



APOYO AL MEJORAMIENTO DE VIVIENDA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN.

**APOYO AL MEJORAMIENTO DE VIVIENDA, CALLE CONCEPCION #22
COL. SANTA CATARINA YECAHUITZOTL, DEL TLAHUAC, CIUDAD DE MÉXICO,
C.P 13120.**

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ricardo Heras Cruz

PRESENTAN:

De Luna Trifundio Miguel

Toxtega Santos Alejandro

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, 2019.

APOYO AL MEJORAMIENTO DE VIVIENDA.



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.

AGRADECIMIENTOS MIGUEL

El presente trabajo no hubiese sido posible sin la cooperación de todas y cada una de las personas que apoyaron desinteresadamente; y muchas de las cuales han sido un soporte y compañía indispensable.

Agradezco a Dios, por permitirme lograr alcanzar la cumbre de mi experiencia académica, por todas las bendiciones, personas y sucesos que en mi vida tuvieron el impacto necesario para aprender y avanzar.

Agradecer a mi familia, a mis padres Ofelia Trifundio Mexica y Miguel De Luna García, a mis hermanos Abigail y Sergio, porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mí se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré agradecido.

De manera especial, agradecer al Ing. Ricardo Heras Cruz, por la oportunidad que me ha dado y la confianza que ha depositado en mí durante el proceso de la realización del presente trabajo fungiendo como mi asesor.

A mi amigo y compañero Alejandro Torteaga Santos, quien fue un apoyo incondicional durante el curso de la carrera, así como en el desarrollo de este trabajo, sabiendo lo

arduo que fue, el tiempo y energía puesto dentro de un fin común, lograron entablar una confianza y aprecio que sin duda estimo.

Reconociendo la labor que solo amigos comprometidos al trabajo en equipo y sobre todo que entregan la mejor de las actitudes y disposiciones ante los retos que juntos afrontamos, agradezco a Jimena, Amed, Angel, Alejandra, Jessica y Héctor que formaron parte esencial de este trayecto.

Al Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM, a todo el personal docente y académico por ser parte fundamental de mi formación como ingeniero y todo el apoyo que recibí durante el transcurso de la carrera, por volver un sueño en una realidad que desde niño busqué, una institución que se convirtió en una segunda casa para mí y que siempre lo será.

Gracias totales.

AGRADECIMIENTOS ALEJANDRO

Gracias a Dios por colmarme de bendiciones, brindarme salud y guiarme a lo largo de mi vida, la cual es hermosa y un reto a la vez que podemos disfrutar y compartir con quienes amamos, durante este largo trayecto conocí personas que se volvieron importantes y me ayudaron a culminar este proyecto, por lo cual les agradezco de corazón su apoyo.

A mis padres Reyes Toxtega Domínguez y Mirian Santos Pacheco por darme la vida, su amor incondicional, por la educación y valores que me han inculcado y por darme la oportunidad de realizarme profesionalmente.

A mi hermano Javier Toxtega Santos por su paciencia, comprensión y por ser mi fortaleza en momentos de debilidad.

A mi amigo y compañero Miguel De Luna Trifundio por permitirme compartir la realización de este trabajo que no fue fácil, por su compañía a lo largo de la carrera y por su apoyo y confianza.

A mi abuela; María Domínguez Espejo, a mis tías; María Victoria Toxtega Domínguez y Magaly Toxtega Domínguez, a mis primas; María Victoria Álvarez Toxtega, María Cecilia Álvarez Toxtega y María Guadalupe Álvarez Toxtega, por sus consejos y apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Estudios Superiores Aragón, a mis sínodos, por todo el apoyo brindado durante la carrera, por formarme profesionalmente y por los conocimientos que me transmitieron.

A Erandi Rosas Castillo por el apoyo brindado, por creer en mí y alentarme a terminar este proyecto.

A mis amigos presentes y pasados, Angel De la Cruz Ocampo, Jimena Rosas Castillo, Irving Amed Luna Islas, Juan Aguilar Hernández, Jesica Saldivar Ortega, Karla Sánchez Nexpanco, Erika Alejandra Hernández Archundia y Sidarta Daniel Valadez Santos, por todos los momentos que pasamos, por las tareas que realizamos juntos y por todas veces que a mí me explicaron.

Gracias a Todos.

INDICE GENERAL.

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 1. ANTECEDENTES..... | 13 |
| 1.1 ESTUDIO SOCIOECONOMICO..... | 13 |
| 1.2 EVALUACIÓN POSTSISMICA..... | 16 |
| 1.3 LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO Y DE DETALLE..... | 18 |
| 1.3.1 DATOS DEL PROYECTO..... | 18 |
| 1.3.2 PLANOS ARQUITECTONICOS..... | 19 |
| 1.3.3 REPORTE FOTOGRAFICO..... | 21 |
| 2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA..... | 26 |
| 2.1 NORMATIVIDAD..... | 26 |
| 2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS..... | 26 |
| 2.1.2 CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL..... | 28 |
| 2.1.3 ESTADO LIMITE DE FALLA..... | 29 |
| 2.1.4 ESTADO LIMITE DE SERVICIO..... | 29 |
| 2.1.5 ACCIONES DISEÑO..... | 30 |
| 2.1.6 ACCIONES PERMANENTES. (CAP IV, ART. 160 RCDF)..... | 31 |
| 2.1.7 ACCIONES VARIABLES. (CAP V, ART. 161 RCDF)..... | 34 |
| 2.1.8 ACCIONES ACCIDENTALES (CAP VI, ART. 164 RCDF)..... | 37 |
| 2.2 MATERIALES Y FACTORES DE CARGA..... | 41 |
| 2.3 ESTRUCTURACIÓN EN PLANTAS..... | 46 |
| 2.4 ANALISIS DE CARGAS..... | 48 |
| 2.5 REVISIÓN DE MUROS..... | 56 |
| 2.6 MODELO ESTRUCTURAL..... | 65 |
| 2.6.1 DESPLAZAMIENTOS..... | 73 |
| 2.6.2 DISEÑO DE LOSA DE AZOTEA..... | 79 |
| 3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA..... | 89 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.1 | MAMPOSTERÍA CONFINADA..... | 89 |
| 3.2 | CASTILLOS Y DALAS..... | 90 |
| 3.3 | MUROS CON ABERTURAS..... | 92 |
| 3.4 | MALLAS DE ALAMBRE SOLDADO. | 93 |
| 3.5 | ANCLAJE DEL REFUERZO VERTICAL EN CIMENTOS..... | 95 |
| 3.6 | REFORZAMIENTO DE CASTILLOS. | 96 |
| 3.7 | REFUERZO DE MUROS CON CASTILLOS NUEVOS. | 97 |
| 3.8 | REFUERZO DE ABERTURAS EN MUROS. | 99 |
| 3.10 | CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CONCRETO..... | 102 |
| 4. | COSTO..... | 104 |
| 5. | CONCLUSIÓN..... | 108 |
| | ANEXO..... | 109 |
| | GLOSARIO..... | 112 |
| | BIBLIOGRAFIA..... | 130 |

INTRODUCCIÓN.

A lo largo de la historia, México ha estado marcado por sucesos telúricos de gran repercusión para la sociedad, siendo que su posición geográfica mantiene latente actividad sísmica debido principalmente a los movimientos de la Placa Norteamericana y la Placa de Cocos. Esto nos lleva al 19 de septiembre de 2017, donde una falla de tipo normal, ocurrió dentro de la placa oceánica de Cocos (intraplaca), por debajo del continente, provocando un terremoto de 7.1 grados Richter con epicentro localizado a 12 kilómetros al sureste de Axochiápan, en el estado de Morelos y a una profundidad de 57 km. Su paso por el Estado de México, Morelos, Puebla, Guerrero, Oaxaca y la Ciudad de México desgraciadamente fue mortal. Lo ocurrido en este evento, dejó varias edificaciones y viviendas que quedaron en condiciones de inhabitable y otras tantas colapsaron totalmente.

Es inevitable sentir la necesidad de brindar ayuda ante momentos tan desagradables, haciéndolo desde la trinchera más apropiada. Como Ingenieros Civiles tenemos desde siempre, la labor de mejorar el nivel de vida, el bienestar económico y social de la población a través de la aplicación de los conocimientos matemáticos y de las ciencias básicas.

Es así que ponemos en marcha el presente proyecto que busca el aporte ingenieril para ayudar a una familia afectada por sismo con el mejoramiento a su vivienda, comenzando con la búsqueda y selección del caso, una vez que se identificó para proceder con el análisis de las condiciones actuales de la estructura y de sus antecedentes

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo nace a partir de lo vivido el día 19 de septiembre del año 2017 en México, el terremoto que sacudió gran parte del centro de nuestro país con una magnitud de 7.1 grados en la escala de Richter, aquel día que quedó marcado en la memoria de toda una nación. El impacto de este evento dejó a miles de mexicanos afectados de diferentes maneras, siendo una ellas, daños superficiales, estructurales e incluso el colapso total de viviendas, que son el patrimonio a base de esfuerzo y trabajo de toda una vida para familias que no imaginaron verlo perdido de un momento a otro.

Considero de gran relevancia el rol del ingeniero civil en este tipo de acontecimientos, donde las actividades propias de planeación, diseño, construcción, dirección, supervisión y administración entre otras, quedan al margen, tomando como prioridad nuestro compromiso ético y profesional para con la sociedad, es entonces que tomamos la iniciativa de incidir proactivamente en la disminución de estas afectaciones. Para fundamentar lo anterior, se desarrollará el caso de apoyo en el mejoramiento de una vivienda afectada por sismo para personas que no cuentan con la solvencia económica que demanda un proyecto de estas características.

OBJETIVO

Apoyar a una familia residente de la colonia Santa Catarina Yecahuitzotl, alcaldía de Tláhuac, que vio perjudicada su vivienda por sismo, con un proyecto de análisis de los antecedentes y estado actual de la estructura, generando una propuesta de mejoramiento incluyendo planos, procedimientos constructivos y presupuesto que demandaría la implementación de dicha alternativa, todo esto sin que represente alguna derrama de efectivo para los beneficiados, ya que no cuentan con la capacidad económica para costear un proyecto de esta índole

MARCO TEÓRICO

Sismo

La teoría de la tectónica de placas ayuda a comprender el porqué del movimiento relativo entre ellas; también, cómo esa gran deformación y fuerzas de fricción se originan en las fronteras de la corteza. Esto provoca que el material del que están constituidas las placas finalmente se fracture y provoque, en la mayoría de los casos, desplazamientos súbitos o perturbaciones, lo cual constituye la antesala de lo que en la superficie terrestre se conoce como un sismo.

