelaciones periódicas que puede tener un intervalo desde un mes hasta uno o varios años, dependiendo del:

- Tipo de Estructura.
- Altura sobre el nivel de desplante.
- Condiciones del Subsuelo – Edificios Colindantes.
- Uso del inmueble.

- Sismos.

Es conveniente revisar la nivelación del edificio un mes después que se haya terminado la edificación de la vivienda o que se haya presentado un sismo.

2.6.19 Observaciones en el Mantenimiento

Al tratarse el tema de Mantenimiento de la Vivienda de Interés Social nos estamos refiriendo al deseo por hacer trascender, el funcionamiento de todos los programas de vivienda, tal y como fueron concebidos desde su planeación, es por ello que al referirse a este tema tan importante, debemos hacerlo partiendo de los objetivos que dan origen a la construcción de un conjunto habitacional; únicamente de esa manera podemos darnos cuenta, de la importancia que implica el deseo de que la Vivienda de Interés Social pueda seguir luciendo y funcionando como cuando fueron terminadas.

En la actualidad, no existen programas específicos para dar mantenimiento a la Vivienda de Interés Social, las políticas están enfocadas a la Construcción dejando de lado su mantenimiento, que al paso del tiempo ocasionará el deterioro del inmueble, y se verá afectada la Seguridad Estructural de la Unidad Habitacional (Vivienda de Interés Social).

Los propietarios o poseedores de las viviendas y predios tienen la obligación de conservar en buenas condiciones estabilidad, servicios, aspectos e higiene, evitar que se conviertan en molestias o peligro para las personas o los bienes, reparar o corregir los desperfectos, fugas y consumo excesivos de las instalaciones y observar además las siguientes disposiciones para evitar un deterioro en su Seguridad Estructural:

- I. Los acabados de las fachadas deberán mantenerse en buen estado de conservación, aspecto y limpieza. Todas las edificaciones deberán contar con depósitos de basura.
- II. Los predios excepto los que se ubiquen en zonas que carezcan de servicios públicos de urbanización, deberán contar con cercas en sus límites que no colinden con edificaciones permanentes o con cercas existentes, de una altura mínima de 2.50 m, construidas con cualquier material, excepto madera, cartón, alambrado de púas, y otros similares que pongan en peligro la seguridad e las personas y bienes.
- III. Los predios no edificados deberán estar libres de escombros y basura, drenados adecuadamente.
- IV. Quedan prohibidas las instalaciones y edificaciones precarias en las azoteas, cualquiera que sea el uso que pretendan darles.

El Código de operación y mantenimiento es muy importante para el usuario pues es en su beneficio de seguridad, contar con este tipo de instructivos es ya una práctica generalizada en muchas viviendas (edificaciones).

Los propietarios de las viviendas deberán conservar y exhibir cuando se requiera por las autoridades, los planos y memorias de diseño actualizados y el libro de bitácora, que avalan la

Seguridad Estructural de la edificación en su proyecto original y en sus posibles modificaciones (en el reglamento de construcción no se especifica cuanto tiempo habrá que conservar estos documentos ni que formato deben tener “fotocopias, reducciones, etcétera”).

En términos generales puede resumirse que la participación de los habitantes de los Conjuntos Habitacionales, se refiere al desarrollo de programas de obra tendientes a mantener siempre en buen estado todo el conjunto de obras de uso colectivo, para su óptimo funcionamiento.

Todos confiamos en que nuestra casa (vivienda) sea impermeable, y cierto es que la mayoría cumple bastante bien esta condición. Sin embargo, la casa es una estructura compleja que tiene todo género de puntos débiles y como ya se menciona anteriormente basta con que falle un componente para que empiece a deteriorarse la estructura. Desatender estos pequeños problemas puede acarrear que se conviertan en problemas mayores y que corregirlos además de poner en peligro la Seguridad Estructural, implica un importante desembolso económico.

2.6.20 Procesos de Mantenimiento mas Comunes (Causas y Saneamiento)

2.6.20.1 Rejunteo de obra vista

Las juntas de mortero de los muros externos de la vivienda corren el peligro de deteriorarse gradualmente. La lluvia y el viento al cabo del tiempo, pueden erosionar la pasta y acrecentar la posible debilidad origen de la fabricación, consecuencia de la errónea dosificación del mortero o de la ejecución deficiente de la construcción, por ejemplo, desde el instante en que el agua penetra en las juntas, solo en cuestión de tiempo que empiece a empapar la obra vista, y de ahí no hay más que un *paso para que las inclemencias del tiempo cuarteen los ladrillos y nos veamos avocados a una reparación costosa.*

Por consiguiente, conviene inspeccionar los muros a intervalos regulares para localizar y reparar las zonas que manifiesten síntomas de degradación. Préstese mucha atención a aquellos en que las sogas superiores de los ladrillos hayan quedado expuestas por la disgregación del mortero; Una vez localizado el daño, se sana o repara como se indica a continuación; Cuando se sabe ya qué zonas precisan reparación, el primer paso consiste en descamar las juntas hasta una profundidad aproximada a 20 mm (3/4 de pulgada) con un cincel de boca estrecha y una maceta. Se empieza por las zonas horizontales y después con las verticales. Se eliminan los restos de mortero pasando un cepillo por las juntas. El éxito del rejunteo reside en el acierto no sólo en las clases de juntas compatibles con las existentes, sino en atinar también con el color del mortero. En lo que toca a la junta, es más bien cuestión de mano de obra hábil, lista ya para emprender en trabajo, se mojan las juntas y se aplica el mortero con la punta de la cuchara de albañil y con la misma punta daremos el acabado lo más precisó. A esta operación se someten primero las juntas horizontales y las verticales después.

2.6.20.2 Herramientas necesarios: Cincel, Maceta, Cepillo Duro, Brocha, Mortero, Mezclera. Uso de las dosificaciones para la fabricación correcta del mortero: cemento, cal y arena 1:1:5; cemento hidráulico, arena: 1:5.

Sugerencias se confeccionará cuanto mortero se consuma en una hora de trabajo ya que el rejunteo es una labor muy lenta. Las amasaduras serán a pequeñas cantidades a fin de colocar con exactitud la dosificación (esencial cuando se emplean pigmentos), además debe utilizarse un aditivo expansivo.

3 La Seguridad Estructural en la Vivienda de Interés Social.

3.1 Introducción

Debe buscarse lugares en los cuales el suelo sea estable, donde no exista la posibilidad de deslizamientos, hundimientos, o caída de rocas en caso de sismos. (Referencia 35)

Para evitar daños por la caída de rocas o deslizamientos no se ubique inmediatamente al lado de laderas (taludes) o suelos inestables, especialmente cuando hay evidencias de que estos fenómenos han ocurrido antes.

3.1.1 ¿Qué es la Sismo Resistencia?

Se dice que un edificio es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficiente para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos. Aun cuando se diseña y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas técnicas complementarias y el reglamento de construcción referente al tema de sismo, siempre existe la posibilidad de que se presente un sismo de mayor intensidad de los que han ocurrido y para los cuales se diseñó la estructura estas deben ser capaces de resistirlo sin que se colapse la total o parcialmente la edificación. (Referencia 35)

Por esta razón, no existen edificios totalmente sismo resistentes. Sin embargo, la sismo resistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan. Aunque se presenten daños, en el caso de la ocurrencia de un sismo de intensidad considerable (fuerte), una edificación sismo resistente no colapsará y contribuirá a que no haya pérdidas de vidas ni pérdida total de la vivienda. (Referencia 35)

3.2 Conocimiento para dar seguridad estructural a las edificaciones.

En la actualidad, el estudio del diseño sísmico constituye un interés regional primordial, y en la medida que se continúa la investigación, el nivel de la práctica del diseño sísmico se vuelve más complejo, para cumplir cabalmente con las investigaciones incorporadas en los reglamentos. Esto tiene el efecto de elevar el nivel de responsabilidad profesional y amplía lo que se espera que el profesional conozca. Con este cambio en el nivel de conocimientos ha surgido una concepción revisada de la responsabilidad profesional que está afectada a todas las áreas de diseño. Ya que en el diseño y la construcción en forma creciente, y por tanto el usuario demanda protección contra riesgos en sus viviendas para que tengan una seguridad estructural adecuada.

Si la protección contra los efectos de los sismos se pudieran eliminar o no tomar en cuenta, habrá escasos motivos para que el ingeniero se interese por los fenómenos sísmicos. Pero también se incluye la naturaleza, el tamaño y la situación de los elementos no estructurales que puedan influir en el comportamiento de la estructura (edificación); Esto

comprende elementos como los muros, columnas, pisos, vigas, losas, escaleras y cimentaciones, también la cantidad y tipo de divisiones interiores, además la manera en que el muro exterior se deja sólido o perforado para iluminación y ventilación de la edificación. De este modo, el diseño sísmico va más allá de a idea de la forma del edificio, lo cual tiende a limitarse a la forma de conjunto o a la naturaleza de la construcción.

Lo que se requiere de las construcciones es que cumplan con determinados requisitos de funcionamiento que son independientes del material o del sistema constructivo empleado; por lo tanto, en el diseño hay que definir inicialmente contra qué se quiere tomar **seguridad**, o sea, cuales son los límites más allá de los cuales el comportamiento de una estructura se considera inaceptable. Estas condiciones extremas se han denominado estados límite, distinguiéndose estos límites de falla, que corresponden al **agotamiento** de la capacidad de carga de la estructura, y estados límite de servicio que corresponden a condiciones que afectan el funcionamiento de la construcción (flechas, vibraciones excesivas, agrietamiento daños a elementos no estructurales, etc).

El diseño estructural tiene como objetivo proporcionar soluciones que por medio del aprovechamiento óptimo de las propiedades de los materiales y de las técnicas de construcción, den lugar a un buen comportamiento en condiciones normales de funcionamiento, con una seguridad adecuada contra la posible ocurrencia de una falla.

Hemos dicho que la Estructura es un subsistema dentro del sistema global, que deberá soportar las cargas que le van a ocasionar deformaciones, desplazamientos y otros posibles daños, lo que representa la respuesta de la estructura ante las acciones a las que estará sometida.

La respuesta de la estructura está representada por el conjunto de parámetros físicos que describen su comportamiento ante las acciones. La respuesta, por supuesto, debe estar comprendida dentro de ciertos valores llamados *límites* para, de esta manera, garantizar tanto el adecuado funcionamiento como la estabilidad de la estructura.

Con base en lo anterior, podemos entonces establecer el concepto de *estado límite* al cual lo definimos como la etapa del comportamiento a partir de la cual la respuesta de la estructura se considera inaceptable. Existen dos estados límite: aquellos relacionados con la seguridad se llaman *estados límite de falla* y corresponden a situaciones de falla parcial o total de la Estructura.. Por otro lado, a los *estados limite de servicio* que se relacionan con sistemas que afectan el correcto funcionamiento de la estructura, pero que no ponen en peligro la estabilidad de la construcción, como pueden ser deformaciones, vibraciones, etc..., es decir, efectos que provocan en el usuario inseguridad e impiden el confiable uso de la estructura construida.

En términos de lo anterior reafirmamos que el objetivo que persigue el diseño estructural es no rebasar los *estados límite*, de los cuales el primero (**de falla**) tiene que soportar la combinación de acciones más desfavorable durante la vida útil de la estructura, mientras que el segundo (**de servicio**) contemplan que la estructura funciona correctamente ante la acción de las cargas de operación normales.

Los estados límite de falla se pueden en general fijar fácilmente para una estructura dada. Corresponden a la falla de una sección, a la transformación de la estructura en un mecanismo, a la inestabilidad de las estructuras o parte de ellas y a falla por fatiga. Para los casos usuales los estados límite de falla corresponderán a que se alcance la capacidad de una sección en carga axial, cortante, torsión o a una combinación de estas fuerzas internas.

Se hace distinción entre falla **dúctil** y **frágil**. Se entiende por factor de ductilidad la relación entre la deformación máxima para la cual una sección o elemento es capaz de soportar la carga máxima y de deformación existente al alcanzar el estado límite. Estrictamente la falla es frágil solo cuando el factor de ductilidad es uno, o sea, cuando la falla es bruscamente al alcanzarse el estado límite. Evidentemente la falla es menos grave cuando ocurre de manera dúctil, no solo por que los síntomas de falla se hacen en general evidentes con la anticipación necesaria para poder tomar precauciones al respecto, sino también porque, si la falla es dúctil, ocurren redistribuciones de fuerzas que retardan la falla del conjunto. Por lo anterior, la seguridad exigida por falla dúctil es menor que para falla frágil; esto se refleja en los factores de resistencia. Los valores que se fijan en las Normas para Mampostería complementarias para el factor de resistencia, F_R , ya tomaran en cuenta el tipo de falla esperado, estos factores se verán más adelante.

Respecto a estas situaciones, los códigos y reglamentos marcan los parámetros convencionales basados en el bienestar de los usuarios. Una forma de acercarnos a esos parámetros es comparar los efectos internos que actúan, en las estructuras, contra las resistencias.

Se define como resistencia de un elemento con respecto a un efecto determinado al valor de tal efecto capaz de conducir la estructura a un estado límite de falla. Puede hablarse de tantas resistencias como estados límites de falla pueden presentarse; por ejemplo, las resistencias a flexión será el momento flexionante máximo que una sección es capaz de resistir; por lo tanto, podemos hablar también de resistencia al corte, a la torsión y a la falla axial.

El estado límite que regirá la falla será aquel que primero se alcance al crecer la intensidad de la acción.

Para impedir que la estructura llegue a un estado límite de falla, el proyectista recurre factores de seguridad cuyos valores dependen de varios factores, como son:

- a) La posición de la estructura afectada por la falla.
- b) El costo de lo que puede dañarse en equipo u otros aspectos.
- c) El número de personas afectadas por la falla.
- d) Las consecuencias de la interrupción del servicio de la estructura.
- e) La forma de la falla, dúctil o frágil.

La seguridad se debe ponderar contra el costo de la estructura para, así, lograr una confiabilidad adecuada a un costo lo menos posible, especialmente si la estructura se va a repetir muchas veces, es decir, se van a construir varias edificaciones del mismo tipo.

Los factores de seguridad se fijan en los códigos para los casos más usuales. Sin embargo, el proyectista deberá juzgar, de acuerdo a su criterio, si la estructura que se está analizando no difiere de lo usual para decidir entonces si emplea factores de seguridad mayores. Los valores de las acciones son especificadas por los reglamentos.

3.3 DEL DISEÑO DE CIMENTACIONES

Toda edificación se soportará por medio de una cimentación que cumpla con los requisitos relativos al diseño y construcción que se establecen en las Normas.

Las edificaciones no podrán en ningún caso desplantarse sobre tierra vegetal, suelos o rellenos sueltos o desechos. Sólo será aceptable cimentar sobre terreno natural firme o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradables y hayan sido adecuadamente compactados.