Los temblores se originan por movimiento, fricción y deformación de las placas tectónicas. El primero provee energía, el último la almacena, y la fricción es un precursor importante en el proceso.

Dado que un sismo es el efecto de una perturbación que ocurre ya sea en la superficie o en el interior de la Tierra, al lugar donde se origina la perturbación se le conoce como fuente sísmica, foco o hipocentro.

De acuerdo a su actividad sísmica la superficie terrestre se ha dividido en tres regiones:

- Sísmicas: son zonas de la corteza terrestre muy propensas a sufrir grandes movimientos sísmicos, suelen coincidir con regiones donde se levantan cadenas montañosas de reciente formación y en otras en donde existe fricción entre placas.
- Penisísmicas: son áreas en las que sólo se registran sismos débiles y no con mucha frecuencia.
- Asísmicas: son regiones muy estables de la corteza terrestre en las que raramente se registran movimientos.

Fallas sísmicas

Una falla es una fractura en la corteza terrestre en la cual ha ocurrido un desplazamiento en bloques de la misma en ambos lados. Los temblores ocurren en las fallas sísmicas, estas zonas almacenan esfuerzo durante un período prolongado, deformando al medio hasta que llega el momento en que las fuerzas de uno y otro bloque son tan grandes que terminan moviéndose súbitamente, al ocurrir esto se generan ondas sísmicas que se propagan en todas direcciones.

Fuentes sísmicas en México

El territorio mexicano se encuentra repartido en cinco placas tectónicas, la mayor parte del país se encuentra sobre la Placa Norteamericana. Esta placa contiene también a toda Norteamérica, parte del océano Atlántico y parte de Asia. La península de Baja California, así como el oeste de California y el Océano Pacífico, se encuentran sobre la Placa del Pacífico. El sur de Chiapas, las islas caribeñas y los países de Centroamérica se encuentran en la Placa del Caribe. Las otras dos placas que conforman el rompecabezas tectónico de México, Cocos y Rivera,

son oceánicas y se encuentran bajo el océano pacífico. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca contra la de Rivera y la de Cocos

Regionalización Sísmica

La República Mexicana hipotéticamente se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas con fines de diseño antisísmico, para realizar esta zonificación se manejaron los datos de los sismos que se tienen desde inicios de siglo, los más importantes y los de mayor impacto hacia las edificaciones aparecen en los registros históricos y en los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. La zona (A) representa la región donde no se tenían registros históricos de sismos, no se habían reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad. La zona (D) es la franja donde se han reportado grandes sismos históricos, en esta región la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos regiones (B y C) son zonas intermedias donde se registran sismos no tan frecuentemente, aunque son afectadas por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo *Figura 1.16*. La Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, pero debido a las condiciones del subsuelo, pueden esperarse altas aceleraciones.



Ávila Roberto. (2014). Sismicidad en México. (Figura). Recuperado de <http://pcgob.blogspot.com/2014/11/universidadabierta-y-distancia-de.html>

Registro de algunos sismos anteriores de gran impacto en México.

1. El sismo más grande en México

Magnitud: 8.6, **Fecha:** 28 de marzo de 1787 (dos años antes del estallido de la Revolución Francesa), **Lugar:** Costas de Oaxaca, **Hora local:** Cerca de las 11:00 horas

2. El sismo de 1985

Magnitud: 8.1, **Lugar:** Costas de Michoacán, **Fecha:** 19 de septiembre de 1985, **Hora local:** 07:17 horas / Sensación Ciudad de México: 07:19 horas

3. El sismo del Ángel

Magnitud: 7.8, **Lugar:** Sureste de Acapulco, **Fecha:** 27 de julio de 1957, **Hora local:** 02:44 horas

1. ANTECEDENTES.

1.1 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.



CUESTIONARIO PARA LA APLICACIÓN DE LA REGLA AMAI 2018 Y TABLA DE CLASIFICACIÓN

A continuación se presenta el conjunto de preguntas que se deben realizar a cada hogar para aplicar correctamente la regla AMAI 2018 para estimar el Nivel Socioeconómico.

En cada una de las categorías de respuesta se presenta el total de puntos que aporta al modelo para calcular el Nivel al que pertenece el hogar.

PREGUNTAS

1. Pensando en el jefe o jefa de hogar, ¿cuál fue el último año de estudios que aprobó en la escuela?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-------------------------|--------|
| Sin Instrucción | 0 |
| Preescolar | 0 |
| Primaria Incompleta | 10 |
| Primaria Completa | 22 |
| Secundaria Incompleta | 23 |
| Secundaria Completa | 31 |
| Preparatoria Incompleta | 35 |
| Preparatoria Completa | 43 |
| Licenciatura Incompleta | 59 |
| Licenciatura Completa | 73 |
| Posgrado | 101 |

2. ¿Cuántos baños completos con regadera y W.C. (excusado) hay en esta vivienda?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-----------|--------|
| 0 | 0 |
| 1 | 24 |
| 2 ó más | 47 |

3. ¿Cuántos automóviles o camionetas tienen en su hogar, incluyendo camionetas cerradas, o con cabina o caja?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-----------|--------|
| 0 | 0 |
| 1 | 18 |
| 2 ó más | 37 |



4. Sin tomar en cuenta la conexión móvil que pudiera tener desde algún celular ¿este hogar cuenta con internet?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|---|--------|
| NO TIENE | 0 |
| <input checked="" type="radio"/> SÍ TIENE | 31 |

5. De todas las personas de 14 años o más que viven en el hogar, ¿cuántas trabajaron en el último mes?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|------------------------------------|--------|
| 0 | 0 |
| <input checked="" type="radio"/> 1 | 15 |
| 2 | 31 |
| 3 | 46 |
| 4 ó más | 61 |

6. En esta vivienda, ¿cuántos cuartos se usan para dormir, sin contar pasillos ni baños?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|------------------------------------|--------|
| 0 | 0 |
| 1 | 6 |
| <input checked="" type="radio"/> 2 | 12 |
| 3 | 17 |
| 4 ó más | 23 |



TABLA DE CLASIFICACIÓN DEL NIVEL SOCIOECONÓMICO

Una vez que se hayan realizado las preguntas del cuestionario, se deberán sumar los puntos obtenidos para cada uno de los hogares, y se utilizará la siguiente tabla para determinar el Nivel socioeconómico al que pertenece.

| Nivel Socioeconómico | Puntos |
|----------------------|-----------|
| A/B | 205 o más |
| C+ | 166 a 204 |
| C | 136 a 165 |
| C- | 112 a 135 |
| D+ | 90 a 111 |
| D | 48 a 89 |
| E | 0 a 47 |

Nivel socioeconómico: C- (135 puntos)

1.2 EVALUACIÓN POSTSISMICA.



ISCDF

Ticket No. _____

Forma de Inspección Postsísmica Evaluación Rápida

1. Ubicación y Descripción de la Edificación.

Zonificación propuesta de la ciudad para efectuar la evaluación Zona III

Dirección Calle Concepción No. 22, C.P. 13120

Colonia Santa Catalina Yecahuitzotl Delegación Tlalhuac

Número de niveles sobre el terreno (incluyendo azotea y mezanines)

Sótanos Si No Cantidad 2 Desconocido

Uso

Casa habitación Departamentos Comercios Oficinas públicas

Oficinas privadas Industrias Estacionamiento Bodegas

Educación Recreativo Otro _____

2. Estado de la Edificación.

| | Sí | No | Existen Dudas |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| a.- Derrumbe total o parcial, edificación separada de su cimentación o falla de ésta. Hundimiento | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b.- Inclinación notoria de la edificación o de algún entrepiso | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c.- Daños en miembros estructurales (columnas, vigas, muros) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d.- Daños severo en muros no estructurales, escaleras, etc. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e.- Daños en instalaciones eléctricas | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f.- Daños en instalaciones de gas | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g.- Grietas, movimiento del suelo o deslizamiento de talud | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h.- Pretilos, balcones u otros objetos en peligro de caer | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| i.- Otros peligros (derrames tóxicos, líneas rotas, etc.) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. Clasificación Global.

Revisar la edificación para las condiciones señaladas en el punto 2, De no presentarse ninguna respuesta afirmativa el inmueble se calificará como Edificación Segura, en caso de encontrarse un Sí en cualquiera de los incisos a, b, c, d, e, marcar como Edificación Insegura. Con un Sí en los puntos f, g, se debe indicar Área Insegura y colocar barreras alrededor de la zona en peligro. De existir dudas en esta evaluación se debe marcar Cuidado.

Edificación Segura Edificación Insegura Área Insegura Cuidado

Tipo de Inspección

Inspección exterior únicamente Inspección interior y exterior

Página 1 de 2



ISCDF
Ticket No. _____

Forma de Inspección Postsísmica Evaluación Rápida

4. Recomendaciones.

No requiere revisión futura.

Es necesaria evaluación detallada. (Señalar)

Estructural Geotécnica Otra _____

Área Insegura (Colocar barreras en las siguientes áreas) _____

Se requiere maquinaria para remover escombros No Sí

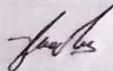
Tipo _____

Otros (remover elementos en peligro de caer, apuntalar, etc.) Demoler muro
en planta alta por peligro de caer.

5. Comentarios.

Explicar los motivos principales de la clasificación Presenta daño en elementos
estructurales y en muros de mampostería.

6. Inspectores.

| | Nombre | Profesión | Firma |
|-----|--------------------------|-----------|---|
| 1.- | Abjandro Tortega Santos | |  |
| 2.- | Miguel De Luna Trifundio | |  |
| 3.- | | | |

Fecha de Inspección 01 - Septiembre - 2018

Página 2 de 2

1.3 LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y DE DETALLE.

1.3.1 DATOS DEL PROYECTO.

Propietario: Mario Oropeza Perdomo.

Ubicación: Calle Concepción No. 22, Col. Santa Catarina Yecahuitzotl, Del. Tláhuac, Ciudad de México, C.P. 13120.

Descripción: El proyecto consiste en una edificación para uso habitacional (casa), resuelto en dos niveles (planta baja y planta alta), y las áreas que conforman cada nivel se describen a continuación:

Planta Baja.- Acceso peatonal, acceso vehicular, estacionamiento con capacidad para un carro, patio, baño, dos accesorias para uso comercial, una como heladería y la otra como tienda de regalos.

Planta Alta.- Vivienda de uso habitacional en obra negra, falta construir losa de azotea, cuenta con dos recamaras, sala-comedor.

Planta Azotea.- Área de tinacos.



Imagen 1.3.1.1.- Ubicación del predio.

1.3.2 PLANOS ARQUITECTONICOS.

Se muestran las plantas del estado actual de la vivienda con el levantamiento de los daños. Ver plano completo en anexo.

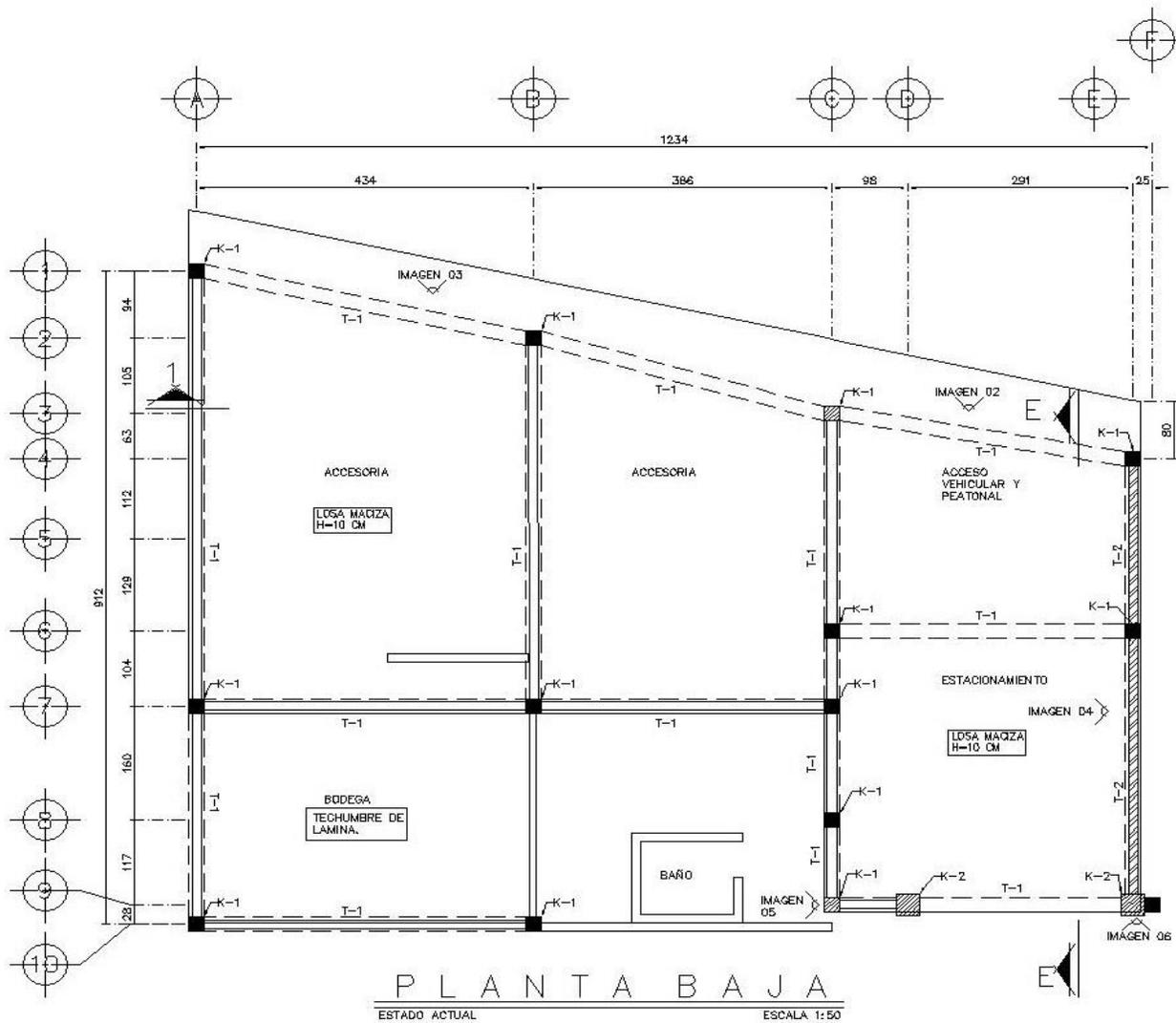


Imagen 1.3.2.1.-Estado Actual de la vivienda planta baja.

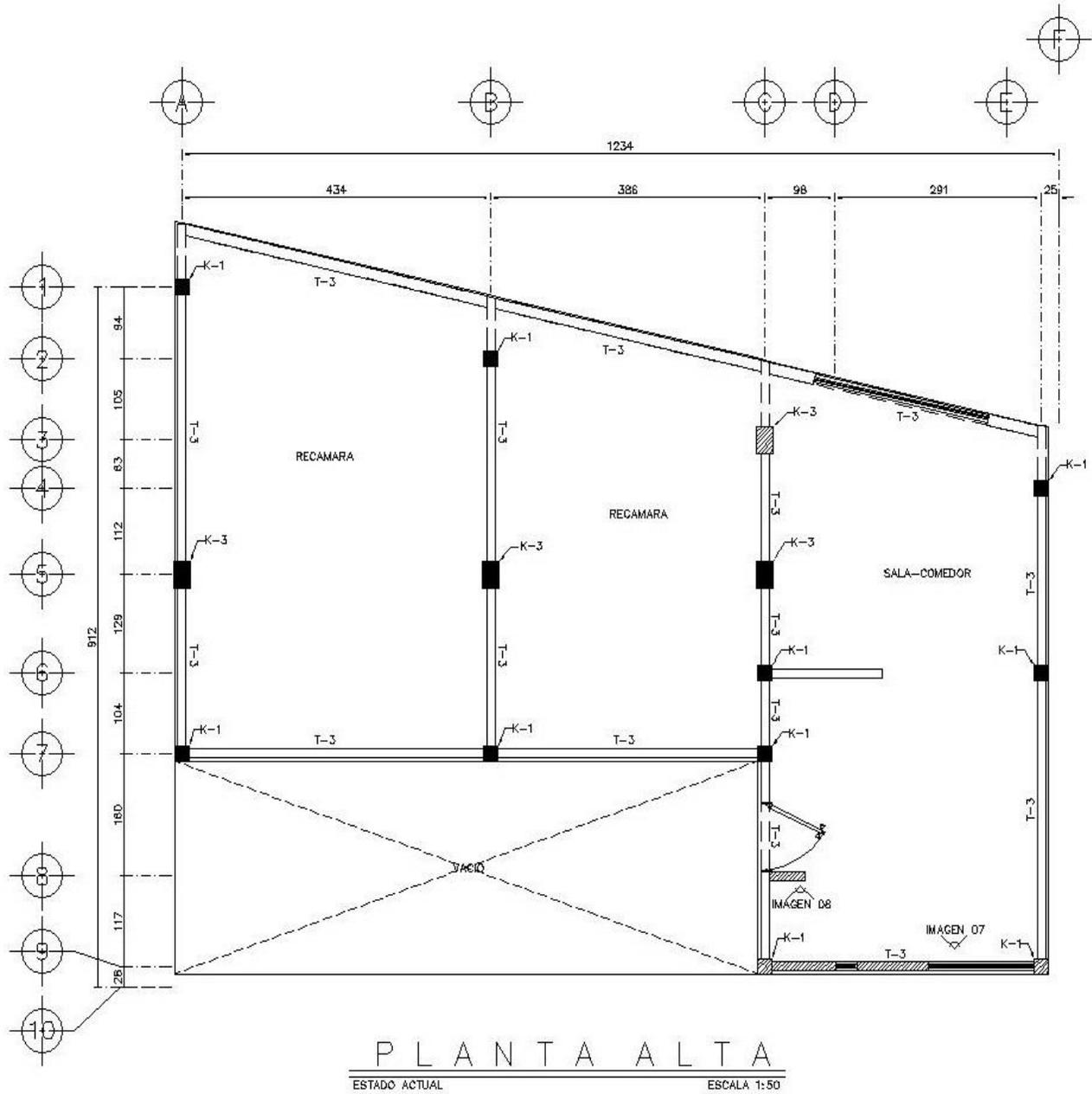


Imagen 1.3.2.1.-Estado Actual de la vivienda planta alta.

1.3.3 REPORTE FOTOGRAFICO.



Imagen 1.3.3.1.- Foto de fachada.



Imagen 1.3.3.2.- Foto de fachada.



Imagen 1.3.3.3.- Foto de muro en planta baja dañado.



Imagen 1.3.3.4.- Foto de castillo dañado de planta baja a planta alta.



Imagen 1.3.3.5.- Foto de castillo dañado en unión.



Imagen 1.3.3.6.- Foto de muro dañado en planta alta.



Imagen 1.3.3.7.- Foto de murete dañado por falta de castillos.



Imagen 1.3.3.8.- Foto de mal proceso constructivo en castillo.



Imagen 1.3.3.9.- Foto de uso de distanciometro para tomar medidas.



Imagen 1.3.3.10.- Foto de falta de castillos en muros.



Imagen 1.3.3.7.- Foto de mala fabricación de castillo.

2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.

2.1 NORMATIVIDAD.

Para garantizar la seguridad estructural del proyecto nos basaremos en los reglamentos y normas que rigen el tipo de construcción, zona sobre la que se ubica y material(es) con los que está hecha la estructura.

2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

Para fines de diseño sísmico las construcciones se clasificarán en los grupos y subgrupos que se indican en el *Artículo 139 del Título Sexto del Reglamento de Construcciones para la Ciudad de México*, que se reproducen a continuación.

Grupo A. Edificaciones cuya falla estructural podría tener consecuencias particularmente graves. Se subdividen en dos subgrupos.

Subgrupo A1: Edificaciones que reúnan al menos una de las características siguientes:

- a) Edificaciones que es necesario mantener en operación aún después de un sismo de magnitud importante, como: hospitales, aeropuertos, terminales y estaciones de transporte, instalaciones militares, centros de operación de servicios de emergencia, subestaciones eléctricas y nucleares, estructuras para la transmisión y distribución de electricidad, centrales telefónicas y repetidoras, estaciones de radio y televisión, antenas de transmisión y, en su caso, los inmuebles que las soportan o contienen, estaciones de bomberos, sistemas de almacenamiento, bombeo, distribución y abastecimiento de agua potable, estructuras que alojen equipo cuyo funcionamiento sea

esencial para la población, tanques de agua, puentes vehiculares y pasarelas peatonales.