3.4 La configuración en los reglamentos

3.4.1 Condiciones de Regularidad

(Referencia: Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Vivienda de Mampostería “Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica” ... 35)

3.4.1.1 Geometría

Se deben construir muros en dos direcciones perpendiculares (ortogonales) entre sí. La geometría de la vivienda debe ser regular y simétrica. Una vivienda simétrica, bien construida, resiste mejor la acción de los sismos; cuando la geometría de la vivienda es irregular son susceptibles de tener comportamientos inadecuados que nos pueden ocasionar además de la falla como agrietamientos en sus elementos estructurales, el colapso de la estructura al ser sometida por la fuerza sísmica. Lo que se quiere decir, es que la vivienda por su geometría irregular la vivienda sufrirá una torsión o que intente girar en forma desordenada. La falta de uniformidad facilita que en algunas esquinas se presenten intensas concentraciones de fuerzas, que puedan ser difíciles de ser soportadas. **Esto, además debe cumplir con lo que nos marca el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal en su artículo 140 y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo en su capítulo 6.** (Referencia 35)

3.4.1.2 Resistencia

Es necesario garantizar uniformidad en el uso de los materiales en los elementos estructurales como son: la cimentación, muros, losas, dadas y castillos. Esto permite una respuesta integral de la vivienda ante las acciones de un sismo. La vivienda, debe ser firme y conservar el equilibrio cuando es sometida ante la acción del sismo. (Referencia 35)

3.4.1.3 Rigidez

Es deseable que los elementos que conforman la estructura de la vivienda se empleen monolíticamente y que de esta manera se favorezca a la vivienda se deforme poco, cuando la vivienda se mueva ante la acción de sismo. Una vivienda flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece a que se presenten daños estructurales como en muros, dadas y castillos, como a continuación se muestra en la figura. (Referencia 35)

Rigidez



Los elementos empalman



NO existe Unidad

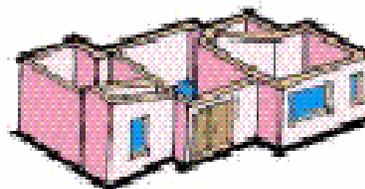
3.4.1.4 Continuidad

Para que una edificación soporte un sismo su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme y continua en sus conexiones entre muros, dadas, castillos y la losa, o sea, en sus elementos estructurales. Cuando se tienen cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez y falta de continuidad nos da como resultado una configuración estructural desordenada, además de tener voladizos excesivos, esto facilita la concentración de fuerzas dando lugar a la torsión y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación como se puede ver en las siguientes figuras. (Referencia 35)

Continuidad



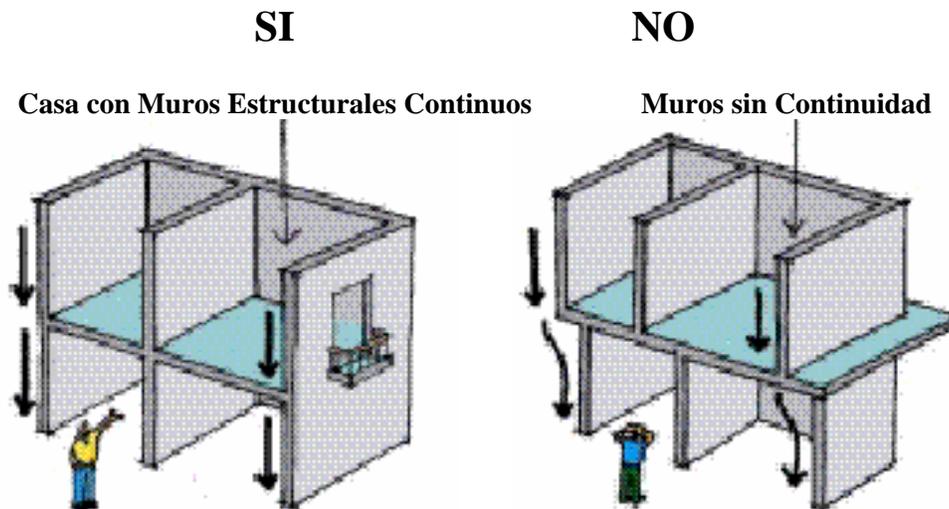
Ejes y Muros Continuos



Discontinuidad

En una vivienda los muros deben ser colineales, el junteo de las piezas debe ser con un espesor continuo, o sea del mismo espesor. Debe existir aproximadamente la misma longitud de muros en las dos direcciones de la vivienda. Esto se debe a que la fuerza del sismo se puede presentar en cualquier dirección, cuando la vivienda tiene dos pisos (planta baja y primer nivel) es necesario que los muros que soportan la azotea tengan una continuidad con los muros de la planta baja que se apoyan sobre la cimentación, si los muros del primer nivel no coinciden exactamente con los muros de la planta baja esto simplemente aumenta las cargas o el peso sobre la planta baja sin ayudar a soportar las fuerzas que son causada por un sismo. Las aberturas en los muros de la vivienda deben estar distribuidos en todos los muros en forma equilibrada,

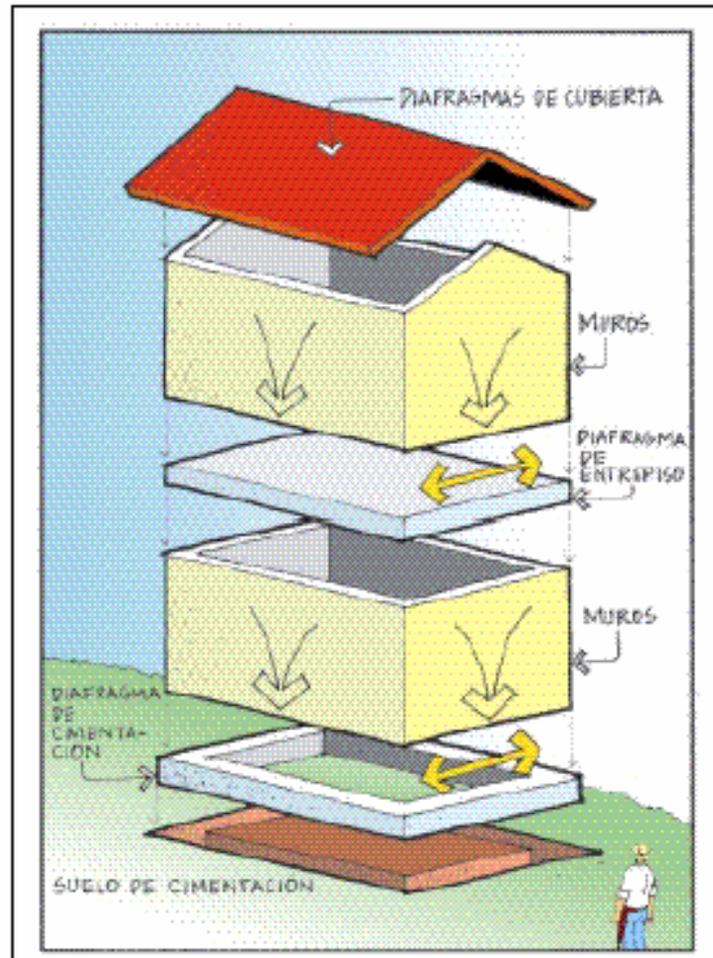
además de cumplir con lo que nos marca las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y construcción de Estructuras de Mampostería en su capítulo 5 apartado 5.1.3. (Referencia 35). Ver la siguiente figura, donde se puede apreciar la continuidad y discontinuidad de los muros y castillos.



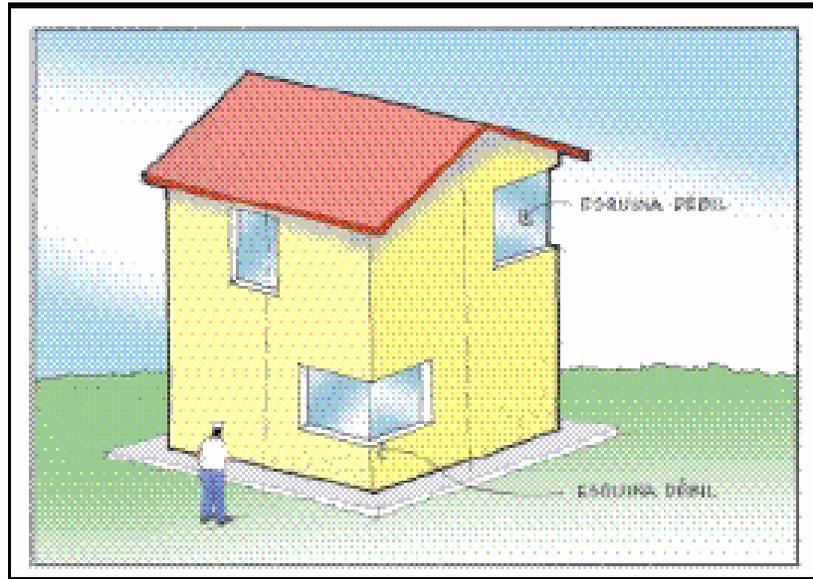
Para garantizar un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales (cargas muertas y vivas) y horizontales (Sismos entre otros), deben establecer las siguientes características (Referencia 35):

- a. Un conjunto de muros estructurales, ya sea muros de carga o muros de rigidez, dispuestos de tal manera que provean suficiente resistencia ante los efectos sísmicos (fuerzas horizontales) en las dos direcciones de la construcción. Debe tenerse en cuenta sólo la rigidez en el propio plano de cada muro. Los muros estructurales sirven para transmitir las fuerzas desde el nivel donde se generan estos hasta la cimentación. Los muros de carga además de soportar su propio peso soportan las cargas verticales debidas a las cargas vivas y muertas.
- b. Un sistema de diafragma que obligan al trabajo conjunto de los muros estructurales, mediante amarres o conexiones que trasmitan a cada muro la fuerza lateral que deba resistir.
- c. Un sistema de cimentación que trasmita al suelo las cargas derivas de la función estructural de cada muro. El sistema de cimentación debe ser adecuado, de manera que se prevengan asentamientos diferenciales inconvenientes. El conjunto de cimentación debe conformar un diafragma para el cual, si se trata de una cimentación a base de zapatas corridas, asegurarse que en los cambios de dirección la conexiones entre ellas sea la adecuada y si es una losa de cimentación la conexión de esta con las contra trabes se haga debidamente entre si.

Tanto la efectividad de las conexiones en los diafragmas, como el trabajo en conjunto de muros, se vea afectado por la continuidad vertical y horizontal de los muros estructurales y los castillos, tanto en planta como en altura.



cuando muros paralelos tienen diferentes configuraciones, ya sea por su longitud, o por unos contengan aberturas que otros no tengan, la planta resulta asimétrica y puede ocurrir torsión excesiva, aún cuando la geometría de la estructura, en planta, sea regular. Las ventanas colocadas en una sola esquina proveen dichas asimetrías, además de constituirse en zona débil tanto para cargas verticales (cargas muertas y vivas) como horizontales (sismo entre otras). Ver la figura siguiente (Referencia 35).



la mayoría de los países han instituido la solución de los problemas vitales y de seguridad de la construcción en forma de reglamentos que especifican normas seguras para el diseño y la construcción, pero la construcción no se considera en ninguna cláusula específica, y hasta el momento sólo se trata este aspecto con una cláusula general, “debido a la infinita variación de irregularidades (de configuración) que puedan existir, es evidente lo difícil de establecer parámetros y reglas definitivas en esta sección. Estas normas mínimas se han escrito, en general, para edificios en condiciones regulares y uniformes. La aplicación subsecuentes de estas normas mínimas a edificios y condiciones poco usuales, en muchos casos conducen a una evaluación poco realista.” En las décadas de 1930, 40 y 50, los ingenieros estructurales de California (con reconocimiento de los ingenieros japoneses) produjeron el reglamento básico y los criterios de diseño que hoy en día se emplean en todo el mundo.

Los estudios realizados para el diseño por sismo es importante para el diseño de cualquier edificio. En México ha sufrido grandes cambios a razón del sismo ocurrido en el año de 1985.

La secretaría de obras y servicios expedirá las Normas Técnicas Complementarias para definir los requisitos específicos de ciertos materiales y sistemas estructurales, así como procedimientos de diseño para acciones particulares, como procedimientos de diseño para los efectos de las distintas acciones y de sus combinaciones, incluyendo todas las acciones permanentes y variables, en particular las cargas muertas y vivas, como las acciones accidentales en particular los efectos de Sismo entre otras. Para los efectos de las condiciones; las normas que serán de nuestro interés son las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, las Normas para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, las Normas para Diseño Sísmico, las Normas para Diseño y Construcción de Cimentaciones principalmente; las Normas para Diseño por Viento no en gran medida como las anteriores, pero no por eso deja de ser

importante, ya que esto dependerá de la clasificación dada a las edificaciones como se menciona en el artículo 139 del reglamento de Construcción para el Distrito Federal vigente publicado el 29 de enero de 2004, que a la letra dice:

ARTÍCULO 139.- Para los efectos de este Título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

- I. Grupo A: Edificaciones cuya falla estructural podría constituir un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, estadios, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas, museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, y otras edificaciones a juicio de la Secretaría de Obras y Servicios.
- II. Grupo B: Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se subdividen a su vez en dos subgrupos B_1 y B_2 :
 - a) Subgrupo B1: Edificaciones de más de 30 m de altura o con más de 6,000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 de este Reglamento, y construcciones de más de 15 m de altura o más de 3,000 m² de área total construida, en zona III; en ambos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo: acceso y escaleras, incluyendo las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje;
 - b) Edificios que tengan locales de reunión que puedan alojar más de 200 personas, templos, salas de espectáculos, así como anuncios autosoportados, anuncios de azotea y estaciones repetidoras de comunicación celular y/o inalámbrica, y
 - c) Subgrupo B2: Las demás de este grupo.

3.5 Separación de edificios colindantes: (Referencia 16)

toda edificación deberá separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor de 5 centímetros, ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentado en 0.001, 0.003 y 0.006 veces la altura de dicho nivel sobre el terreno en las zonas I, II, y III respectivamente. (Referencia 27)

Lo mas común es que el que construya primero no deja la junta de colindancia correspondiente. Entre predios vecinos o colindantes ambos deben dejar la junta de colindancia que les corresponde para tener la seguridad de no se golpearan las estructuras en un sismo.

En caso de que un predio adyacente se encuentre una construcción que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, deberá dejarse en la nueva construcción una distancia tal que la separación entre las dos construcciones no sea menor de la suma de las

requeridas para cada una, solo será admisible dejar la separación requerida para las construcciones nuevas, cuando se toman precauciones que garantice evitar daños por el posible contacto entre las dos construcciones durante un sismo.

Normalmente cuando se trata de una casa habitación (interés social), la separación que se deja es de 5 centímetros, ya que estas viviendas son en su mayoría de **dos a cinco niveles**, reiterando que en los planos del proyecto arquitectónicos debe señalarse la separación de colindancia con los predios adyacentes, además esta separación de colindancia deberá **quedar libre de todo material. Si se usan tapa juntas estas deben ser de un material que permita los desplazamientos relativos, tanto en su plano horizontal como perpendicularmente a él.**

Por otra parte, la seguridad expresada mediante los mecanismos y coeficientes de seguridad mencionados, se refiere a los elementos que constituyen la estructura y no a ésta, siendo que cada uno de sus elementos sea suficientemente seguro y confiable.