- b) Edificaciones cuya falla puede implicar un severo peligro para la población, por contener cantidades importantes de sustancias tóxicas o explosivas, como: gasolineras, depósitos o instalaciones de sustancias inflamables o tóxicas y estructuras que contengan explosivos o sustancias inflamables.

Subgrupo A2: Edificaciones cuya falla podría causar:

- a) Un número elevado de pérdidas de vidas humanas, como: estadios, salas de reuniones, templos y auditorios que puedan albergar más de 700 personas; edificios que tengan áreas de reunión que puedan albergar más de 700 personas.
- b) Una afectación a la población particularmente vulnerable, como: escuelas de educación preescolar, primaria y secundaria.
- c) La pérdida de material de gran valor histórico, legal o cultural: museos, monumentos y estructuras que contengan archivos históricos.

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 en:

Subgrupo B1: Pertenece a este subgrupo las edificaciones que reúnen las siguientes características:

- a) 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 alude 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 la 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) Las estructuras anexas a los hospitales, aeropuertos o terminales de transporte, como estacionamientos, restaurantes, etc., que sean independientes y no esenciales para el funcionamiento de estos.

Subgrupo B2: Las demás de este grupo.

2.1.2 CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.

Toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas 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 dichas fuerzas al subsuelo.

Toda estructura y cada una de sus partes deben diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- I. Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada, y
- II. No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

2.1.3 ESTADO LIMITE DE FALLA.

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.

Las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones establecen los factores de carga según el tipo de combinación de acciones sobre la estructura.

- Acciones Permanentes + Acciones Variables en edificaciones del grupo A, se aplicará un factor de carga de 1.5 y 1.7, respectivamente.
- Acciones Permanentes + Acciones Variables en edificaciones del grupo B, se aplicará un factor de carga de 1.3 y 1.5, respectivamente.
- Acciones Permanentes + Acciones variables + Acciones Accidentales, se tomará un factor de carga de 1.1.

2.1.4 ESTADO LIMITE DE SERVICIO.

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.

Las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones establecen que las edificaciones sujetas a acciones

permanentes o variables, la condición del estado límite de servicio en términos de desplazamientos se cumplirá si no se exceden los valores siguientes:

Para desplazamientos verticales:

Claro crítico / 204. Siempre y cuando exista apoyo. (Muros de carga).

Claro crítico / 480. Siempre y cuando no exista apoyo.

(Claro crítico / 480) * 2. Voladizos.

Para desplazamientos horizontales:

Altura de entrepiso / 500. Muros que no resisten desplazamientos.

Altura de entrepiso / 250. Muros que resisten desplazamientos.

2.1.5 ACCIONES DISEÑO.

En el análisis y diseño de toda estructura deben tomarse en cuenta los efectos y las intensidades de las cargas que actúan sobre la estructura, estas cargas son conocidas como **acciones de diseño**, se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima, estas son:

- Las Acciones Permanentes: son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo como son: la carga muerta; el empuje estático de suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a pres fuerza o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.
- Las Acciones Variables: son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo. Las principales

acciones que entran en esta categoría son: la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenado.

- Las Acciones Accidentales: son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: las acciones sísmicas, los efectos del viento; las cargas de granizo; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios.

2.1.6 ACCIONES PERMANENTES. (CAP IV, ART. 160 RCDF).

Cargas Muertas: Se considerarán como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

De acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, 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 la estructura considerar 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 A este cálculo se le conoce como *Análisis de Cargas*.

I. Piedras naturales

| Material | Peso en T/m ³ | |
|---------------------------------|--------------------------|--------|
| | Mínimo | Máximo |
| Chilucas y canteras (secas) | 1.75 | 2.45 |
| Chilucas y canteras (saturadas) | 2.00 | 2.50 |
| Basaltos (piedra braza) | 2.35 | 2.60 |
| Granito | 2.40 | 3.20 |
| Mármol | 2.55 | 2.60 |
| Pizarras | 2.30 | 2.80 |
| Tepetate (seco) | 0.75 | 1.60 |
| Tepetate (saturado) | 1.30 | 1.95 |
| Tezontle (seco) | 0.65 | 1.25 |
| Tezontle (saturado) | 1.15 | 1.55 |

II. Suelos

| Material | Peso en T/m ³ | |
|------------------------------------|--------------------------|--------|
| | Mínimo | Máximo |
| Arena de mina (seca) | 1.40 | 1.75 |
| Arena de mina (saturada) | 1.85 | 2.10 |
| Grava | 1.40 | 1.60 |
| Arcilla típica del Valle de México | 1.20 | 1.50 |

III. Piedras artificiales y concretos

| Material | Peso en T/m ³ | |
|--------------------|--------------------------|--------|
| | Mínimo | Máximo |
| Concretos simple | | |
| Clase I | 2.30 | 2.10 |
| Clase II | 2.10 | 1.90 |
| Concreto reforzado | | |
| Clase I | 2.40 | 2.20 |
| Clase II | 2.20 | 2.00 |

| | | |
|---------------------------------------|------|------|
| Mortero cal y arena | 1.40 | 1.50 |
| Mortero cemento y arena | 1.90 | 2.10 |
| Yeso | 1.10 | 1.50 |
| Tabique de barro macizo recocido | 1.30 | 1.50 |
| Tabique de barro prensado | 1.60 | 2.20 |
| Bloque hueco de concreto (ligero) | 0.90 | 1.30 |
| Bloque hueco de concreto (intermedio) | 1.30 | 1.70 |
| Bloque hueco de concreto (pesado) | 2.00 | 2.20 |

IV. Varios

| Material | Peso en T/m ³ | |
|-------------------|--------------------------|--------|
| | Mínimo | Máximo |
| Caoba (seca) | 0.55 | 0.65 |
| Caoba (saturada) | 0.70 | 1.00 |
| Cedro (seco) | 0.40 | 0.55 |
| Cedro (saturado) | 0.50 | 0.70 |
| Oyamel (seco) | 0.30 | 0.40 |
| Oyamel (saturado) | 0.55 | 0.65 |
| Pino (seco) | 0.45 | 0.65 |
| Pino (saturado) | 0.80 | 1.00 |
| Encino (seco) | 0.80 | 0.90 |
| Encino (saturado) | 0.80 | 1.00 |
| Vidrio plano | 0.80 | 3.10 |

V. Varios

| Material | Peso en T/m | |
|--|-------------|--------|
| | Mínimo | Máximo |
| Azulejo | 10 | 15 |
| Mosaico de pasta | 25 | 35 |
| Mosaico de terrazo (20 x 30) | 35 | 45 |
| Mosaico de terrazo (30 x 30) | 45 | 55 |
| Granito de terrazo (40 x 40) | 55 | 65 |
| Loseta asfáltica o vinílica | 5 | 10 |
| Falso plafón de aplanado (incluye malla) | 40 | |

| | |
|----------------------------------|-------|
| Mármol de 2.5 cm espesor | 52.50 |
| Cancelería metálica para oficina | 35 |
| Tablaroca de 1.25 cm | 8.50 |

Tabla 2.1.6.1.- Pesos de algunos materiales (RCDF pág. 135-136)

En el análisis de losas de concreto de peso normal coladas en el lugar se incrementará en 20 kg/m². Cuando sobre una losa colada en el lugar o pre colada, se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se incrementará también en 20 kg/m² de manera que el incremento total será de 40 kg/m².

Para valuar el empuje de un líquido sobre la superficie de contacto con el recipiente que lo contiene se supondrá que 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.

2.1.7 ACCIONES VARIABLES. (CAP V, ART. 161 RCDF).

Cargas Vivas: Se considerarán cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente.

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

Cuando se prevean tales cargas deberán cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de la carga viva especificada. Los valores adoptados deberán justificarse en la memoria de cálculo e indicarse en los planos estructurales.

Disposiciones generales de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones (NTC – CADE).

- a) La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.
- b) La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área.
- c) La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas.
- d) 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 de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor.

| Destino de piso o cubierta | W (kg/m ²) | Wa (kg/m ²) | Wm (kg/m ²) |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Habitacional (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares) | 80 | 100 | 190 |
| Oficinas, despachos y laboratorios | 100 | 180 | 250 |
| Aulas | 100 | 180 | 250 |
| Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público) | 40 | 150 | 350 |
| Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales | 40 | 350 | 450 |
| Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, salas de juego y similares) | 40 | 250 | 350 |
| Comercios, fábricas y bodegas | 0.8W _m | 0.9W _m | W _m * |
| Azoteas con pendiente no mayor de 5 % | 15 | 70 | 100 |
| Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente. | 5 | 20 | 40 |
| Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares) | 15 | 70 | 300 |
| Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles) | 40 | 100 | 250 |

Tabla 2.1.7.1.- Cargas vivas unitarias (NTC - CADE)

*W_m en comercios, fábricas y bodegas no será inferior a 350 kg /m² y deberá especificarse en los planos estructurales y en placas colocadas en lugares fácilmente visibles de la edificación.

2.1.8 ACCIONES ACCIDENTALES (CAP VI, ART. 164 RCDF).

Sismo.

Los requisitos de las *Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTC-DS)* tienen como propósito obtener un comportamiento adecuado tal que:

- a) Bajo sismos que pueden presentarse varias veces durante la vida de la estructura, se tengan, a lo más, daños que no conduzcan a la interrupción de la ocupación del edificio.
- b) Bajo el sismo en que se basa la revisión de la seguridad contra colapso según estas Normas, no ocurran fallas estructurales mayores ni pérdidas de vidas, aunque pueden presentarse daños y/o deformaciones residuales de consideración que lleguen a afectar el funcionamiento del edificio y requerir reparaciones importantes.

Las estructuras se analizarán bajo las acciones de dos componentes horizontales ortogonales de movimiento del terreno. La dirección principal mayor será la dirección de la cortante basal asociada al modo fundamental de vibrar de un modelo tridimensional del edificio que incluya los modos de vibrar y la dirección principal menor será perpendicular a la anterior.