El problema que se puede tener al no dejar una separación entre los edificios, es que se golpearán entre sí durante la ocurrencia de un sismo, las juntas de separación (estructuras conectadas arquitectónicamente para formar un solo edificio), y la rigidez (ya que influye en el desplazamiento y, por tanto, en la magnitud de la separación requerida para evitar y prevenir el contacto). El golpeteo entre edificios se incluye en el estudio de la configuración porque se relaciona con la localización del edificio en relación con otras estructuras.

Uno de los principales problemas que se tiene que planear en la planeación de cualquier edificio es su localización en relación con la colindancia del terreno y estructuras adyacentes. En general se sabe que los edificios oscilan durante los sismos, pero no siempre se tiene en cuenta que los edificios adyacentes pueden oscilar fuera de fase, primero alejándose y luego acercándose entre sí, cada uno con período propio de vibración. Los edificios se deben separar en varias unidades a causa de los movimientos temperatura o por otras razones, deben tener separaciones lo suficientemente detalladas para evitar la posibilidad de golpeteo o choque entre las edificaciones.

Las especificaciones de los reglamentos de construcción para la separación de edificios o componentes adyacentes nunca han sido satisfactorias, en gran parte a causa de otros problemas diferentes que están involucrados, ejemplo: en la colindancia los predios, los propietarios no acceden a dejar la separación de colindancia por no perder parte de su predio, ocasionando con esta decisión que los edificios choque entre sí al ocurrir un sismo.

En caso de que de que un predio adyacente se encuentre una construcción que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, deberá dejarse en la nueva construcción una distancia tal que la separación entre las dos construcciones no sea menor que la suma de las requeridas para cada una; Esto es con la finalidad de tener una seguridad de que no se golpearán las edificaciones en la ocurrencia de un sismo.

3.6 Planos Arquitectónicos y Especificaciones (Referencia 16); las copias de los planos de diseño, deberán contener las especificaciones del armado de acero para los elementos que lo requieren, dimensiones y posición de todos los elementos estructurales y del acero de refuerzo,

longitud de anclaje del acero de refuerzo y localización, además de los traslapes y el refuerzo requerido para estos según las recomendaciones de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto; **A estos planos se les refiere como planos estructurales.**

4 Los Sistema constructivos en la Vivienda de Interés Social

4.1 Introducción

La creación de nuevos materiales y sistemas constructivos para la vivienda, ha sido y será permanente, siempre para lograr un producto que proporcione mayor confort al usuario, mejor apariencia, durabilidad y sobre todo, a menor costo. Cualquier aportación o novedad que se salga de los lineamientos de la normatividad vigente, requiere investigación y experimentación, por lo que algunos comentarios y notas integradas al texto ó figuras de este capítulo admiten críticas, sugerencias y modificaciones, siempre por el bien de todos los involucrados.

la población ha demostrado siempre un marcado interés por la vivienda unifamiliar construida con materiales convencionales; ésta ha sido la solución más frecuente. El tamaño del lote y el de la vivienda se han reducido con el tiempo. Actualmente, una vivienda unifamiliar de interés social se ubica en un lote de 100 m² y tiene 55 m² de construcción

(Referencia; Características Estructurales de la Vivienda de Interés Social en México por Dr en Ing. Roberto Meli .39)

los sistemas constructivos utilizados en la vivienda de interés social han sido muy tradicionales, poco tecnificados e intensivos en mano de obra. La gran mayoría de las construcciones es a base de **muros de mampostería y losas de concreto**. Esto obedece, por una parte, a la preferencia de la población por estos materiales y, por otra parte, a la disponibilidad de la mano de obra barata. Desde hace varias décadas se han repetido los intentos por introducir soluciones industrializadas y más tecnificadas para la vivienda. La mayoría han fracasado desde el principio, o han sido abandonadas con el tiempo, principalmente por su falta de competitividad económica. las fuertes inversiones que requiere la mayor parte de ellas difícilmente pueden mantenerlas en el mercado de la vivienda. (referencia; 39)

los avances que ha habido en los sistemas constructivos han sido limitados, especialmente en lo que concierne a la parte estructural. A raíz del fuerte cambio que ha dado recientemente en la política económica del país, existen inquietudes para introducir nuevos sistemas constructivos que tiendan, sobre todo, a reducir los tiempos de construcción. (referencia; 39)

uno de los atributos esenciales que deben poseer las construcciones de vivienda es la Seguridad Estructural. El reglamento de construcción y las normas técnicas complementarias establecen los requisitos que deben cumplir y los procedimientos y los procedimientos que deben seguirse para la comprobación de la seguridad estructural. (referencia; 39)

En México, uno de los aspectos críticos es la seguridad ante efectos sísmicos. A este respecto, después de los sismos de 1985, primero en la ciudad de México y después en la maría de las otras ciudades, se han modificado los reglamentos de construcción y las normas técnicas complementarias principalmente las del Distrito Federal, para hacer mucho más estrictos los requisitos de la seguridad sísmica. Esto da lugar a que muchos de los proyectos tipo que se vienen usando en los programas de vivienda de interés social necesiten ser modificados para proporcionar una resistencia sísmica notablemente mayor. (referencia; 39)

4.2 Características Estructurales

4.2.1 Forma y estructuración

Los edificios para vivienda de interés social se caracterizan por ser muy regulares y simétricos, lo cual favorece notablemente su comportamiento sísmico. Lo anterior es cierto particularmente en los edificios de vivienda multifamiliar, que por su arreglo de dos o cuatro departamentos idénticos en cada nivel, se logra una total regularidad en elevación. No se presenta en estos edificios el caso, muy común en otros edificios de este tipo, de tener una planta baja débil. Aquí, en la planta baja se repite siempre el mismo patrón de departamentos y no se deja abierta esta para estacionamientos y comercios.

(Referencia; Mampostería Estructural la Practica, la Investigación y el Comportamiento Sísmico Observado en México por M. I. Roberto Meli ... 40)

los muros de mampostería siguen siendo los elementos estructurales mas empleados para resistir tanto las fuerzas verticales como las horizontales en edificios de vivienda, sea unifamiliar o multifamiliar, en México. Las piezas y morteros empleados para muros permanecen esencialmente los mismos desde hace varias décadas y la forma típica de refuerzo es mediante pequeñas columnas y vigas de concreto que se denominan en México **castillos y dalas**, en la modalidad que se ha denominado Mampostería Confinada. Los múltiples intentos como ya se menciono anteriormente de realizar a o largo delos años para modernizar industrializar o hacer más eficientes los sistemas constructivos han tenido poco éxito.

De la mampostería con refuerzo interior (llamada **mampostería reforzada**), en la cual una abundante cantidad de refuerzo horizontal y vertical se coloca en el interior el muro en los huecos de las piezas que son posteriormente rellenas con mortero de cemento con consistencia de lechada, que en este caso es mas recomendable verter en los huecos un concreto con grava de un tamaño no mayor a 10 mm, como lo marcan las normas para mampostería.

La mampostería reforzada ha tenido muy poca aceptación en México, **principalmente porque no se ha podido implantar una práctica local para su correcta ejecución**. En diversos casos en que se ha aplicado, se ha encontrado que el refuerzo no se había colocado en la cantidad y posición adecuada y que el colado de los huecos interiores se había efectuado de manera defectuosa, de ahí, como se ha venido diciendo que la supervisión juega un papel muy importante en este tipo de mampostería (mampostería reforzada). Por estas razones se han tenido daños importantes por sismo en algunos edificios en los que se ha aplicado este sistema constructivo.

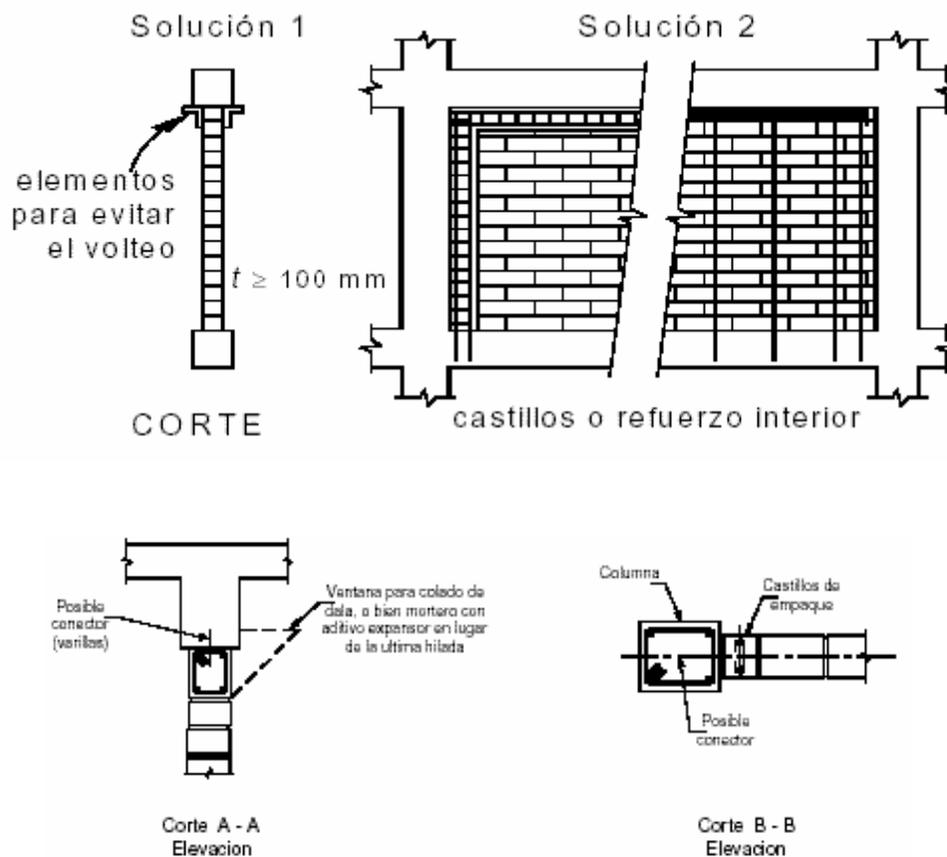
En lo que resta de este capítulo se resumirán los demás sistemas constructivos que hoy en día se vienen realizando:

4.2.2 TIPOS DE MUROS (Referencia; 26 y28)

4.2.2.1 Muros diafragma

Son muros contenidos dentro de traveses y columnas de un marco estructural, al que proporcionan rigidez, ante la acción de cargas laterales, pueden ser de mampostería confinada, reforzada interiormente, no reforzada, ó de piedras naturales, y con un espesor no menor de 10 cm.

La unión entre el marco y el muro diafragma deberá garantizar la estabilidad de este, bajo la acción de fuerzas perpendiculares al plano del muro. Además, las columnas del marco deberán ser capaces de resistir, cada una, en una longitud igual a una cuarta parte de su altura libre, una fuerza cortante igual ó mayor a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero. (ver Fig. siguiente).

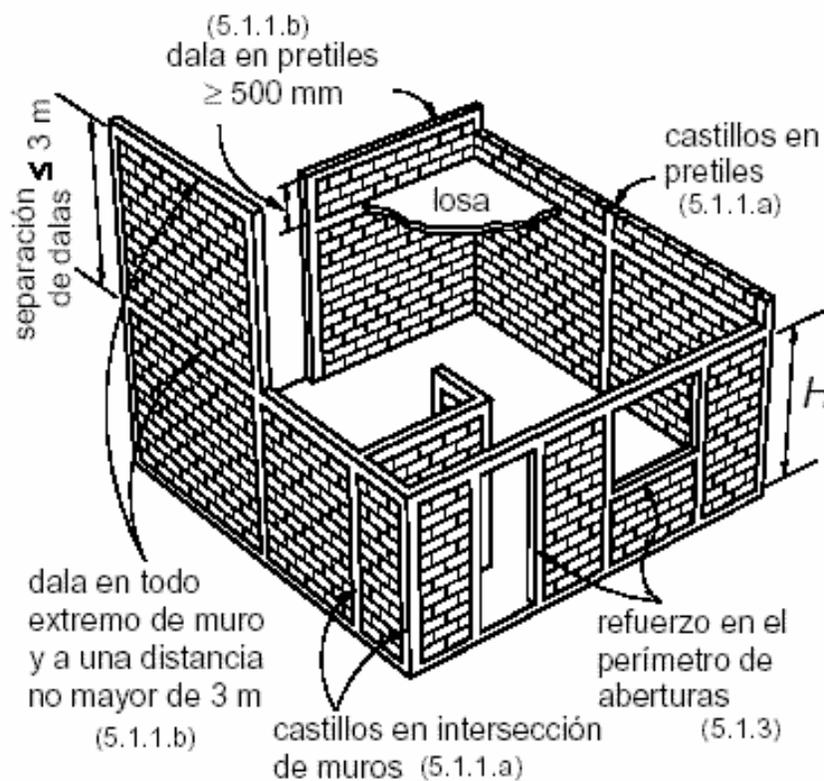


Detalles en planta y elevación de un muro diafragma

4.2.2.2 Mampostería Confinada (muros confinados)

Son muros reforzados con dalas y castillos que cumplen con requisitos geométricos y de refuerzo, definidos en la sección 5.1.1 a 5.1.4 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (NTCM) y que se resumen en la figura M.C. a y M.C. b.

Existirán elementos de refuerzo (dalas y castillos), en el perímetro de todo hueco, cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la dimensión del muro en la misma dirección.



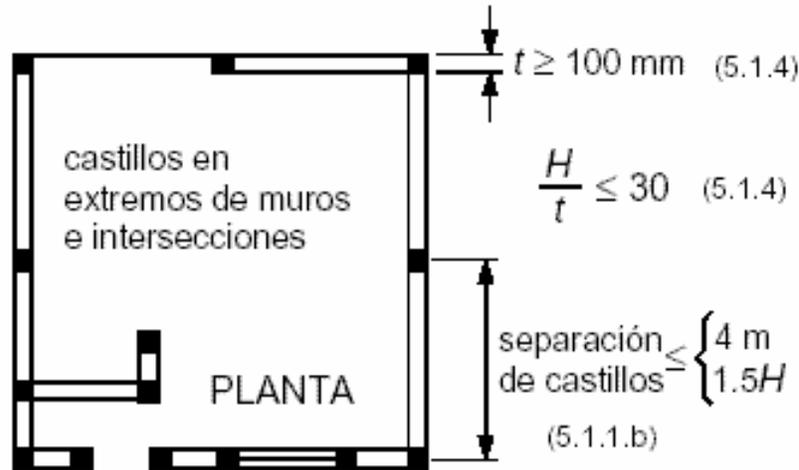
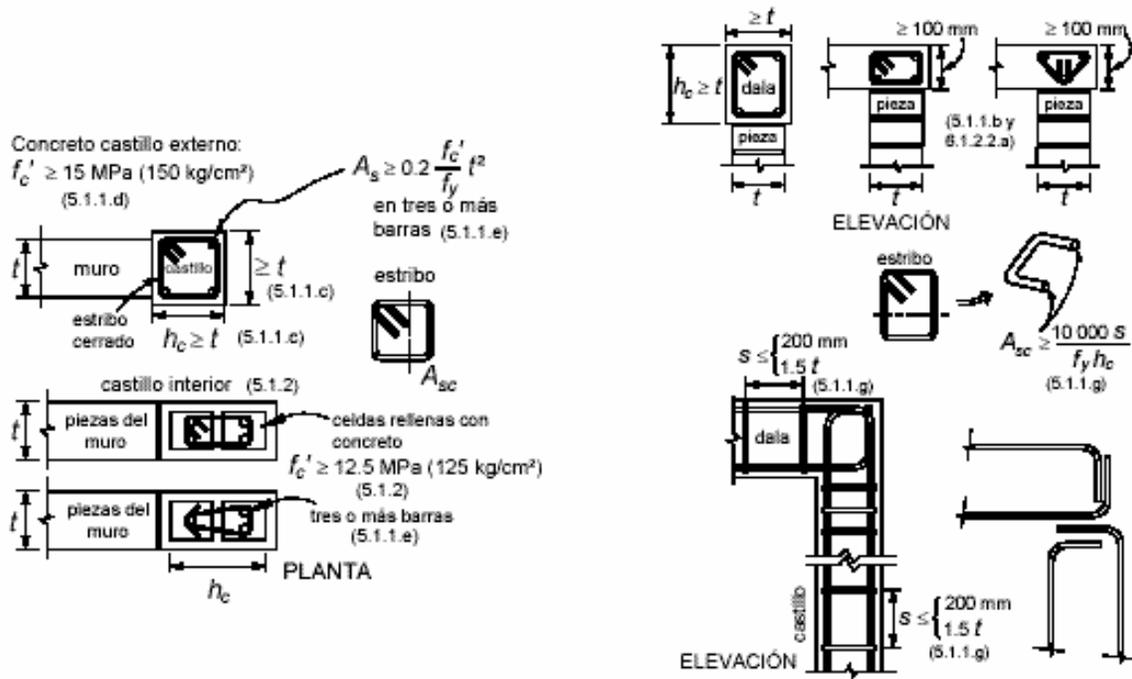


Figura M.C. a) Requisitos para mampostería confinada.



CASTILLOS Y DALAS DE CONFINAMIENTO

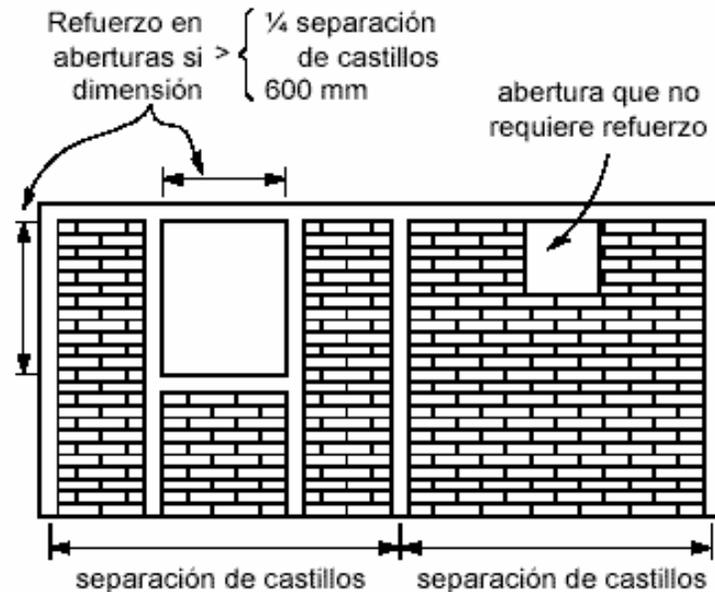


Figura M.C. b) Castillos y Dalas; refuerzo en le perímetro de aberturas.

4.2.2.3 Muros Reforzados Interiormente

Son muros reforzados con barras ó alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos ó en las juntas, y deberán cumplir con los requisitos 6.1.1 a 6.1.9 de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (NTCM) (ver Figs. M.R.I. a y M.R.I. b).

Para el colado de los huecos donde se aloje el refuerzo vertical, podrá emplearse el mismo mortero que se usa para pegar las piezas, o un concreto de alto revenimiento, especificado en la sección 2.5.3 de las NTCM.

Deberá existir una supervisión continua en la obra, que asegure que el refuerzo esté colocado de acuerdo con lo señalado en planos y que los huecos en que se aloja el refuerzo, sean colados completamente; solo de esta forma puede asegurarse el comportamiento adecuado; aunque esto no implica que deban evitarse, ya que su aprovechamiento arquitectónico y conveniencia económica los mantendrá vigentes.

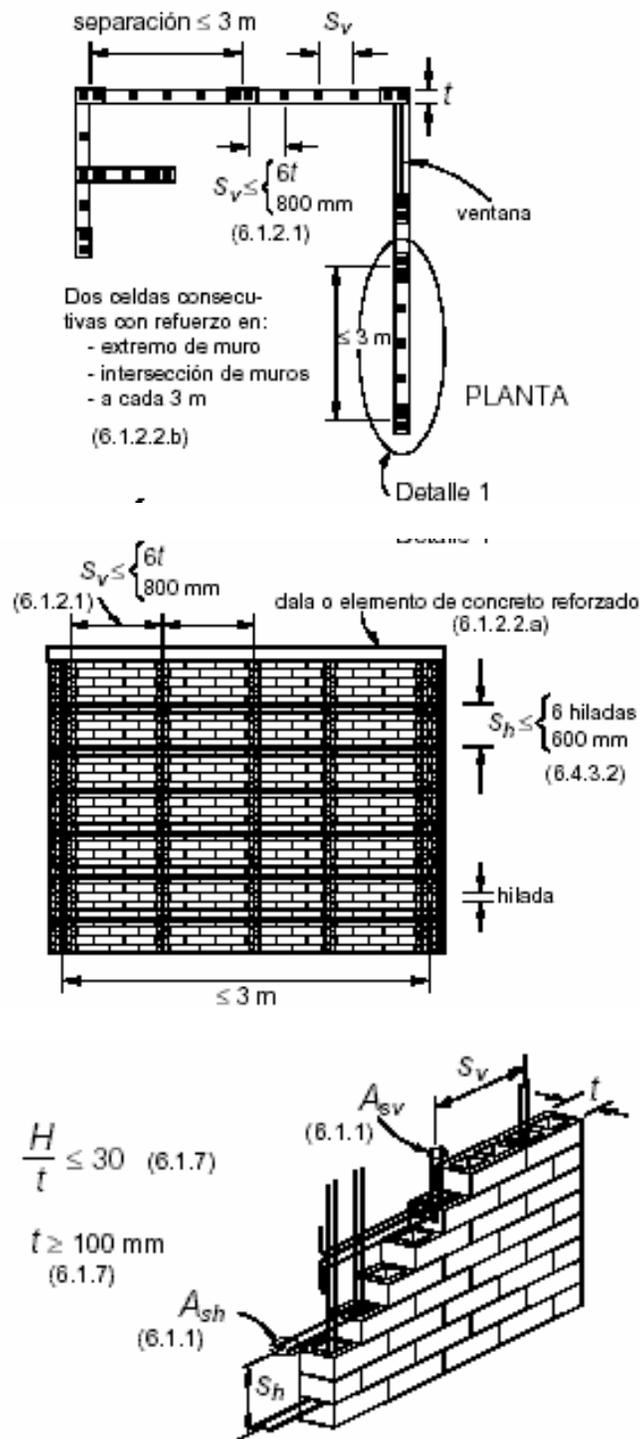


Figura M.R.I a) Requisitos para mampostería con refuerzo interior.

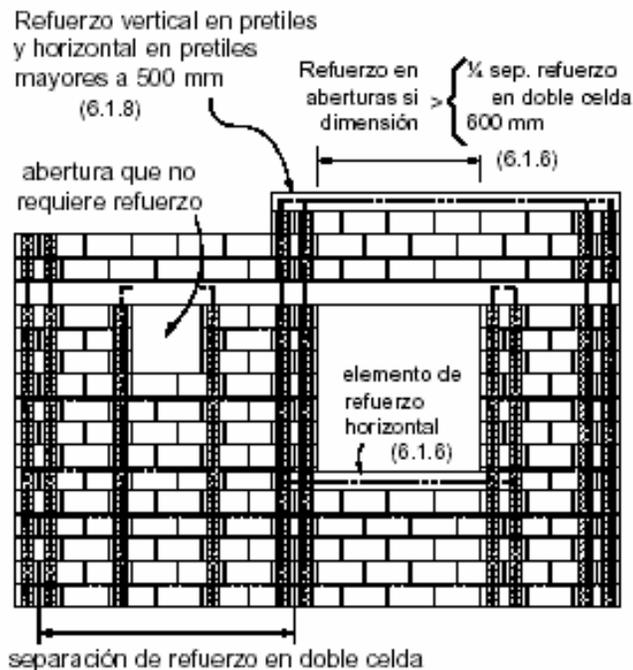


Figura M.R.I b) refuerzo en aberturas y pretiles.

4.2.3 SISTEMAS DE PISO

Los sistemas de piso o sistemas estructurales para soportar las cargas verticales y transmitir las a los elementos portantes como son las trabes, dalas y muros, son muy variados desde su concepción *unidireccional* o *bidireccional*, así como en sus características geométricas y cualidades constructivas.

Sus cualidades y bondades, son relativas para cada promotor, constructor y usuario, dependiendo principalmente de su costo y aceptación, pero para el estructurista, debe prevalecer la eficiencia con la cual se comportan estructuralmente.

Desempeño estructural deseable

- Bajo cargas gravitacionales (cargas verticales) deben cumplir con las deformaciones verticales permisibles, durante la operación de colados complementarios en su etapa constructiva, así como en su etapa definitiva, para preservar los materiales frágiles por ellos soportados.

- b) Al recibir impacto por las cargas vivas, deben responder con vibración aceptable por el usuario. En general, al cumplirse las deformaciones verticales reglamentarias, queda cubierta esta respuesta desagradable.
- c) El desempeño como diafragma horizontal eficiente, para unir entre sí a todos los elementos verticales de rigidez, durante una acción sísmica o de viento, es indispensable para garantizar la aplicación de métodos simplificados y métodos detallados de análisis.

Este efecto de diafragma o placa horizontal rígida, supone elementos con muy poca o nula deformación o distorsión angular en su plano. El espesor adecuado de este diafragma y su correcta conexión con dalas, traveses y muros, generalmente se presupone como automáticamente establecido por la práctica constructiva común, pero afortunadamente, cada vez es de mejor y mayor conocimiento del estructurista, para sus detalles en planos y recomendaciones constructivas (Fig. S.P. a).

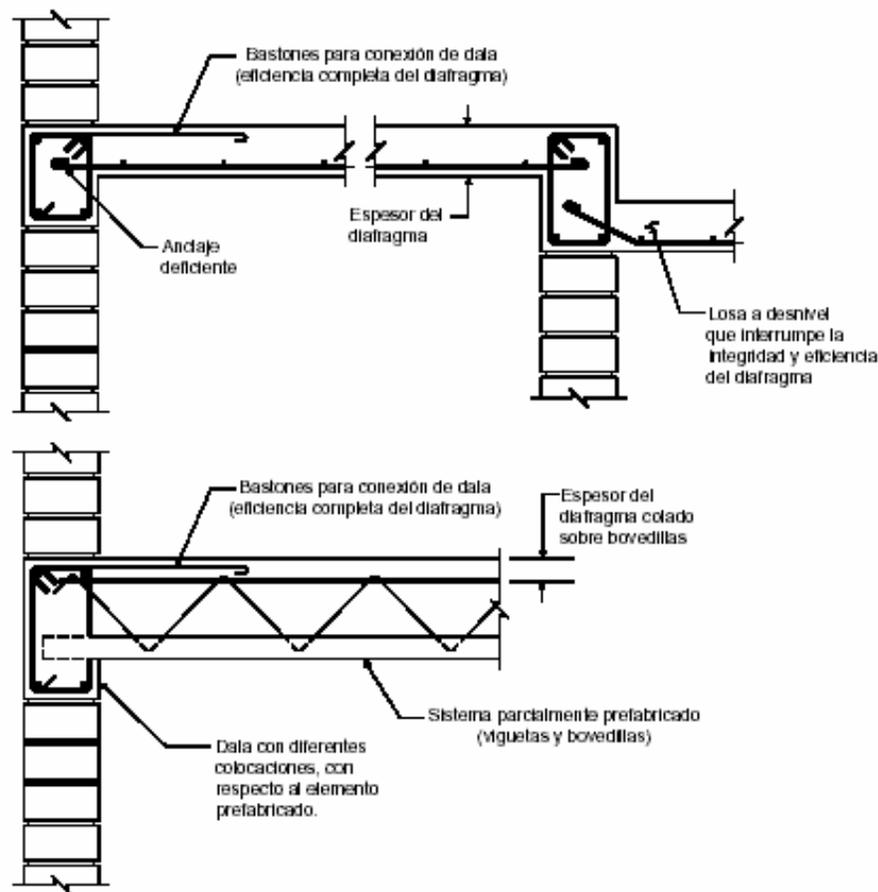


Figura S.P. a) Detalles y recomendaciones constructivas

En la figura S.P. b) se muestra algunas soluciones para ubicación de instalaciones hidrosanitarias.

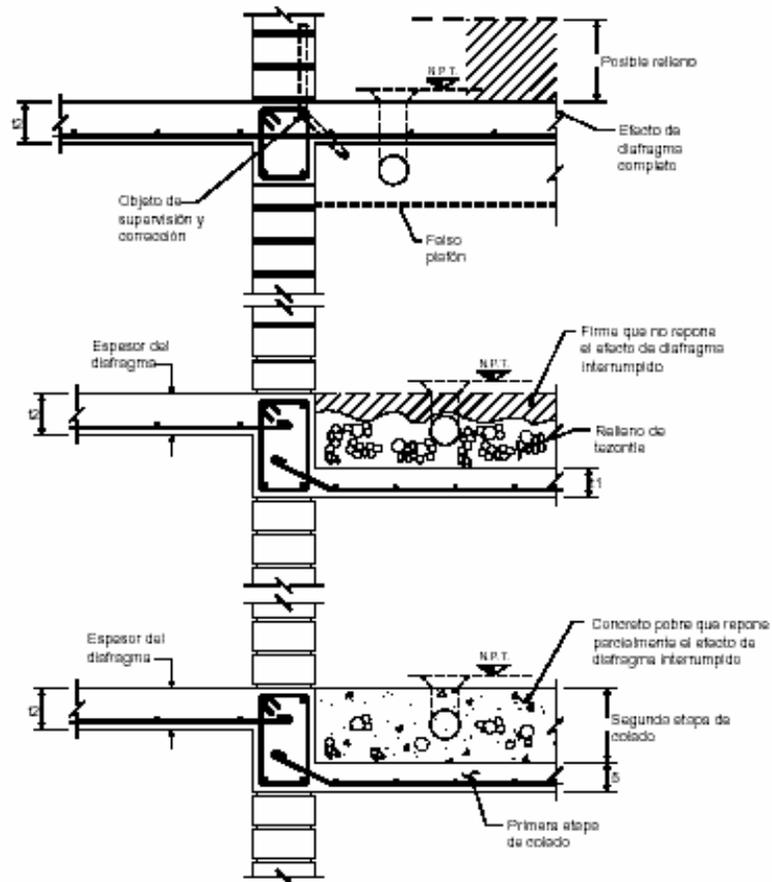


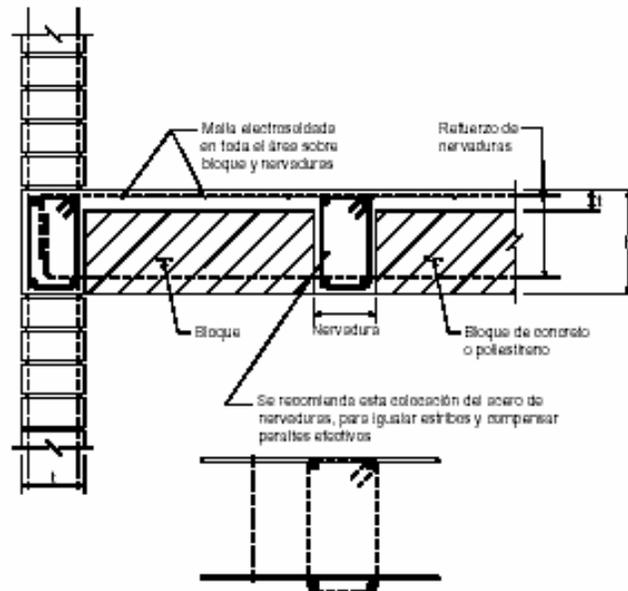
Figura S.P b) Soluciones para alojar instalaciones hidrosanitarias.