Las deformaciones y fuerzas internas que resulten se combinarán entre sí como lo especifican estas Normas, y se combinarán con los efectos de las fuerzas gravitacionales y de las otras acciones que correspondan según los criterios que establecen las *Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones*.

Para los efectos de cumplimiento de algunos requisitos de estas Normas, se considerarán las tres zonas consideradas en la Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México fijada por las *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones* (NTC – DCC).

Conforme a lo anterior, la Ciudad de México se divide en tres zonas:

- a) Zona I o de Lomas
- b) Zona II o de Transición
- c) Zona III o del Lago

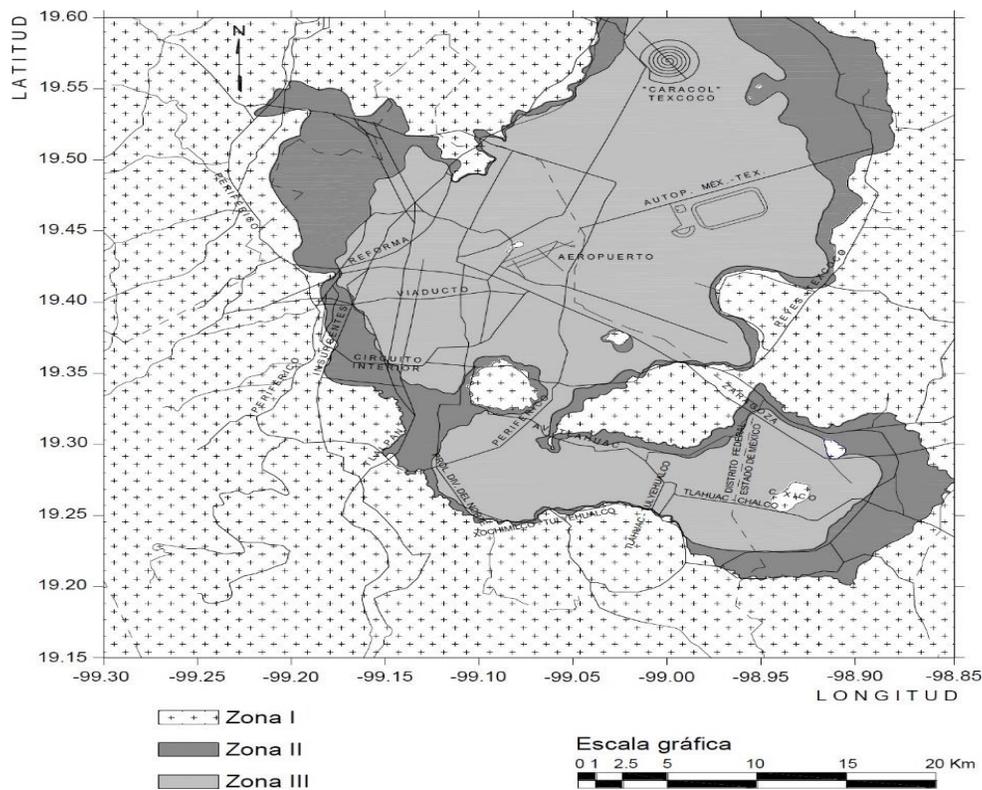


Imagen 2.1.8.1.- Zonificación geotécnica (NTC - DCC)

Coefficiente Sísmico.

El coeficiente sísmico (c), es el cociente de la fuerza cortante horizontal que se debe considerar que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, entre el peso de la edificación sobre dicho nivel.

Cuando se emplee el método de análisis dinámico modal, las acciones sísmicas de diseño se determinarán a partir de los espectros de diseño contenidos en el Sistema de Acciones Sísmicas de Diseño, denominado SASID, para la ubicación específica del predio en estudio. Se encuentran en esa base de datos el espectro elástico para el sitio de la construcción, así como el afectado por los factores de reducción por comportamiento sísmico, Q' , y por sobre-resistencia, R , que se usa para revisar los requisitos de seguridad contra colapso.

Cuando se emplee el método de análisis estático, las acciones de diseño para el estado límite de seguridad contra colapso se obtendrán como se indica las *NTC-DS*, para lo cual los parámetros necesarios se obtendrán del SASID.

Factor de Comportamiento Sísmico.

| Estructuración | Q | γ max |
|---|-----|--------------|
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal (2) | 2 | 0.01 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas | 2 | 0.005 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas huecas con refuerzo horizontal (2) | 2 | 0.008 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas huecas | 1.5 | 0.004 |
| Muros de carga de mampostería de piezas huecas reforzadas interiormente | 1.5 | 0.006 |
| Muros diafragma | (3) | (4) |

| | | |
|---|-----|-------|
| Muros de carga de mampostería confinada en combinación con otro sistema estructural de concreto o acero | (3) | (4) |
| Muros de carga de mampostería de piezas huecas o macizas no confinados ni reforzados (5) | 1 | 0.002 |
| Mampostería de piedras naturales | 1 | 0.002 |

Tabla 2.1.8.2.- Factores de comportamiento sísmico y distorsiones límite para estructuras de mampostería (NTC-DS).

- (1) Los sistemas estructurales de mampostería deben cumplir los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. La presente Tabla es válida para edificaciones de hasta 6 niveles. Para estructuras con un mayor número de niveles, se reducirá Q en 0.5, pero en ningún caso Q será menor a la unidad.
- (2) Para que el sistema estructural sea considerado en esta categoría, todos los muros estructurales deben tener refuerzo horizontal.
- (3) Cuando los muros sean parte de marcos o de estructuras que no puedan resistir al menos 70 por ciento de la carga lateral sin tomar en cuenta la resistencia de los muros, la ductilidad será de acuerdo con el tipo de mampostería utilizada en el muro diafragma. En caso contrario, podrá usarse el valor de Q asignado a los marcos o la estructura.
- (4) Se tomará de acuerdo con el tipo de mampostería utilizada.
- (5) Solo para revisión de estructuras existentes.

2.2 MATERIALES Y FACTORES DE CARGA.

Materiales.

Las características de los materiales que se especifiquen para el análisis y diseño de la estructura son tomados de la NTC:

Concreto.

Concreto clase 2, con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre 1.9 a 2.2 ton/m³, especificado para capas de compresión en losas de entrepiso, dalas y castillos.

Resistencia a la compresión..... $f'c2 := 250 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

Resistencia para diseño..... $f''c2 := 0.85 \cdot (f'c2)$ $f''c2 = 212.5 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

Módulo de Elasticidad $Ec2 := 8000 \cdot \sqrt{f'c2} \cdot \frac{\text{kg}^{0.5}}{\text{cm}}$ $Ec2 = 126491.1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ $Ec2 = 1264911 \text{ Ton/m}^2$

$\nu_c := 0.25$ $G_c := \frac{Ec2}{2 \cdot (1 + \nu_c)}$ $G_c = 505964.43 \text{ Ton/m}^2$

Acero de Refuerzo:

Límite de fluencia varilla corrugada.....

$$f_y := 4200 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad.....

$$E_s := 210000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Límite de Fluencia Malla Electrosoldada.....

$$f_{ym} := 5000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Mampostería de Tabique Macizo de Concreto (Tabicón).

Peso de la pieza

$$W_{pm} := 1.5 \cdot \text{kg}$$

Mortero de las Juntas

$$W_{jm} := 23.5 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Peso de Muros por metro cuadrado.

$$W_{pmm} := 80.0 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Aplanado de Mortero

$$W_{am} := 40 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \dots\dots\dots W_{mm} := W_{pmm} + W_{jm} + (2) \cdot (W_{am})$$

Peso de muros de mampostería por metro cuadrado.

$$W_{mm} = 183.5 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Mortero Tipo II Resistencia nominal en compresión

$$f_j := 7.5 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la compresión de la mampostería..... $f'_m := 15 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

Esfuerzo cortante de diseño..... $v'_m := 2 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

Módulo de elasticidad para cargas de corta duración:

$$E_{m_{\text{sis}}} := 800 \cdot f'_m \dots\dots\dots E_{m_{\text{sis}}} = 120000 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

Módulo de cortante:

$$G_{\text{sis}} := 0.2 \cdot E_{m_{\text{sis}}} \dots\dots\dots G_{\text{sis}} = 24000 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

Módulo de elasticidad para cargas Sostenidas:

$$E_m := 350 \cdot f'_m \dots\dots\dots E_m = 52500 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

Módulo de cortante:

$$G_m := 0.2 \cdot E_m \dots\dots\dots G_{\text{sis}} = 10500 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

Para determinar el módulo de elasticidad, G_m , se hará conforme a las NTC-DCEM.

$$G_m = 0.2E_m$$

El cual, conforme NTC-DCEM, se afectará de la siguiente manera al ser introducido en el *software* de análisis:

$$G_m \begin{cases} G_m < 1/3, & G_m \left(\frac{G_m}{0.4E_m} \right), \\ G_m > 1/3, & G_m \end{cases} \quad \nu = 0.25$$

Factores de Resistencia.

Concreto:

Flexión..... $F_R = 0.9$

Factor de Reducción FR

Cortante y Torsión..... $F_R = 0.75$

Factor de Reducción FR en muros a compresión axial.

Para muros confinados o reforzados interiormente..... $F_R = 0.6$

Factor de Reducción FR en muros sujetos a flexocompresión.

F_R si P_u es menor o igual a $P_R/3$ $F_R = 0.8$

F_R si P_u es mayor a $P_R/3$ $F_R = 0.6$

Factor de Reducción FR en muros sujetos a fuerza cortante.

Para muros confinados, diagramas o reforzados interiormente..... $F_R = 0.7$

La determinación de resistencias de secciones de cualquier forma sujetas a flexión, carga axial o una combinación de ambas, se efectuará a partir de las condiciones de equilibrio y de las siguientes hipótesis:

1. La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.
2. Existe adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la

deformación unitaria del acero es igual a la del concreto adyacente.

3. El concreto no resiste esfuerzos de tensión.
4. La deformación unitaria del concreto en compresión cuando se alcanza la resistencia de la sección es 0.003.
5. La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, cuando se alcanza la resistencia de la sección, es uniforme con un valor f_c igual a $0.85f'_c$ hasta una profundidad de la zona de compresión igual a $\beta_1 c$. Donde:

$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \\ 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \geq 0.65 & \text{si } f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

c profundidad del eje neutro medida desde la fibra extrema en compresión.

Factores de Carga

Los factores de carga que se especifican para la estructura son tomados del inciso 3.4 de las NTC sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones:

Combinación de Acciones permanentes + Combinación de acciones variables

Factor de carga..... $F_{cv} := 1.5$ $F_{cp} := 1.3$

Combinación de Acciones permanentes + Combinación de acciones accidentales

Factor de carga..... $F_{c_{sis}} := 1.1$

2.3 ESTRUCTURACIÓN EN PLANTAS.

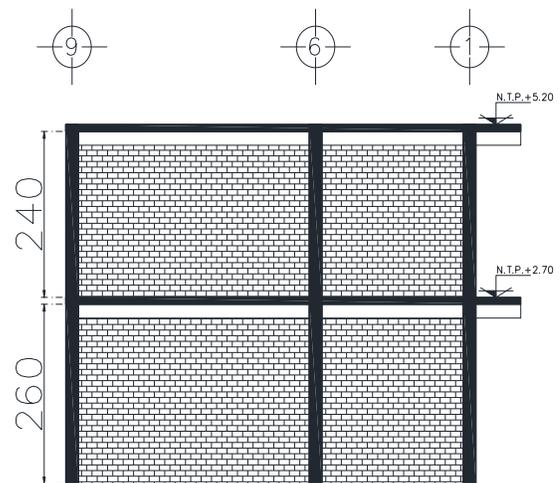
La casa cuenta con planta baja y nivel de azotea, dicho edificio está destinado para vivienda y locales comerciales. Las Secciones y Tipo de los elementos se dan a continuación:

Áreas:

Estructura:

| | |
|-----------------------------|--|
| Numero de Losas | $N_{\text{losas}} := 2$ |
| Área Planta Tinacos | $A_{\text{tinacos}} := 29.70 \cdot \text{m}^2$ |
| Área Planta Alta | $AP_{\text{alta}} := 81.0 \cdot \text{m}^2$ |
| Área Planta Azotea | $AP_{\text{azot}} := 81.0 \cdot \text{m}^2$ |
| Altura de Planta Baja | $h_{\text{alta}} := 2.60 \cdot \text{m}$ |
| Altura de Planta Alta | $h_{\text{azo}} := 2.40 \cdot \text{m}$ |
| Altura de Muros Planta Baja | $hm_{\text{baja}} := 2.60 \cdot \text{m}$ |
| Altura de Muros Planta Alta | $hm_{\text{alta}} := 2.40 \cdot \text{m}$ |

$J_{\text{losas}} := 1..N$



J =

$$\frac{1}{2} = \begin{pmatrix} 2.70 \\ 5.20 \end{pmatrix} \cdot \pi \quad \text{Areas} := \begin{pmatrix} AP_{\text{alta}} \\ AP_{\text{azot}} \end{pmatrix}$$

Losa Planta de Azotea:

El sistema de piso para losa de azotea, es una losa maciza, armada con varilla corrugada y colada en sitio con concreto hidráulico. La losa se apoya en muros de mampostería, con dalas y castillos de concreto armado.

Peralte de losa Nivel Azotea..... $h_{\text{Lazot}} := 10 \cdot \text{cm}$

Losa Planta de Alta:

El sistema de piso para losa de planta alta es una losa maciza, armada con varilla corrugada y colada en sitio con concreto hidráulico. La losa se apoya en muros de mampostería, con dalas y castillos de concreto armado.

Peralte de losa Nivel Planta Alta..... $h_{\text{Entre}} := 10 \cdot \text{cm}$

Muros de Mampostería:

Todos los muros de las plantas, son de mampostería, mismos que se consideran parte de la estructura principal y forman parte del sistema que deba resistir fuerzas sísmicas.

Espesor de Muros de Mampostería..... $e_{\text{mm}_{\text{pt}}} := 12 \cdot \text{cm}$

2.4 ANALISIS DE CARGAS.

Losa de tinacos.

Peso de tinacos (capacidad de 1100 L c/u).

Área de Losa en planta $A_{\text{tinacos}} = 2.25 \text{ m}^2$

No de Tinacos..... $N_t := 1$

Peso de Tinacos..... $W_{\text{tin}} := (N_t \cdot 1100 \cdot \text{kg})$

$$W_{\text{tin}} = 1100 \cdot \text{kg}$$

Longitud de pretilos en zona de tinacos..... $L_{\text{mtin}} := 6 \cdot \pi$

Altura del pretil muros tinacos $h_{\text{pretil}} := 2.2 \cdot \pi$

$$W_{\text{mtin}} := 183.5 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Peso muros de mampostería

$W_{\text{mtin}} := (L_{\text{mtin}} \cdot h_{\text{pretil}} \cdot W_{\text{mtin}})$ $W_{\text{mtin}} = 2422.2 \cdot \text{kg}$

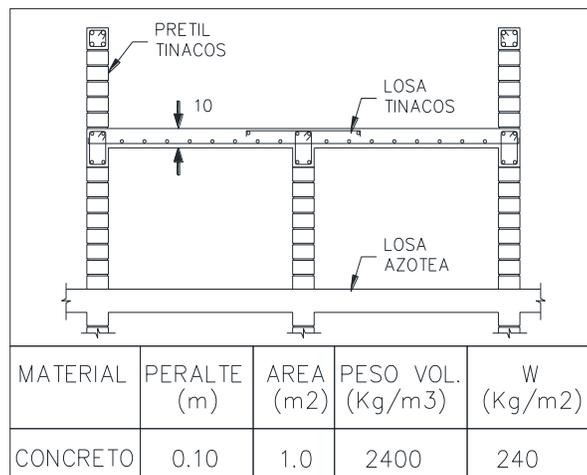
Peralte de losa..... $h_{\text{lazot}} := 10 \cdot \text{cm}$

Peso de losa..... $W_{\text{Ltina}} := A_{\text{tinacos}} \cdot h_{\text{lazot}} \cdot \gamma_c$

$$W_{\text{Ltina}} = 540 \cdot \text{kg}$$

Peso total de la zona de tinacos.

$$W_{\text{Ltin}} := \left[\frac{(W_{\text{tin}} + W_{\text{mtin}} + W_{\text{Ltina}})}{A_{\text{tinacos}}} \right] \quad W_{\text{Ltin}} = 0.36 \cdot \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} \quad W_{\text{Ltin}} = 358.59 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$



Losa de azotea.

La losa de azotea llevara una pendiente del 2% hacia los ejes centrales, por lo que aun así se tomaran como carga adicional un relleno, firme de mortero y enladrillado mínimos para el cálculo de la bajada de cargas.

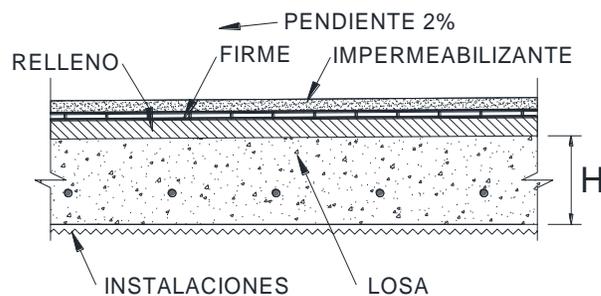
Pesos volumétricos.

Enladrillado $\gamma_e = 1.5 \text{ Ton}/\text{m}^3$

Firme de Mortero $\gamma_m = 2.0 \text{ Ton}/\text{m}^3$

Relleno de tezontle $\gamma_t = 1.5 \text{ Ton}/\text{m}^3$

Instalaciones $\gamma_p = 1.5 \text{ Ton}/\text{m}^3$



Análisis de cargas por metro cuadrado.

Enladrillado $w_1 := (2 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_e$ $w_1 = 30 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Firme de mortero $w_2 := (4 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_m$ $w_2 = 80 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Relleno de tezontle $w_3 := (8.0 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_t$ $w_3 = 120 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Losa maciza $w_4 := (10.0 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_c$ $w_4 = 240 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Instalaciones $w_5 := (1 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_p$ $w_5 = 15 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Impermeabilizante

$$w_6 := 20 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$w_6 = 20 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga por reglamento

$$w_7 := 40 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$w_7 = 40 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga muerta total losa de azotea.

$$W_{mLazot} := w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 + w_7 \quad W_{mLazot} = 545 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_{mLazot} = 0.545 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

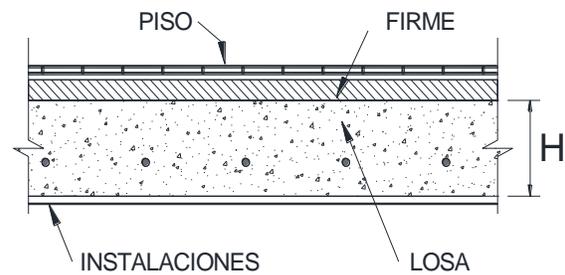
Losa de Planta Alta.

Pesos volumétricos

Piso terminado $\gamma_{pt} = 1.5 \text{ Ton}/\text{m}^3$

Firme de Mortero $\gamma_m = 2.0 \text{ Ton}/\text{m}^3$

Instalaciones $\gamma_p = 1.5 \text{ Ton}/\text{m}^3$



Análisis de Cargas Por Metro Cuadrado.

| | | |
|----------------------|--|---|
| Piso terminado | $w_9 := (4 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_{\text{pt}}$ | $w_9 = 60 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ |
| Firme de Mortero | $w_{10} := (4 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_{\text{m}}$ | $w_{10} = 80 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ |
| Losa Maciza | $w_{11} := (10.0 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_{\text{c}}$ | $w_{11} = 240 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ |
| Instalaciones | $w_{12} := (1 \cdot \text{cm}) \cdot \gamma_{\text{f}}$ | $w_{12} = 15 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ |
| Carga por reglamento | $w_{13} := 40 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ | $w_{13} = 40 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ |

Carga Muerta Total Losa de Planta Alta.

$$W_{\text{mLalta}} := w_9 + w_{10} + w_{11} + w_{12} + w_{13} \quad W_{\text{mLalta}} = 435 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad W_{\text{mLalta}} = 0.435 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

Carga Muerta Total de Muros de Mampostería.