4.2.3.1 Losa Maciza (Trabajo Bidireccional)

El procedimiento para definir su espesor, y dosificar su acero de refuerzo, es del dominio del estructurista, desde su etapa de estudios profesionales, como lo establecen las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto, y deberán cumplir con los requisitos 6.3.1 a 6.3.6 de dichas Normas.

4.2.3.2 Losas Aligeradas (Trabajo bidireccional)

Este tipo de estructura, tiene en general un volumen de concreto similar al de la losa maciza equivalente, tiene mejores propiedades de inercia, pero requiere de elementos adicionales (bloques), que aunque dificultan la acción de armado, benefician la operación limpia durante el colado (Fig. L.A a).



* El espesor (t) sobre bloques, constituye el diafragma horizontal y al quedar integrado a las nervaduras, estas operan también como un diafragma de espesor (h), cuya efectividad debe demostrarse.

Figura L.A a) Corte típico en losas aligeradas.

4.2.3.3 Sistemas Prefabricados (Unidireccionales y Bidireccionales)

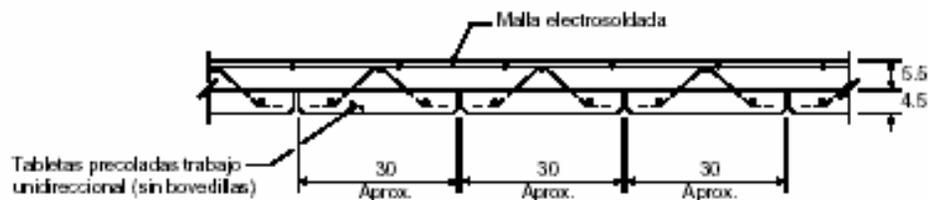
Con viguetas prefabricadas y presforzadas + Bovedilla

Con viguetas + Bovedilla

Con tabletas prefabricadas

Algunas requieren apuntalamiento provisional durante la etapa de colado complementario.

El sistema de bloques, bovedillas, dovelas, que se colocan entre viguetas, obedece a variados diseños y materiales, mecanismos de colocación y retiro después del fraguado, cuya aplicación obedece a costos, apariencia, facilidad de colocación de instalaciones, etc. (Fig. S.P.A a).



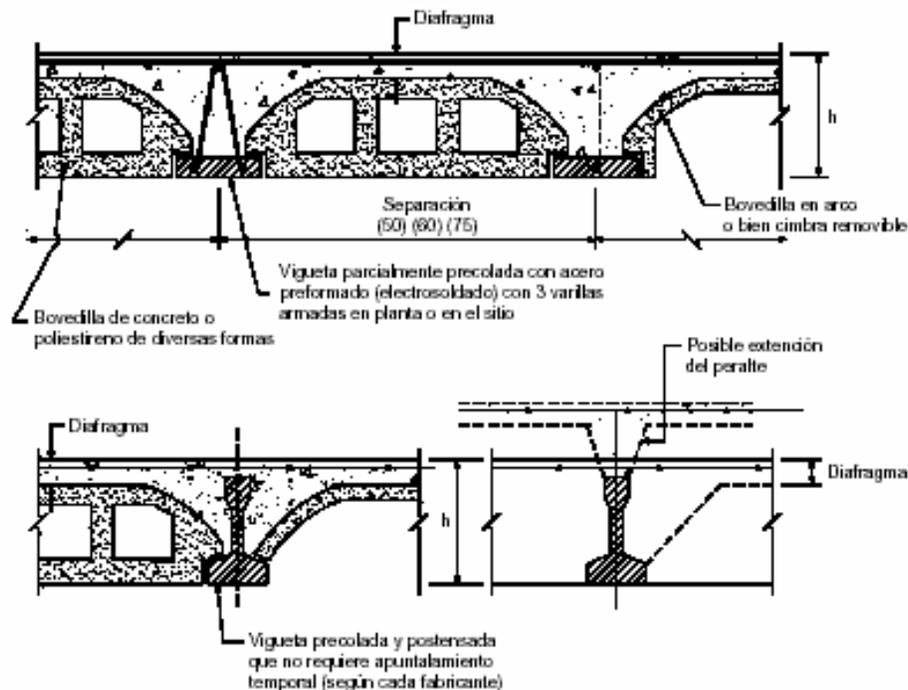


Figura S.P.A. a) Detalles en sistemas de piso prefabricados.

En el trabajo como diafragma, en general solo participa la costra o capa de concreto colada sobre el sistema de elementos prefabricados, y debe garantizarse su espesor eficiente y su conexión con dalas, traveses y muros, así como su integridad en toda la planta de la edificación, y no sólo con tableros aislados.

2.2.4 Concluyendo (Referencia; 39)

De los diferentes sistemas constructivos aquí mencionados podemos concluir que:

1. Los sistemas constructivos mas tradicionales continúan dominando en la vivienda de interés social, con muros de mampostería confinados o con refuerzo interior y con losas de concreto monolíticas o con vigüeta y bovedilla, el tabique recocido sigue siendo el material mas común seguido por el bloque de concreto.
2. Después del sismo de 1985 se siguen usando los mismos sistemas constructivos; la modificación más evidente es la combinación de muros de concreto armado con muros de mampostería para incrementar la resistencia sísmica.
3. Se aprecia una gran diferencia de criterios en cuanto al proyecto estructural de los edificios, sobre todo después del sismo de 1985. mientras que en algunos proyectos se tienen factores de seguridad mas elevados, lo anterior se deriva de la comparación de los índices de densidad de muros en los edificios proyectados, ya que estos tiene

escasez de muros en una dirección; aquí lo que se quiere decir es que la densidad de muros debe ser la misma en ambas direcciones y lo que se propone es que si las densidades de muros en ambas direcciones no es la misma esta deberá ser en diferentes en un 25 %, para que de esa manera la estructura no sea tan castigada por los factores sísmicos.

4. Los proyectos de las viviendas de interés social parecen obedecer esencialmente a razones arquitectónicas y poco a condiciones estructurales.
5. No siempre la calidad de la construcción es adecuada para garantizar un buen comportamiento estructural. Se han observado defectos en la ejecución y en la calidad de los materiales, así mismo, como modificaciones no siempre aunadas de los proyectos originales. Además, se deben reforzar los programas de control de **calidad y supervisión en las obras**.
6. En general, el comportamiento estructural de los conjuntos habitacionales han sido satisfactorios. Se han tenido diversos problemas debido a condiciones inadecuadas de cimentaciones, como hundimientos diferenciales o desplazamientos laterales y a la mala ejecución o construcción de la vivienda. Sin embargo, no debe ser excusa para relajar los requisitos de diseño y construcción.
7. En resumen, los sistemas constructivos empleados han resultado muy favorables en cuanto al comportamiento estructural, principalmente por la gran densidad de muros, o sea, por la abundancia de muros y por la regularidad de la forma y de la estructuración. No obstante, debe presentarse mayor atención a los aspectos estructurales, tanto en el proyecto como en la construcción, especialmente para los edificios ubicados en las zonas sísmicas de más alto peligro del país.



5.1.1 Descripción del Conjunto Habitacional

Es un Conjunto habitacional conformado por dos cuerpos denominados del tipo A y dos cuerpos del tipo B cada uno de 5 niveles

El cuerpo A tiene un área en planta de 472.8 m^2 , alojando 8 departamentos de 59.1 m^2 cada uno. Este tipo de departamentos cuenta con 3 recamaras, baño, cocina y sala comedor.

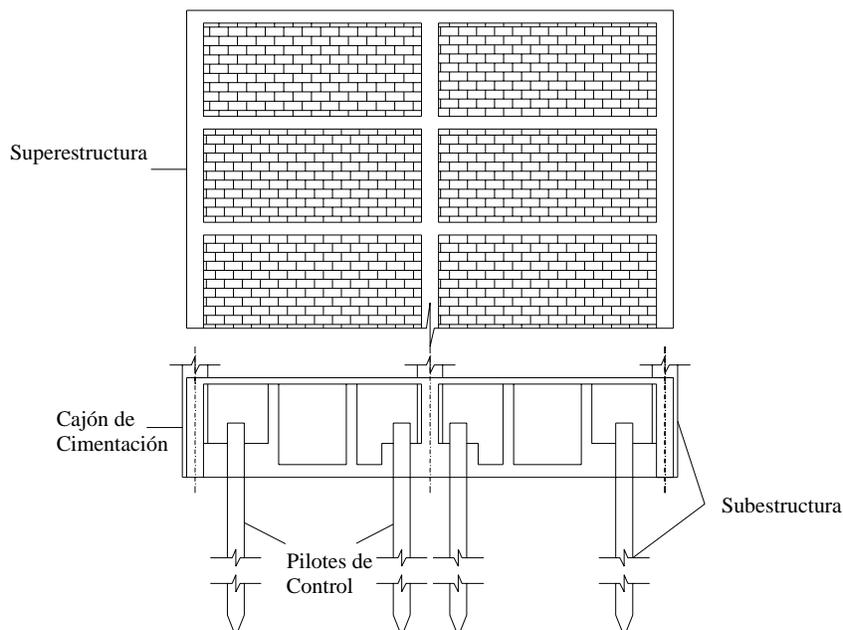
El cuerpo B tiene un área en planta de 119.6 m^2 , donde se alojaron dos departamentos de 59.8 m^2 , con excepción con uno de los cuerpos en cuya planta baja se ubica la administración, el depósito de basura y la entrada de los vehículos y la caseta de seguridad, al igual que los departamentos del cuerpo A cada departamento de éste consta de 3 recamas, baño, cocina y sala comedor.

5.1.2 Subestructura y Superestructura.

5.1.2.1 La cimentación (Subestructura)

La cimentación se realizó para cada cuerpo a base de cajones de concreto reforzado.

La cimentación es realizada a base de pilotes conectados con una losa de cimentación y contratraves donde se desplantarán los muros. Este conjunto habitacional se encuentra en la zona III (zona de lago).



Corte Longitudinal del Cajón de Cimentación y los Pilotes de Control.

5.1.2.2 La Estructura (superestructura)

Se resolvió a base de muros de carga de block de 15 cm de espesor, con castillos en los extremos y en los cruces de muros con una distancia máxima de 3 metros entre castillos. se colocaron en todos los muros donde se alojan puertas y ventanas una dala de cerramiento. Este conjunto habitacional el sistema constructivo utilizado fue el de muros de confinados y losas macizas.

La losa de azotea y losas de entrepiso son de concreto macizo de 10 cm de peralte (espesor), que se descargaron directamente sobre los muros de tabique.

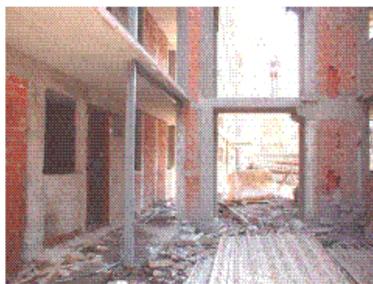
La losa de planta baja se realizó con vigueta y bovedilla

La separación que se dejó es de 10 cm. entre las construcciones de los conjunto habitacionales y las construcciones vecinas.

Este conjunto habitacional fue construido en el año 2000 y como podemos observar no presenta ningún daño como agrietamientos y asentamientos diferenciales, lo que nos indica un buen comportamientos de la estructura además de contar en su haber con materiales de buena calidad, una mano de obra y una supervisión buenas.



Los edificios a punto de terminar la superestructura, solo falta un nivel más en tres de los cuatro edificios que componen el conjunto habitacional



Aquí se puede observar parte de la obra con cubos de escaleras ya terminados y con los mismos en proceso



5.1.3 Observaciones

como se puede apreciar en las imágenes mostradas se observa el estado en el que se encuentra los conjunto habitacionales, que como se puede ver no presentan fisuramientos, agrietamientos y asentamientos diferenciales considerables, lo que nos indica como ya se menciono anteriormente este conjunto habitacional ha tenido un buen comportamiento y un **seguridad estructural** adecuada.

5.2 Vivienda con Fallas

La mampostería es más dependiente que otros materiales estructurales de la calidad de la construcción; es común, en la construcción de vivienda descuidar el control de componentes (materiales), de las técnicas constructivas o de la calidad de la mano de obra. Además, la tendencia a acelerar y simplificar las construcciones, que nos pueden llevar a edificaciones deficientes, y la frecuente subestimación de la importancia que significa la supervisión y la mano de obra ya que estas son de vital importancia para obtener una edificación eficiente y tener una aceptable Seguridad Estructural. (Referencia; 42)

Finalmente, el diseño sísmico de la vivienda no debe limitarse a la protección de la estructura contra el colapso (caída), sino debe cuidarse también la seguridad de los habitantes y que la vivienda ante sismos moderados no se presenten daños en los elementos estructurales, que nos den como resultado las fallas que a continuación se citan.

5.2.1 Fallas Típicas (Referencia; 41)

Las fallas que se pueden presentar en las estructuras se pueden clasificar en:

- Fallas de Diseño.
- Fallas de Construcción, y
- Fallas de Modificación.

5.2.1.1 Las Fallas de Diseño, son debidas a la falta de consideraciones en:

- **Los Efectos de Resonancia** (Movimiento), consisten en que el movimiento de la base de la estructura es sumamente amplificado y debido a la coincidencia del periodo de vibración del suelo (movimiento del suelo) y la estructura (Edificio), se provoca la falla de la edificación, que puede ser desde agrietamientos en la estructura hasta el colapso de la misma (caída del edificio).
- **El Golpeteo de los Edificios** (choque de los edificios), que se debe por no tener la separación adecuada como lo marca el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal o de cada entidad federativa o porque se produjeron desplazamientos excesivos no considerados.
- **Fallas en la Cimentación**, estas fallas son debidas a la pérdida de capacidad de carga y asentamientos, los cuales son difíciles de predecir por el desconocimiento de las características que pueden presentar los sismos. Provocando el reacomodo o consolidación de las arcillas y la licuación de las arenas (reblandecimiento de las arenas).
- **Los Defectos de Estructuración**, estos hacen a la construcción especialmente vulnerable ante la acción de los sismos, produciendo en algunos elementos excitaciones o esfuerzos mayores que sus capacidades de trabajo, o sea, estos elementos no fueron reforzados conforme a las especificaciones, provocando problemas en el

funcionamiento de la estructura llevándola a tener desde grietas considerables hasta el colapso o la caída de la edificación. Estos defectos producen:

- a) **Fallas en Edificios Irregulares en Esquinas**, la falta de simetría estructural aguza el fenómeno de torsión, pues la variación de resistencia o rigidez de los muros que es debida a la no continuidad de los mismos, originando la rotación del edificio ante la presencia de algún sismo de mediana intensidad hasta uno de gran intensidad.
- b) **Falla de Planta Débil**, esta falla se debe a que la estructura tiene la planta baja mas débil o flexible que la planta superior la cual es más rígida, por lo tanto, la mayor parte de la asimilación o absorción de la energía originada por el sismo, se concentras en la parte mas flexible produciendo la caída o colapso parcial o total de la edificación.

5.2.1.2 Las Fallas de Construcción son debidas a:

- Una deficiente comunicación entre el proyectista estructural y el constructor e incorrecta interpretación de los planos estructurales.

Al no tener una adecuada comunicación y no poder interpretar las especificaciones en los planos tanto arquitectónicos como estructurales principalmente, se cometen errores que pueden ocasionar la falla de la estructura. Porque se realiza como se cree o simplemente no se lleva acabo, modificando de esta manera el comportamiento de la estructura.

- Descuidando en le diseño y ejecución de los detalles constructivos, por este motivo se originan las fallas en los elementos estructurales de la edificación.
- Fallas por una Inadecuada Supervisión, se pueden cometer errores de ejecución que originan la falla de la estructura como son:

- Una mala colocación del acero de refuerzo.
- Traslapes y anclajes insuficientes
- Concreto mal vibrado o segregado durante el colado o colocación.
- Malas conexiones de los muros estructurales (muros reforzados internamente) y de los muros no estructurales (muros divisorios).
- Cuando se trata de acero que debe ser soldado este presente una pésima soldadura de unión en las varillas de mayor diámetro.

5.2.1.3 Las Fallas de Modificación, son debidas o causadas por sobrecargas excesivas, debidas a cambios del destino de la estructura con respecto al proyecto original.

Además, las modificaciones o alteraciones estructurales que se realizan en fechas posteriores a la construcción original, por los propietarios, son importantes porque no se llega a tener cuidado en los aspectos estructurales provocando que se originen las fallas durante un sismo.

5.2.2 Ejemplo de Viviendas con Fallas.

Casos de Estudio; Proyecto de rehabilitación a Edificios de dos Unidades Habitacionales de la Ciudad e México. (Referencia; 41)

En este capítulo, se presentará un resumen de los edificios dañados, cada uno con problemáticas específicas a la zona en que se encuentran. En primer lugar se presenta, la Unidad Habitacional Alianza Popular Revolucionaria y en segundo lugar la Unidad Habitacional Lomas de Becerra ubicadas en la Delegación Coyoacán.

5.2.2.1 Unidad Habitacional Alianza Popular Revolucionaria

SINOPSIS. Se trata de cuatro edificios vecinos que forman un conjunto. Su estructuración básica es de muros y losas con cimentación parcialmente compensada a base de celdas de cimentación. Dos edificios centrales son de seis pisos y dos edificios de tres niveles en los extremos. Al recorrer el conjunto, a simple vista se observa que en algunas colindancias las separaciones han desaparecido y los edificios están en contacto físico, ocasionándose ligeros daños en sus muros colindantes, como es el caso de los edificios S-30 y S-32. En los Edificios S-32 y T-25 también se observa que la separación ha disminuido pero todavía no entran en contacto.

ANALISIS DE LA POSICION DEL CONJUNTO DE EDIFICIOS S-30; S-32; S-34 Y T-25. Desde el punto de vista arquitectónico es justificable la distribución actual, sin embargo desde el punto de vista sísmico parece no ser buena. Los edificios altos quedan entrelazados con los bajos y la forma de separación de las colindancias se complica. Debe contemplarse que fueron construidos con los reglamentos de la época que incluían los conocimientos sobre ingeniería sísmica de ese momento y que actualmente han sido superados.

Lo que se quiere decir es que, los problemas que presentan estos conjuntos habitacionales no son debidos a las acciones de sismos (como el ocurrido en el año de 1985), sino que, los problemas que se tienen en estos conjuntos habitacionales es o son debidos a los asentamientos diferenciales, donde estos no han sido uniformes, o sea, estos asentamientos han sido mayores en un extremo del conjunto habitacional, como se puede apreciar en las imágenes (fotografías) que se muestran mas adelante, ya que el edificio más pequeño se encuentra recargado ya sobre el mayor.

El conjunto Habitacional Alianza popular Revolucionaria se encuentra ubicado en la Delegación Coyoacán del Distrito Federal, correspondiente a la Zona II de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias. Estos conjuntos habitacionales fueron marcados con las siglas correspondientes S-30, S-32, T-25 y S-34.

5.2.2.1.1 Características de las Edificaciones

El estudio realizado al conjunto habitacional se encontró que éste consisten en pisos de losa de concreto reforzado con un espesor mínimo de 14 cm, aligerada con tabicones de dimensiones de

10×14×28 cm, colchándose estos con le lado de 10 cm como peralte. El refuerzo de la losa consistió en malla electrosoldada de alambre del # 1 en una cuadrícula de 35.6 cm x 35.6 cm. al chocar los tabique en cada cuadro, el alambre constituyó el refuerzo interior de cada nervadura de 7.6 cm de ancho, ara el refuerzo del lecho superior se utilizaron diversos tipos de mallas electrosoldadas en capas de compresión de 4 cm de espesor.

La altura de piso a piso es de 2.50 m y los pisos se apoyan en muros de carga construidos de bloques 11.5×11.5×23 cm que poseen dos huecos de 5 cm de diámetro.

Para los edificios S-30 y S-34, se tiene una distribución de 2 departamentos por planta. En el primero de ellos se cuenta con un nivel de planta baja (PB) y dos niveles adicionales, mientras que en el segundo (S-34) se construyeron planta baja y tres niveles adicionales.

De acuerdo con la investigación realizada en campo se encontró que la profundidad de desplante de los edificios es variable, siendo: de 1.70 m para el S-30, de 2.10m para el S-34 y de 3.40m para los edificios S-32 y T-25.

La información es mas escasa para los edificios S-32 y T-25, cuyas estructuras son iguales, ya que además de no existir el plano de la cimentación tampoco existen planos estructurales de la planta baja (PB), y por lo tanto, tampoco se disponen de notas generales de las cuales se pueda inferir algunos datos de la cimentación.

5.2.2.1.2 problemáticas Presentes

Dadas las condiciones particulares del suelo blando de la Ciudad de México un gran número de construcciones presentan problemas derivados de asentamientos diferenciales y consolidaciones regionales ente otras, que han originado una serie de daños en la cimentación y superestructura de los inmuebles.

Al respecto las Unidades Habitacionales (U.H.) no han sido la excepción y adicionalmente presentan un problema grave de mantenimiento, ya que este no ha sido enfocado con un criterio preventivo y ha derivado en la necesidad de tomar medidas correctivas para tratar de restaurar las condiciones que garanticen su habitabilidad, y sobre todo, **un nivel de Seguridad Estructural adecuada.**

La unidad habitacional “Alianza Popular Revolucionaria”, es un conjunto de construcciones, áreas verdes, servicios, etcétera, que ocupan aproximadamente 51 hectáreas al Sur-Oriente de la Ciudad de México, donde existen 18 grupos de 4 edificios similares.

Toda la unidad habitacional se localiza en suelo blando, típico de lo hace muchos años el fondo de los lagos y lagunas de la Cuenca del Valle de México, con altos contenidos de arcillas, limos y agua en el cual es muy notorio el fenómeno de “consolidación regional”, producido por la extracción de agua del subsuelo.

En toda la unidad habitacional se manifestaron problemas de hundimientos diferenciales, pero en particular, los asentamientos fueron mayores en el edificio Alianza Popular Revolucionaria, lo

que a su vez causo inclinaciones de las construcciones, con desniveles en pisos y desplomes, es decir, inclinaciones con relación a la vertical en paredes. Estos problemas son de mayor a menor magnitud, pero existen en la mayoría de las condiciones de la unidad.

En términos generales se pueden identificar dos parámetros determinantes en el diseño y comportamiento de la misma, que son:

- Las condiciones propiedades del suelo de desplante.
- La zona de riesgo sísmico donde se localiza.

Lo anterior está relacionado a que por más de dos proyectos se traten de construir enteramente igual, si el suelo donde se apoyan ambos no es completamente igual ya que estos pueden tener comportamientos diferentes, **esto es por tratarse de Vivienda de Interés Social, lo que se hace es realizar un diseño y aplicarlo una y otra vez, por ello no siempre se comportan igual las estructuras aunque en esencia sean lo mismo.**

Particularmente, para los inmuebles de este trabajo, en el pasado reciente se han realizado una serie de estudios y se han emitido una serie de recomendaciones encaminadas a resolver su problemática. Por ejemplo en el estudio más reciente a estos edificios se propuso colocar una serie de lastres con sacos de arena y realizar una serie de excavaciones para nivelar dichos inmuebles.

A continuación se presentan las imágenes (fotografías) del estado actual del Conjunto Habitacional Alianza Popular Revolucionaria.



Foto 1 Fachada de los Edificios



Foto 2 Fachada principal del edificio S-30



Foto 3 Celda de Cimentación Inundada



Foto 4 Sondeo en la zona oriente del edificio S-30



Foto 5

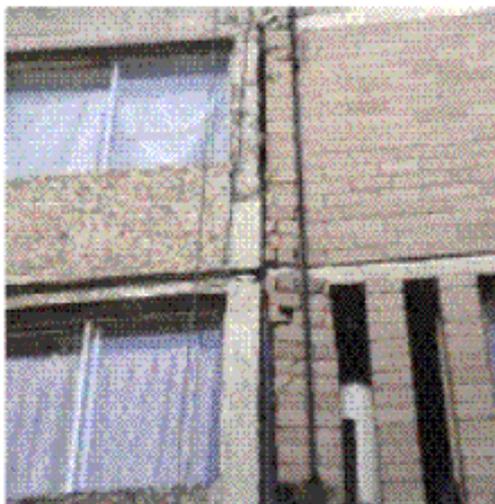


Foto 6

Foto 5 Vista de la junta constructiva entre los edificios S-32 y S-30, en donde se presenta la mayor zona de daños y , Foto 6 Se observa la elevación de la unión entre el edificio S-32 con el S-30. El muro deformado no tiene en la esquina algún elemento de rigidez y el precolado bajo la ventana no proporciona dicha rigidez.



Fotos 7 y 8; En la ventana superior, el precolado bajo de ella cayó al jardín, y el precolado del nivel inferior está fuera de su sitio, al igual que el superior en peligro de caer. Vista del muro del edificio S-32 donde se aprecia desde el interior que el precolado no rigidiza al muro y se sale de su lugar.



Fotos 9 y 10; Donde se puede apreciar lo siguiente, otra vista del daño sufrido en el contacto de los niveles superiores de los edificios S-32 y T-25 , donde se aprecia el daño de la celosía.



Fotos 11 y 12, en estas se puede apreciar y hace notar la deformación del muro de borde No 11 notándose que hay material atrapado entre los dos edificios y además se tiene un acercamiento del pretil de azotea del edificio S-30, que deberá ser reducido en su altura para permitir que las losas sean las que reciban la compresión de ambos edificios.

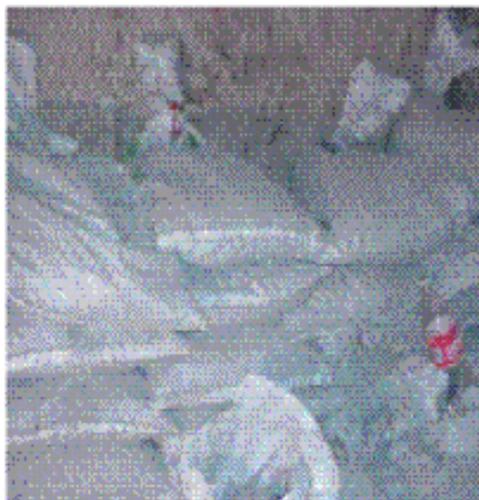


Foto 13, lastres apilados en zonas aledañas al inmueble

Foto 14, lastre en celdas del edificio T-25



Foto 15, celdas de la cimentación con lastre y Foto 16, resustitución del lastre en las celdas de la cimentación del edificio S-32

5.2.2.2 Unidad Habitacional “LOMAS DE BECERRA”

El edificio No 13 de la Unidad Habitacional Lomas de Becerra se construyó en 1975, cuenta con 6 niveles y 24 departamentos, con una superficie construida de 87.65 m^2 c/u, el edificio se habitó en 1976, posteriormente, el edificio sufrió en 1981 algunos daños consistentes en hundimientos diferenciales y agrietamientos en muros de fachado, por causas de un sismo que sacudió severamente la zona en donde se ubica.

Después de esto, algunas autoridades, decidieron pedir el desalojo del edificio para proceder a su reparación, con un proyecto estructural que data de 1989, algunos de los condóminos aceptaron ser reubicados, pero otros no, debido a estas circunstancias los condóminos se vieron forzados paulatinamente a pactar arreglos con las autoridades correspondientes y cediendo a este el control. Actualmente, solo el departamento B-101 esta siendo ocupado, que a su vez, controla el acceso a todo el edificio, lo cual generó algunos problemas de acceso para algunas visitas de inspección o nivelación del interior.

Información proporcionada

La información que se proporcionó, consistió en el informe de los estudios realizados anteriormente, debido al tiempo en que se diseñó el edificio, no se pudo contar con los planos originales del mismo, por ello se proporcionaron planos arquitectónicos de proyectos similares, aunque solo sirvieron de referencia, ya que al final se realizaron los planos correspondientes.

5.2.2.2.1 Características de las edificaciones

El edificio esta ubicado al poniente de la ciudad de México, en la Unidad Habitacional Lomas de Becerra zona de lomas y barrancos en donde es posible hallar no solo suelo firme, sino que además también se localizan cavernas naturales o incluso, túneles de minas, definida como zona I, según la clasificación del tipo de suelo que hace le reglamento de construcción del Distrito Federal (RCDF).

En dichas unidad se localizan por lo menos 29 edificios con plantas similares, que pueden tener varios pisos superiores como 4 departamentos por piso, y 1 ó 2 pisos inferiores con 4 ó solo 2 departamentos por piso, las estructuras están apoyadas en las laderas de las lomas y al terreno natural se le tiene que hacer cortes y rellenos en dos tipos de solución arquitectónica:

- Edificios escalonados que pueden llegar a tener 7 pisos habitables con un máximo de 28 departamentos.
- Edificios planos que están desplantados al mismo nivel horizontal, formándose a su alrededor una plataforma también horizontal.