Longitud de Muro de Mampostería Dirección X. $L_{\text{mmx}} := 12.34 \cdot \text{m}$

Longitud de Muro de Mampostería Dirección Z. $L_{\text{mmz}} := 9.12 \cdot \text{m}$

$$L_{\text{Tmm}} := L_{\text{mmx}} + L_{\text{mmz}} \quad L_{\text{Tmm}} = 21.46 \text{ m}$$

Peso Total de Muros
en Planta Baja

$$WT_{mm_{baja}} := (LT_{mm} \cdot hm_{baja} \cdot W_{mm})$$

$$WT_{mm_{baja}} = 10.2 \text{ Ton}$$

Peso Total de Muros
en Planta Alta

$$WT_{mm_{alta}} := (LT_{mm} \cdot hm_{alta} \cdot W_{mm})$$

$$WT_{mm_{alta}} = 9.5 \text{ Ton}$$

$$W_{mm} := \begin{pmatrix} WT_{mm_{baja}} \\ WT_{mm_{alta}} \end{pmatrix}$$

$$W_{mm} = \left(\frac{10.24}{9.45} \right) * \text{Ton}$$

$$W_{mm_{sis}} := \begin{pmatrix} \frac{WT_{mm_{baja}}}{2} + \frac{WT_{mm_{alta}}}{2} \\ \frac{WT_{mm_{alta}}}{2} \end{pmatrix}$$

$$W_{mm_{sis}} = \left(\frac{9.84}{4.73} \right) * \text{Ton}$$

Cargas Muertas

Cargas Vivas

$$W_{muertas} := \begin{pmatrix} W_{mLalta} \\ W_{mLazot} \end{pmatrix}$$

$$W_{cvm} := \begin{pmatrix} W_{m_{alta}} \\ W_{m_{azot}} \end{pmatrix}$$

$$W_{cva} := \begin{pmatrix} W_{a_{alta}} \\ W_{a_{azot}} \end{pmatrix}$$

$$W_{cv} := \begin{pmatrix} W_{a_{alta}} \\ W_{a_{azot}} \end{pmatrix}$$

$$W_{muerta_{J-1}} := (Areas_{J-1}) \cdot (W_{muertas_{J-1}})$$

$$W_{a_{J-1}} := (W_{cva_{J-1}}) \cdot (Areas_{J-1})$$

$$W_{m_{J-1}} := (W_{cvm_{J-1}}) \cdot (Areas_{J-1})$$

$$W_{J-1} := (W_{cv_{J-1}}) \cdot (Areas_{J-1})$$

Peso de la Estructura por Niveles

$$W_{\text{Grav}_{J-1}} := W_{\text{muerta}_{J-1}} + W_{m_{J-1}} + W_{\text{mm}_{J-1}}$$

$$W_{\text{SIS}_{J-1}} := W_{\text{muerta}_{J-1}} + W_{a_{J-1}} + W_{\text{mm}_{\text{sis}_{J-1}}}$$

$$W_{\Delta \text{sen}_{J-1}} := W_{\text{muerta}_{J-1}} + W_{J-1} + W_{\text{mm}_{J-1}}$$

| $W_{\text{muertas}_{J-1}}$ | $\text{Areas}_{J-1} =$ | $W_{\text{SIS}_{J-1}} =$ | $W_{\Delta \text{sen}_{J-1}} =$ | $W_{\text{Grav}_{J-1}} =$ | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|--------------------------|--|---------------------------|----|--|-------|-------|--|-------|-------|---|-------|------|
| <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="padding: 5px;">435</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">545</td></tr> </table> $\cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ | 435 | 545 | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="padding: 5px;">81</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">81</td></tr> </table> m^2 | 81 | 81 | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="padding: 5px;">53.18</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">54.54</td></tr> </table> $\cdot \text{ton}$ | 53.18 | 54.54 | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="padding: 5px;">51.95</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">54.81</td></tr> </table> $\cdot \text{ton}$ | 51.95 | 54.81 | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="padding: 5px;">60.86</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">61.7</td></tr> </table> $\cdot \text{ton}$ | 60.86 | 61.7 |
| 435 | | | | | | | | | | | | | | |
| 545 | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | | | | | | | | | | | | | |
| 53.18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 54.54 | | | | | | | | | | | | | | |
| 51.95 | | | | | | | | | | | | | | |
| 54.81 | | | | | | | | | | | | | | |
| 60.86 | | | | | | | | | | | | | | |
| 61.7 | | | | | | | | | | | | | | |

$$\sum W_{\text{SIS}} = 107.72 \cdot \text{ton}$$

Acciones Sísmicas de Diseño.

Se determinarán a partir de los espectros de diseño contenidos en el Sistema de Acciones Sísmicas de Diseño, denominado SASID, para la ubicación específica del predio en estudio.

Sistema de Acciones Sísmicas de Diseño

jueves, 7 de marzo de 2019

Espectro de diseño

Espectro de diseño para las coordenadas indicadas.

Coordenadas

| Latitud | Longitud |
|-----------|------------|
| 19.312356 | -98.966248 |

Factores sísmicos

| Importancia | Irregularidad | Comportamiento sísmico | Hiperestaticidad |
|-------------|---------------|------------------------|------------------|
| B | 0.8 | 2.0 | 1.0 |

Parámetros sísmicos

| Ts | a0 | c | Ta | Tb | k |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| [s] | | | [s] | [s] | |
| 0.712 | 0.180 | 0.404 | 0.664 | 1.347 | 1.500 |

Espectro de diseño

| T | a | T | a |
|-------|-------|-------|-------|
| [s] | | [s] | |
| 0.000 | 0.100 | 2.500 | 0.058 |
| 0.100 | 0.116 | 2.600 | 0.054 |
| 0.200 | 0.126 | 2.700 | 0.050 |
| 0.300 | 0.134 | 2.800 | 0.047 |
| 0.400 | 0.142 | 2.900 | 0.044 |
| 0.500 | 0.149 | 3.000 | 0.041 |
| 0.600 | 0.155 | 3.100 | 0.039 |
| 0.664 | 0.159 | 3.200 | 0.037 |
| 0.700 | 0.159 | 3.300 | 0.035 |
| 0.800 | 0.159 | 3.400 | 0.033 |
| 0.900 | 0.159 | 3.500 | 0.031 |
| 1.000 | 0.159 | 3.600 | 0.030 |
| 1.100 | 0.159 | 3.700 | 0.030 |
| 1.200 | 0.159 | 3.800 | 0.030 |
| 1.300 | 0.159 | 3.900 | 0.030 |
| 1.347 | 0.159 | 4.000 | 0.030 |
| 1.400 | 0.151 | 4.100 | 0.030 |
| 1.500 | 0.138 | 4.200 | 0.030 |
| 1.600 | 0.125 | 4.300 | 0.030 |
| 1.700 | 0.114 | 4.400 | 0.030 |
| 1.800 | 0.104 | 4.500 | 0.030 |
| 1.900 | 0.095 | 4.600 | 0.030 |
| 2.000 | 0.087 | 4.700 | 0.030 |
| 2.100 | 0.080 | 4.800 | 0.030 |
| 2.200 | 0.073 | 4.900 | 0.030 |
| 2.300 | 0.068 | 5.000 | 0.030 |
| 2.400 | 0.063 | | |

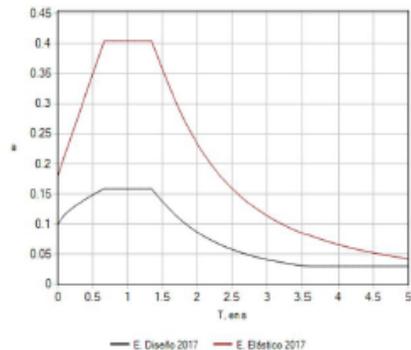


Figura 1. Espectro de diseño

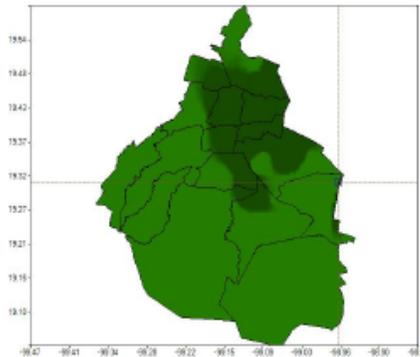


Figura 2. Mapa de localización

/

Imagen 2.4.1 Captura de pantalla de los resultados del SASID, se muestra el espectro de diseño y el mapa con las coordenadas: 19.312356, -98.966248.

Datos para Diseño por Sismo

Para el análisis de la estructura los parámetros serán tomados de las NTC para diseño por sismo.

| | |
|---------------------------------------|-----------------|
| Estructura Grupo..... | B |
| Zonificación Sísmica D.F. | |
| Terreno Tipo | Tipo III |
| Coeficiente Sísmico | $C = 0.404$ |
| | $a_0 = 0.180$ |
| | $T_a = 0.664$ |
| | $T_b = 1.347$ |
| | $k = 1.500$ |
| Factor de Comportamiento Sísmico..... | $Q = 2.0$ |

Corrección por Irregularidad.

| | |
|--|----------------------------------|
| Factor por Irregularidad..... | $F_{ir} = 0.8$ |
| Factor de Comportamiento Sísmico Factorizado | $Q' = F_{ir} * Q \quad Q' = 1.6$ |

$$C_s := \frac{C}{Q'} \dots\dots\dots C_s = 0.2525$$

2.5 REVISIÓN DE MUROS.

El análisis de cargas, con las condiciones reglamentarias detalladas anteriormente y en el entendido que el inmueble está estructurado a base de muros de carga se procedió a revisar los esfuerzos en los muros por medio del programa ANEM gcW, numerando cada muro y asignando el área tributaria que le corresponde como se muestra en la figura 2.5 .a) y 2.5 b).