El edificio No 13 es del tipo plano construido de 6 niveles con 24 departamentos en total con un área aproximada en planta de 410 m². tiene dos accesos, uno por la fachado Oeste, en la planta baja y otro por la fachada Este, un piso más arriba. La altura total desde el nivel mas bajo hasta el pretil de azotea es de por lo menos de 17 m y desde el nivel de la fachaza Este hasta el último piso habitable, se tienen 4 entrepisos de 2.65 m cada un, es decir, por lo menos 10.3 m.

La estructura es en base de columnas, vigas y losa de concreto reforzado con peralte total de 34 cm, aligerada con casetones de concreto aligero. Hay 5 ejes de columnas orientadas en dirección N-S y 4 ejes de columnas orientadas en dirección E-O, lo cual arroja 20 columnas en total, 24x118 cm para las 6 columnas centrales y 24x73 cm para las 14 columnas perimetrales, que se conservan en toda la altura y armados de columnas para un edificio de 7 niveles, pero los refuerzos en las columnas que se revisaron con el magnetómetro no corresponden con los del plano.

En cuanto a la cimentación, se dedujo, que, es a base de 20 pilas circulares (una bajo cada columna) de varios diámetros, variables desde 1.2 m para las localizadas bajo las 6 columnas centrales, 0.80 m para las 4 columnas de esquina y 0.90 m para las 10 columnas restantes de fachada, apoyadas por lo menos hasta 15 metros de profundidad probablemente a niveles variables según la inclinación geológica de las capas duras. Las cabezas de las pilas se remató al mismo nivel horizontal, en su paróte superior las pilas soportan traveses de liga de concreto reforzado de 1.20 m de peralte, sobre las cuales descarga la losa y traveses secundarias de la planta baja, que reciben también los muros de la misma.

Todos los muros de fachada o interiores son de relleno, es decir, carecen en teoría, de toda función estructural para la transmisión de cargas verticales (gravitacionales), pero todos están ligados a la estructura o en contacto con ella por lo que, ante desplazamientos laterales causados por movimientos sísmicos, se verán obligados a acompañarla, contribuyendo algunas veces a la rigidez lateral de entrepiso. Se distinguieron 3 tipos de materiales en ellos, habiéndolos de tablaroca, de tabique rojo recocido y para todas las fachadas exceptuado los de baños se escogió el block aparente re barro con huecos circulares. Algunos muros de este tipo, aunque son de

fachada puede llegar a penetrar al interior en cuyo caso, se mantuvo el tipo de material, aún en el interior de las viviendas.

La planta presenta formas diferentes e irregulares para distintos niveles, como por ejemplo, algunas salientes de forma rectangular que son utilizadas para closets en dos o tres niveles, pero cambiando su posición los demás, quedando las fachadas con una serie de volúmenes volados, algunos sin sentido, algunos quedan pues como jardineras o balcones sin acceso. Estas formas irregulares pueden influir, obviamente a que en caso de aparecer fuerzas laterales, haya concentraciones innecesarias de esfuerzos en muros divisorios del edificio.

Las cuatro fachas están orientadas hacia los cuatro puntos cardinales t en cada nivel se tienen 4 departamentos.

5.2.2.2.2 Problemática presente

En general, las problemáticas presentes consisten en agrietamientos de muros interiores y de fachada, con algunos desprendimientos de mampostería en los mismos.

5.2.2.2.2.1 Descripción de daños

A pesar de que todos los reportes de nivelación llevadas a cabo por el área de Topografía muestran desniveles diferenciales en todos los piso y/o techos, los daños en muros de fachada o interiore hechos con block de barro son atribuibles, a algunos movimientos sísmicos que provocó distorsión en algunos entrepisos, y no a un co0mportamiento raro delas pilas que pudieran reflejarse en los hundimientos diferenciales entre las columnas.

El tipo de daño, como ya se ha mencionado consiste en agrietamientos diagonales de los bloques de barro, la inclinación delas grietas señala claramente el probable sentido delas distorsiones y, como curiosidad, el agrietamiento en la fachada Norte corresponde a una torsión de los pisos superiores en el sentido de las manecillas del reloj, es decir, un desplazamiento relativo de pisos superiores en sentido Este. En la fachada Norte, solo un muro que corresponde a los desplazamientos de la esquina noreste muestra grietas en varios niveles, mientras que, el resto de los muros de esta fachada no tiene señales de grietas o fisuras.

5.2.2.2.2.2 Fisuras y Grietas

El terreno donde se construyo es quizás el principal causante de daños ya que al existir problemáticas en este, se transmiten los efectos a la estructura como son los agrietamientos en muros y en general casi en cualquier elemento, esto es debido a:

1. Asentamientos en los terrenos arcillosos debido a una excavación.
2. Rellenos junto a cimentaciones superficiales.
3. Rozamiento negativo de los pilotes debido a un relleno exterior.
4. Empuje lateral debido a un relleno exterior.
5. Arcillas expansivas que pueden provocar asentamientos e inchamientos.
6. Raíces de árboles que también pueden provocar asentamientos.

Por ello existen fallas en el terreno lo que producen fisuras y grietas tanto en muros como en trabes, que forman un ángulo de 45° .

Una vez que se conoce el tipo de problemática a enfrentar, se pasa a las posibles soluciones a las mismas.

5.2.2.2.3 Rehabilitación

Al hablar de rehabilitación, es abordado un tema muy extenso, pero existen algunos métodos que pueden aplicarse a los edificios dependiendo de las causas que originaron la problemática. Posteriormente a la recopilación de información obtenida al realizar la inspección del inmueble, se procederá entonces a proponer la solución factible, desde el punto de vista estructural y económico.

Siempre se hace énfasis en el aspecto económico, y, esto es por el simple hecho de que en ocasiones después de analizar las problemáticas lo mejor que se puede hacer es demoler y construir nuevamente.

A continuación se muestran algunas imágenes (fotografías) del Conjunto Habitacional Lomas de Becerra, mostrando los daños que el conjunto habitacional tiene.

Informe fotográfico



Vista de la fachada Sur



Vista exterior de los niveles superiores de la fachada Norte



Vista exterior de los niveles intermedios de la fachada Norte



Vista exterior de los niveles intermedios de la fachada Norte



Vista exterior de los niveles inferiores de la fachada Norte



Vista exterior de los niveles intermedios de la fachada Poniente



Vista exterior de los niveles intermedios de la fachada Poniente



Vista exterior de los niveles inferiores de la fachada Poniente

Grieta en el muro de una recámara dentro del Departamento 02



Vista de la fachada Sur



Vista exterior de los niveles superiores de la fachada Norte



Vista exterior de los niveles intermedios de la fachada Norte



Vista exterior de los niveles intermedios de la fachada Norte

Por último, de todo lo comentado anteriormente se aprecia que el edificio no sufrió daños que pusieran en riesgo ni la estabilidad de la estructura ni la de sus ocupantes. Tampoco representa un riesgo para construcciones vecinas o personas que transitan por los alrededores.

5.2.2.2.3 Observaciones

Es cierto que cuando se realicen los trabajos, como resultado de su Rehabilitación, también es bueno saber que le espera a los edificios en cierto periodo de tiempo, ya que no se sabe si se deberá incurrir en nuevos trabajos. Lo importante en este punto es que la sensación de Seguridad regresa a los ocupantes del conjunto habitacional.

Es necesario así mismo, que los responsables legales elaboren programas de revisión y mantenimiento continua, para mitigar efectos posteriores, en caso de que las problemáticas no puedan mitigarse por completo.

6 Conclusiones.

Con base en lo propuesto en este trabajo de tesis profesional, podemos concluir lo siguiente:

1. Al observar las construcciones y métodos de construcción en distintas zonas de la ciudad de México, se puede apreciar cierta uniformidad, como que la mayoría de los sistemas de mampostería observados son a base de muros confinados en su mayoría contando con estructuras de 5 y 4 niveles, siguiéndole los sistemas a base de mampostería reforzada interiormente, contando con estructuras de 3 y un máximo de 4 niveles.
2. En primer instancia, debido al origen y las características del subsuelo de la Ciudad de México es inevitable encontrar una serie de problemáticas al construir cualquier edificación, en este caso se trata de la Vivienda de Interés Social, que a últimos días ha presentado una serie de problemas (fallas), el enemigo principal son los hundimientos diferenciales, que en ocasiones son generados por la consolidación natural del subsuelo y en otros casos por la extracción del agua del subsuelo lo que compete en estos casos es desarrollar diseños estructurales de vivienda adecuados a las características del entorno que permita una mejor interacción de la estructura y el suelo, sustentados con estudios de tipo geotécnico y que cumplan con el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias para garantizar la estabilidad y Seguridad Estructural adecuadas de las Viviendas de Interés Social.
3. Por otro lado, a pesar de que por ley es necesario contar con un proyecto arquitectónico y estructural de la vivienda para su construcción, no se garantiza que el cumplimiento de éste se siga al pie de la letra debido a la problemática presentada por la vivienda que quizás se deba a fallas en la supervisión, mala calidad y elaboración de los elementos y materiales de construcción entre otros, además, esta problemática seguirá presentándose mientras tanto no se lleven a cabo sanciones a las empresas y organismos dedicadas a la construcción de la Vivienda de Interés Social.
4. Lo que se propone es, en este caso, que el personal que realice la Construcción y Supervisión de la Vivienda, este sea calificado, o sea, que tenga una buena experiencia en este ramo y con ello así, garantizar una Seguridad Estructural adecuada. Además, el Estructurista debe verificar que se lleve a cabo el habilitado (colocación) del acero tal y como se dice en el proyecto estructural.
5. En cuanto a la vivienda con problemas (fallas) presentada en este trabajo, se propone en este caso la intervención de personal calificado para elaborar un diagnóstico del estado del inmueble y con ello encontrar una solución más adecuada en su rehabilitación en la medida de lo posible.
6. Por lo consiguiente, la rehabilitación de la vivienda implica una serie de trabajos, que por la importancia que esta tiene, debe ser realizada como ya se menciono por

-
-
- personal calificado en especialidades de Ingeniería Civil, además de contar con las herramientas y equipos necesarios.
7. Es necesario proponerse que tanto el gobierno y así como las universidades den un mayor impulso a la difusión, diseño y procesos constructivos de este tipo de vivienda, además de brindar asesorías y supervisión sobre todo en aquellas zonas en donde el tipo de suelo pone en riesgo las condiciones de la seguridad estructural con que debe cumplir la vivienda, así, como la de sus habitantes.
 8. La generación de reglamentos de construcción completos, es decir, que incluyan las Normas Técnicas Complementarias (Estatales y Municipales), resulta actualmente difícil en nuestro medio dadas las condiciones reales de muchos de los municipios en nuestro país. Sin embargo, sería conveniente y en la medida de lo posible proponer, que los reglamentos Estatales además de hacer referencia a manuales de diseño requeridos para cada tipo de estructura y dejando los procedimientos a las Normas Técnicas Complementarias modelo de cada Estado. Con esto proponemos y hacemos un llamado a considerar regionalmente las verdaderas necesidades y solicitudes a las que las construcciones o viviendas se verán sujetas.
 9. Por lo que se refiere a sistemas constructivos de mampostería, hoy se tienen las bases para poder diseñar y construir estructuras de mampostería de muy buena calidad que tengan un excelente desempeño, principalmente ante solicitudes sísmicas. A pesar de esto no ha sido suficiente ya que, como hemos venido insistiendo, mientras no se realicen estas construcciones con una buena supervisión, calidad de materiales y proceso constructivo aunado a las características y condiciones del suelo las Viviendas de Interés Social seguirán teniendo problemas.
 10. Por último se propone que a los interesados en el diseño, que el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias de Mampostería, pueden considerarse excelentes, pero hace falta su correcta ejecución en todas y cada una de las obras que se llevan a cabo para el Distrito Federal, aunado a ello, de contar con reglamentos y normas técnicas complementarias Estatales para todo el país, de acuerdo con las diferentes características de cada región y no solo para el Distrito Federal, de donde se basan la mayoría de los Estados y Municipios que conforman el país.
-
-

Glosario de Términos.

Absorción: proceso por el que un líquido o una mezcla de gases y **líquidos** son absorbidos por los poros de un cuerpo sólido como son los ladrillos, tabiques etc...

Acabado: proceso de tratamiento del concreto fresco o de los muros para darle forma y textura.

Accesorios: cualquier parte de un edificio que no es estructural, como puertas, ventanas, equipo eléctrico y sanitario.

Acciones sísmicas: fenómenos físicos asociados o causados por los sismos, por ejemplo sacudida violenta del terreno, oscilación de los edificios, desplazamiento en fallas, inestabilidad y asentamiento del terreno, deslizamientos de tierra, avalanchas, licuefacción, maremotos y otros.

Aceite para Cimbrado: aceite con el que se impregna la cara interna de la madera para que el concreto no se adhiera a esta.

Altura Libre: distancia vertical libre, como la existente entre el suelo y el techo de una habitación, que permite el libre tránsito en ese espacio.

Acciones Permanentes: Son aquellas que obran en las estructuras en forma continua y cuya intensidad se puede considerar no variable con respecto al tiempo. Dentro de esta clasificación entran las cargas muertas, que son debidas al peso propio de las estructuras, acabados, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.

Acciones Variables: Son aquellas que obran sobre la estructura con una intensidad variable con respecto al tiempo, pero que alcanzan valores significativos durante períodos grandes, en este grupo tenemos las cargas vivas que son las que se originan por el funcionamiento de la estructura y que no tienen carácter permanente.

Acciones Accidentales: Son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la estructura, pero que toman valores muy significativos durante breves periodos en la Vida útil de la construcción. En este tipo, tenemos al sismo, al viento y las explosiones.

Adherencia: es la acción de la unión entre el mortero, concreto o lechada y las distintas piezas de la edificación.

Agregado: Material granular, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio aglutinante para formar concreto hidráulico o mortero.

Análisis Estructural: determinación de la capacidad de una estructura o de cualquiera de sus elementos para soportar un tipo de cargas, dados los apoyos d que cuenta para ello.

Anillo: Anillo de varilla o alambre de refuerzo que encierra al refuerzo longitudinal.

Arena: material duro e inerte que se emplea para la elaboración de concreto o mortero.

Armado: forma de disponer y unir una serie de elementos estructurales como el acero de refuerzo entre otros, para dar forma y apoyo a una estructura o edificación.

Armado Principal: armado de acero paralelo ala superficie horizontal del concreto, o la eje longitudinal de un elemento estructural de concreto, que absorbe los esfuerzos producidos l¿pos las cargas y fuerzas aplicadas. También llamado armado longitudinal.

Asentamiento: descenso que experimenta un edificio o estructura a medida que se consolida el terreno situado bojo el mismo.

Auto Construcción de Vivienda: por auto construcción de entidades, en sentido estricto, las formas de edificación que se realizan mediante la intervención directa de trabajo por los propios usuarios de la vivienda.

Bajada de Cargas: proceso que explica cómo una estructura recoge, canaliza y desvía las cargas que resultan de fuerzas externas hacia los cimientos; las cargas se inician en la cubierta (azotea) que actúa sobre los miembros inferiores.

Carga Admisible: carga que induce la máxima fatiga admisible en una sección crítica de un miembro estructural.

Carga Puntual: carga que actúa sobre un área muy pequeña o un punto muy concreto de una estructura.

Carga Axial: fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.

Carga Sísmica: fuerza que ejerce un terremoto sobre la estructura de un edificio.

Carga Muerta: Peso muerto soportado por un elemento estructural, estas cargas son ocasionadas por el concreto, los muros y los acabados, que formaran parte de la vivienda.

Carga Viva: carga viva especificada en el reglamento general de construcción, las cargas vivas son ocasionadas por el mobiliario, equipo y las personas que formaran parte de la vivienda.

Cemento: material o mezcla de materiales (arcilla y piedra caliza) pulverizado, ingrediente principal en la fabricación de morteros y concreto; posee propiedades aglutinantes y endurecedoras. Producto que se obtiene al pulverizar finamente las margas arcillosas, que ha sido calentada previamente a una temperatura, no superior a la necesaria para eliminar el dióxido de carbono.

Cimbra: armazón que soporta la construcción de un arco, castillo, dala, etc..., que se mantiene hasta que se han consolidado o hasta que se ha finalizado su construcción.

Cimentación: parte de la superestructura que le sirve de anclaje y transmite sus cargas directamente al terreno por estar parcial o totalmente enterrada bajo la superficie del mismo.

Coefficiente Sísmico: coeficiente que se emplea para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, a la relación entre el periodo de vibración de la estructura y el terreno en el que se asienta la estructura.

Colapso Estructural: cualquier condición externa o interna que incapacite a una estructura o elemento estructural a cumplir la función para la que ha sido diseñada.

Colindancia: limite entre dos terrenos o edificios.

Columna: elemento que tiene una altura de por lo menos tres veces su dimensión lateral y se usa principalmente para resistir carga axial de compresión.

Concreto: mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua con o sin aditivos.

Concreto Reforzado: concreto reforzado con no menos de la cantidad mínima requerida por las normas para diseño de estructuras de concreto y diseñado dando por hecho que los dos materiales actuarán conjuntamente para resistir las fuerzas o cargas a las que será sometido.

Consolidación: eliminación de poros en el interior de la masa de concreto, suelo o terreno, para asegurar el perfecto recubrimiento de los armados, además es un proceso de reducción de un macizo mediante la aplicación de presiones continuas en el terreno.

Corrosión: deterioro del metal o del concreto debido a una reacción química o electroquímica, como resultado de sus expansión a los agentes atmosféricos, químicos, etc...

Curado: mantener el concreto o mortero a una temperatura y humedad adecuada para asegurar su hidratación y endurecimiento adecuado, o sea, que obtenga una resistencia adecuada.

Director responsable de Obra: por Director responsable de Obra se entiende un funcionario, un representante debidamente autorizado o cualquier otra autoridad designada que deberá de encargarse de administrar y hacer cumplir el reglamento de construcción y las normas de concreto.

Ductilidad: facilidad que poseen los materiales para deformarse en frío sin romperse.

Estribo: refuerzo empleado para resistir esfuerzos principalmente de cortante en un elemento estructural por lo general son de varillas, alambres o malla de alambre electo soldada (liso o corrugado) ya sea en forma de L, de U o rectangular, situados perpendicularmente con respecto al acero longitudinal.

Elemento Estructural: cada una de las piezas que forman parte de una estructura, posee un carácter unitario y se muestra de la misma manera bajo la acción de una carga aplicada.

Energía sísmica: parte de la energía elástica de deformación liberada durante el proceso de ruptura de la roca en una falla, que es irradiada en forma de ondas elásticas u ondas sísmicas; la mayor parte de la energía elástica acumulada es disipada en forma de calor.

Evento sísmico o sismo: evento físico causado por la liberación repentina de energía debido a una dislocación o desplazamiento en la corteza terrestre; parte de la energía es irradiada en todas direcciones en forma de ondas elásticas u ondas sísmicas. Es percibido en la superficie como una vibración del terreno, y se le denomina temblor cuando no causa daños, y terremoto cuando la sacudida es violenta y el evento es destructivo, causando danos severos o víctimas.

Estrato: cada una de las capas de un terreno formado por los sedimentos en sentidos horizontales que se distribuyen en forma paralela.

Intensidad: medida cualitativa o cuantitativa de la severidad de la sacudida del terreno producida por un sismo en determinado lugar. La acepción generalizada de intensidad es una medida subjetiva, no instrumental, de los efectos aparentes causados por el evento; para ello se emplean escalas, por ejemplo la escala Mercalli Modificada, que asigna diferentes grados a la forma en que el temblor es sentido y según los daños a edificaciones y los cambios geológicos causados por el terremoto. Existen también medidas cuantitativas e instrumentales de la intensidad dadas por parámetros tales como la aceleración máxima, la velocidad o el desplazamiento de terreno. La intensidad es un parámetro que depende del sitio de observación y en general decrece en función de la distancia a la fuente sísmica o al epicentro.

Fraguado: proceso de solidificación y pérdida de plasticidad inicial que tiene lugar en el concreto, mortero, cemento, etc., por la desecación y cristalización de los mismos.

Longitud de Anclaje: longitud del acero de refuerzo anclado mas allá de una sección crítica.

Longitud de Desarrollo: longitud del acero de refuerzo anclado que se requiere a fin de desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.

Longitud del Claro: la longitud del claro de los elementos, es la distancia entre los apoyos como son los castillos o columnas.

Mantenimiento: es el conjunto de acciones necesarias para conservar el óptimo funcionamiento de la vivienda, tanto en su ámbito interno como en su entorno.

Mantenimiento Preventivo: es el conjunto de actividades encaminadas al a detección de fallas y control del deterioro de los elementos, componentes e instalaciones de la vivienda a través de la vigilancia y la revisión periódica y sistemática delos mismos.

Manto Acuífero: agua freática.

Materiales de Construcción: son aquellos empleados en los prototipos de vivienda de interés social, que se utilicen en su estructura de soporte, deberán garantizar la estabilidad de la misma y resistir los efectos de sismo y viento. Además serán sólidas, duraderas y resistentes a los efectos del clima e intemperismo propio de su región.

Módulo de Elasticidad: es la relación entre el esfuerzo nominal y la deformación unitaria correspondiente a los esfuerzos por tensión o por compresión, módulo de elasticidad para el concreto es $E_C = 14,000\sqrt{f'_C}$ para concreto clase 1 y $E_C = 8000\sqrt{f'_C}$ para concreto clase 2 y el módulo para el acero es $E_S = 2 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$.

Modalidad de Construcción de Vivienda: de acuerdo a las formas de intervención que determinan los diversos tipos de necesidades habitacionales y a las consideraciones de la vivienda como proceso, se abren tres modalidades de construcción; vivienda progresiva, vivienda terminada y mejoramiento de vivienda.

Muro: elemento, generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios que formaran las recamaras y demás espacios de la vivienda.

Prototipo: aplicado en términos de ingeniería, quiere decir que tanto el proyecto arquitectónico como el estructural será el mismo o idéntico aplicado en diferentes zonas de la ciudad de México.

Proyecto Arquitectónico: procedimiento consistente en distribuir y dimensionar cada uno de los locales que formaran parte de la vivienda.

Proyecto Estructural: procedimiento consistentes en interconectar, proporcionar y dimensionamiento de los elementos de un sistema estructural, de modo que pueda soportar un conjunto de cargas sin sobrepasar las fatigas admisibles de los materiales empleados.

Refuerzo: material que cumple con lo especificado en las normas para concreto.

Refuerzo Corrugado: varillas de acero corrugado como son: parrillas de varillas, alambre corrugado, malla de alambre soldada corrugada.

Refuerzo en Espiral: refuerzo continuamente enrollado en forma de hélice circular.

Resistencia a la Compresión: especificada del concreto (f'_C). Resistencia ala compresión del concreto empleada en el diseño de los elementos de concreto reforzado y no reforzado, expresada en $\frac{kg}{cm^2}$, cuando la cantidad f'_C esté bajo un signo de radical, se quiere indicar sólo la raíz cuadrada del valor numérico, por lo que el resultada estará en $\frac{kg}{cm^2}$.

Resistencia Nominal: resistencia de un elemento de una sección transversal, calculada según las especificaciones y suposiciones del método de diseño por resistencia de las normas para diseño de concreto.

Resistencia Requerida: resistencia que un elemento o una sección transversal requerida para resistir las cargas factorizadas o momentos y fuerzas internas continuas entre según lo especificado en las normas para diseño de concreto.

Sismo: Se conoce más acerca de los efectos producidos por un sismo (Temblor) que las causas que lo producen. Los temblores pueden tener entre otros un origen tectónico o volcánico.

Suelo: Para los fines de la ingeniería, la palabra *Suelo* representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Quedan excluidas de la definición las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o desintegren por acción de la intemperie. El agua juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo.

Subestructura: estructura que se encuentra oculta en el terreno, que constituye la cimentación de una construcción.

Superestructura: elementos estructurales que dan forma a la edificación de una estructura por encima de su cimentación.

Uso del Suelo: término que en planeación urbana designa el propósito específico que se da a la ocupación o empleo de un terreno.

Vivienda: se entiende por vivienda al ámbito físico – espacial que presenta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales de usuario.

Vulnerabilidad: grado de daño o pérdida a que está sujeta determinada obra o elemento a causa de un sismo de una magnitud e intensidad dada, expresada generalmente en una escala que varía de 0 (ningún daño) a 10 (colapso y pérdida total).

Zona sísmica: área geográfica delimitada dentro de una región sísmica, en la cual la amenaza y el riesgo sísmico son similares y los requerimientos para el diseño sismorresistente son iguales.

Zonificación sísmica: (ver *regionalización sísmica*). Proceso de determinación de la amenaza sísmica en varios sitios con el propósito de delimitar zonas sujetas a un grado similar de riesgo.

Regionalización sísmica: proceso de determinación del peligro o amenaza sísmico en muchos sitios comprendidos dentro de una región o país con el objeto de delimitar zonas sísmicas sujetas a un grado similar de riesgo.

Bibliografías (Referencias)

1. Edificaciones de Mampostería para Vivienda; Fundación ICA A. C., México 1999.
 2. Muros de Carga Sísmica; Rafael Frías Arce, U.N.A.M.
 3. Diseño Estructural de Casa Habitación; Gallo, Espino y Olivera Segunda Edición, México 2001.
 4. Mantenimiento Rutinario “Libro Verde Serie AE”, J. R. Ávila Espinosa, Sexta Edición México Septiembre 1991.
 5. Manual para Diseño de Vivienda de Interés Social; José González Alcocer, Michoacán 1997.
 6. Comentarios al Título Sexto “Seguridad Estructural” de las Construcciones del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal; Dr. En Ingeniería Roberto Meli P., Investigador del Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.
 7. Comentarios y Ejemplos de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería; (Comentarios) Dr. En Ingeniería Roberto Meli P., Instituto de Ingeniería U.N.A.M., Enero 1992.
 8. Diseño Sísmico de Edificios; Enrique Bazan, México Limusa 2004.
 9. Cargas Vivas Máximas de Diseño para Departamentos Habitación de Interés Social; Joel Guillén Osorio, Instituto de Ingeniería U.N.A.M., Noviembre 2003.
 10. Manual de Operación de Programas de Vivienda Promovida por Grupos Sociales; FONHAPO, CENVI, México 1996.
 11. Requisitos de Seguridad Estructural y Servicios para las Estructuras, Título IV del Reglamento de Construcción del Distrito Federal; Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
 12. Constructividad; Stewart Adams, Primera Edición México Octubre de 1990.
 13. Especificaciones Normalizadas Generales de Construcción; Subdirección Técnica, Departamento de Construcción (INFONAVIT) México Septiembre 1986.
 14. Manual para la Supervisión de Obras ACI 311 – 92; Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento A.C. Marzo 1995.
 15. Propuestas de Actualización del Título de Seguridad estructural del Reglamento de Construcción en la República Mexicana; Tesis, María I. Díaz Solís, México D.F. 2001.
 16. Reglamento de Construcción para el Distrito Federal; Gaceta Oficial del Distrito Federal, 29 de Enero de 2004.
 17. Reglamento de Construcción de Concreto reforzado ACI 318 – 89; Instituto Mexicano del Concreto y del Cemento A.C. Marzo 1990.
 18. Manual de Operación de Programas de Vivienda Promovidas por Grupos Sociales; FONHAPO
-
-

-
-
19. Bases Para los Criterios de Diseño Estructural del Proyecto del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal; Dr. en Ingeniería Roberto Meli P. (Profesor e Investigador del Instituto de Ingeniería U.N.A.M.)
 20. Normas de Ingeniería de Diseño Estructural; Lic. Arsenio Farell Cubillas IMSS.
 21. Refuerzo de Vivienda Económica en Zonas Sísmicas “Estudio Experimental”; Dr. en Ingeniería Oscar Hernández B., Investigador del Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
 22. Albañilería y Yasería; Micke Laurence, México Octubre 1995.
 23. Mampostería Reforzada; Dr. en Ingeniería Roberto Meli P., Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
 24. La Vivienda para Todos; Raúl D. Aguilar M. “Instituto Nacional Politécnico”, Segunda Edición Febrero 1994.
 25. Normas Técnicas Complementarias Sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones; Gaceta Oficial del Distrito Federal, publicada el 6 de Octubre de 2004.
 26. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería; Gaceta Oficial del Distrito Federal, publicada el 6 de Octubre de 2004.
 27. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo; Gaceta Oficial del Distrito Federal, publicada el 6 de Octubre de 2004.
 28. Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto; Gaceta Oficial del Distrito Federal, publicada el 6 de Octubre de 2004.
 29. Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico; Gaceta Oficial del Distrito Federal, publicada el 6 de Octubre de 2004.
 30. Guía para el Desarrollo Constructivo del Proyecto Arquitectónico Volumen I; Alvaro Sánchez, Segunda Edición Marzo 1997.
 31. Configuración y Diseño Sísmico de Edificios; Arnold y Rightherman, tercera edición 1995.
 32. Agrietamiento por Cambios Volumétricos en Muros de Bloque de Concreto; Dr. en Ingeniería Miguel Madinoveitia J. Investigador del Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
 33. Modalidades del Refuerzo para Mejorar el Comportamiento Sísmico de Muros de Mampostería; Dr. en Ingeniería O. Hernández y el Dr. en Ingeniería Roberto Meli P., Investigadores del Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
 34. Comportamiento Sísmico de Muros de Mampostería; Dr. en Ingeniería Roberto Meli P., Investigador del Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
 35. Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería; Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, La Red Colombia 2001.
 36. Normas de Supervisión de Obras; Gobierno del Distrito Federal, Secretaría General de Obras.
-
-

37. “Diseño Estructural Simplificado; Autor: Raúl Gómez T.; Editado por la Universidad de Guadalajara”
38. Materiales y Procedimiento de Construcción “Mecánica de Suelos y Cimentaciones”
39. Características Estructurales de la Vivienda de Interés Social en México por Dr. en Ing. Roberto Meli
40. Mampostería Estructural la Practica, la Investigación y el Comportamiento Sísmico Observado en México por M. I. Roberto Meli
41. Tesis; Aplicación de la Ingeniería Sísmica en la Construcción de Edificios, Gerardo Gutiérrez Reyna
42. Diseño Sísmico de Edificios; Doctor en Ingeniería Roberto Meli.