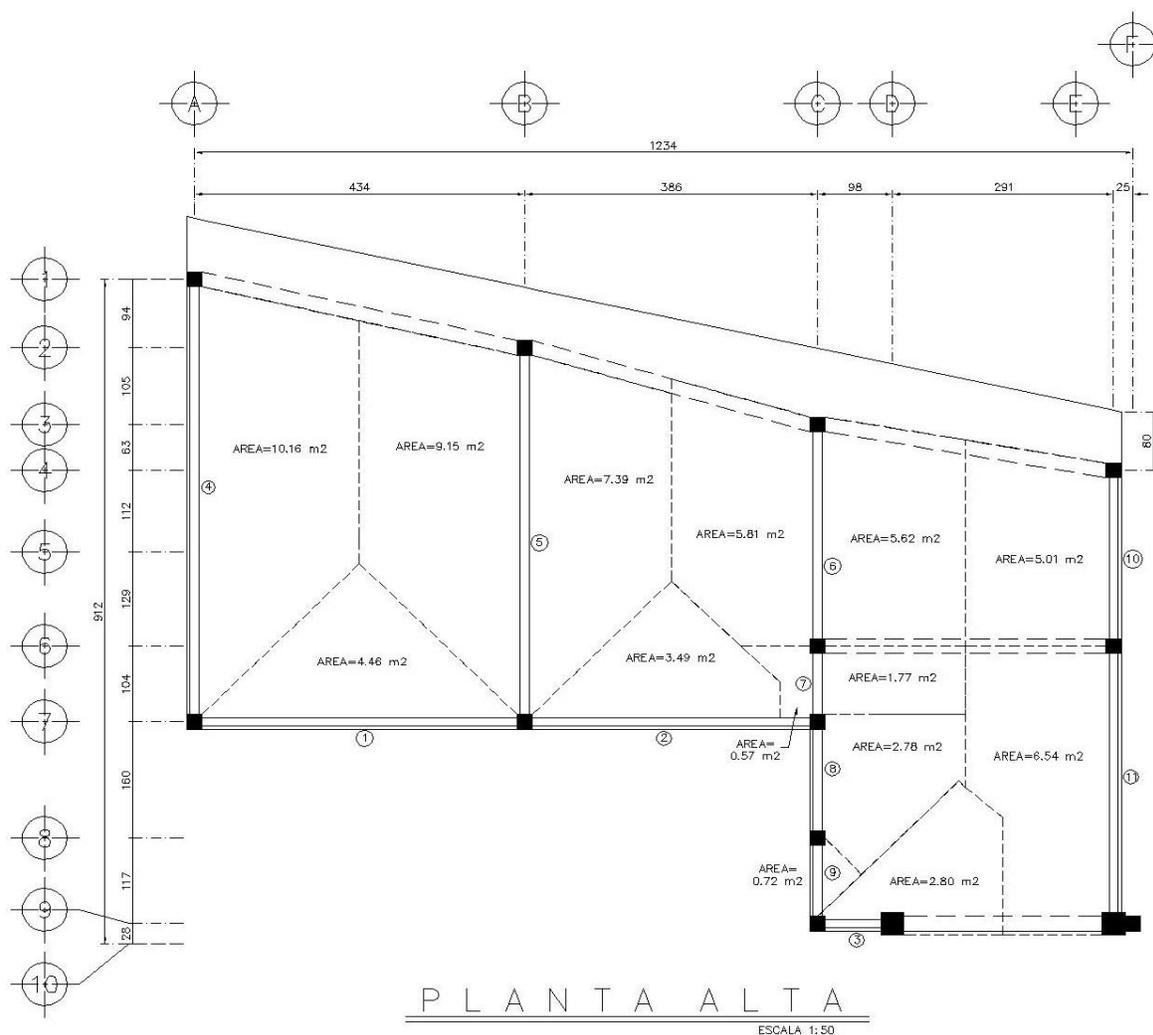


Imagen 2.5.a). Numeración de muros y áreas tributarias correspondientes.

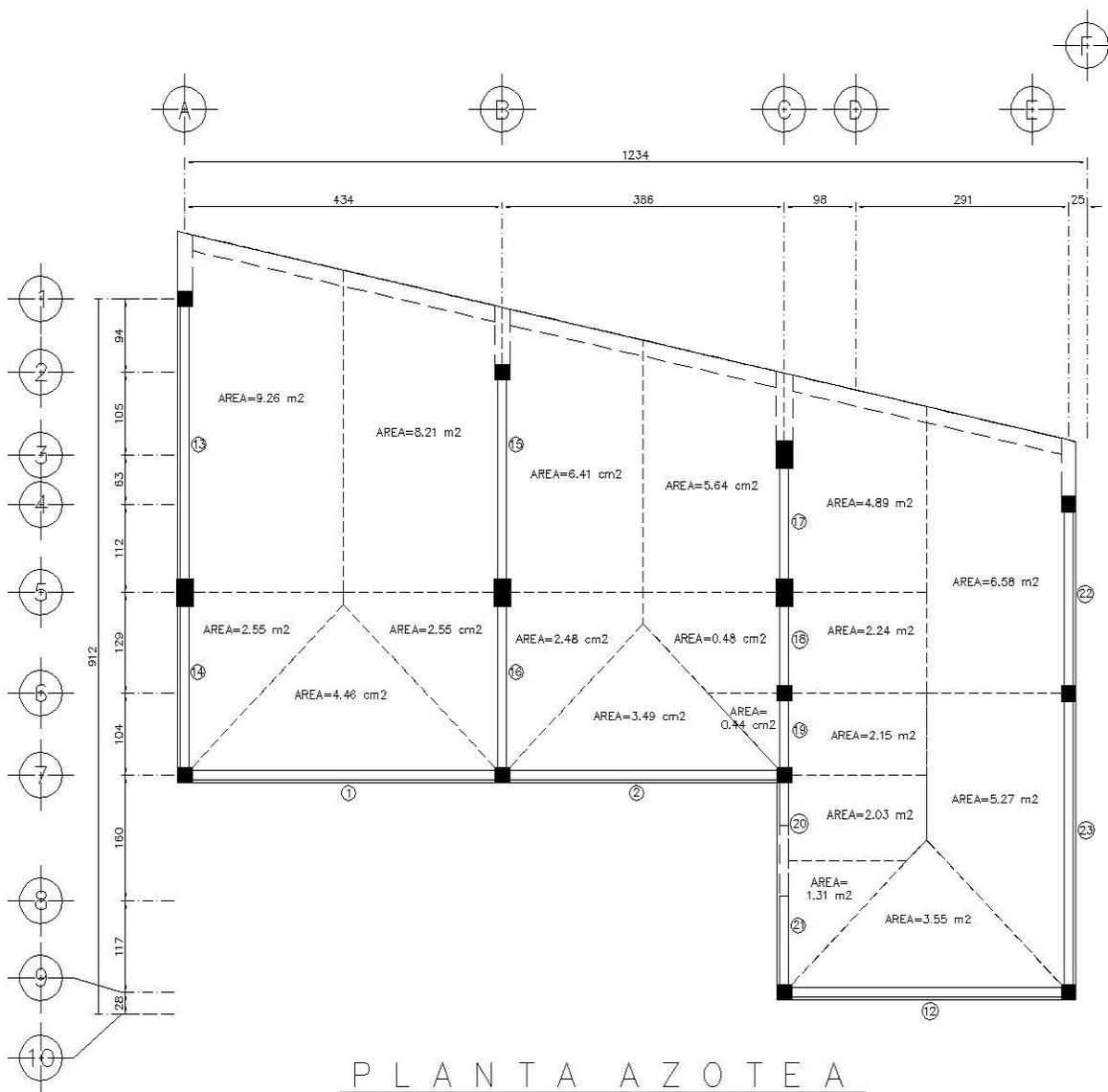


Imagen 2.5.b). Numeración de muros y áreas tributarias correspondientes.

| ID MUROS | AREA TRIBUTARIA m2 |
|----------|--------------------|
| 1 | 4.46 |
| 2 | 3.49 |
| 3 | 2.80 |
| 4 | 10.16 |
| 5 | 16.54 |
| 6 | 10.84 |
| 7 | 2.34 |
| 8 | 2.78 |
| 9 | 0.72 |
| 10 | 5.01 |
| 11 | 6.54 |
| Total | 65.68 |

| ID MUROS | AREA TRIBUTARIA m2 |
|----------|--------------------|
| 1 | 4.46 |
| 2 | 3.49 |
| 12 | 3.55 |
| 13 | 9.26 |
| 14 | 2.55 |
| 15 | 14.62 |
| 16 | 5.03 |
| 17 | 10.53 |
| 18 | 2.72 |
| 19 | 2.59 |
| 20 | 2.03 |
| 21 | 1.31 |
| 22 | 6.58 |
| 23 | 5.27 |
| Total | 73.89 |

La revisión por carga vertical, es la que se muestra de manera gráfica en las figuras 2.5. c) y 2.5. d) para planta baja y planta alta respectivamente, mostrándose con rojo aquellos muros que no pasan y con naranja los que no tienen ningún problema. Es importante observar que los muros pasan sin ningún problema.

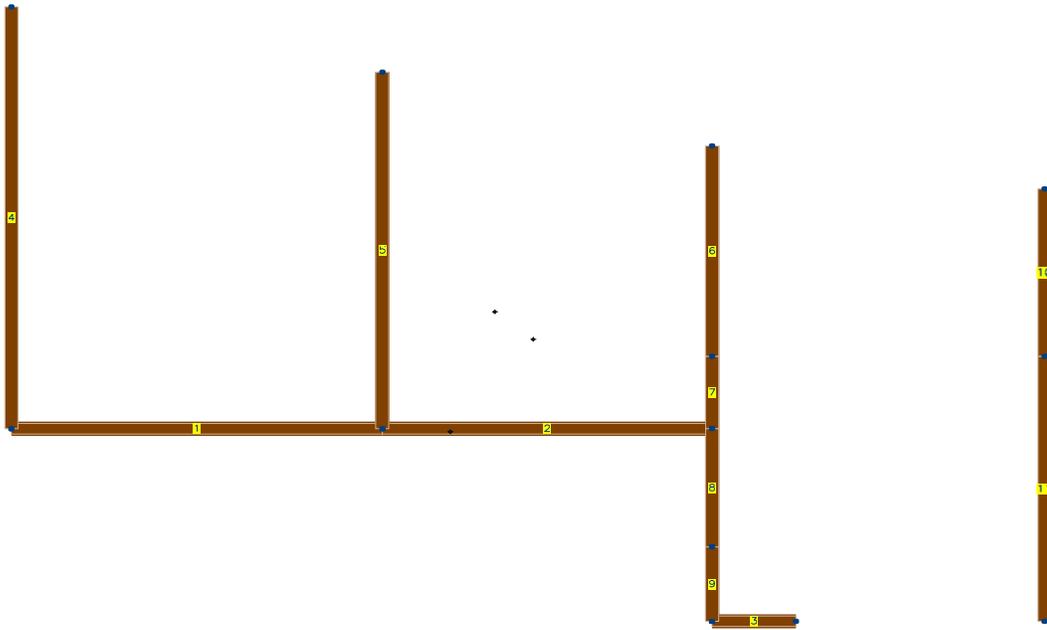


Imagen 2.5.c). Planta Baja.

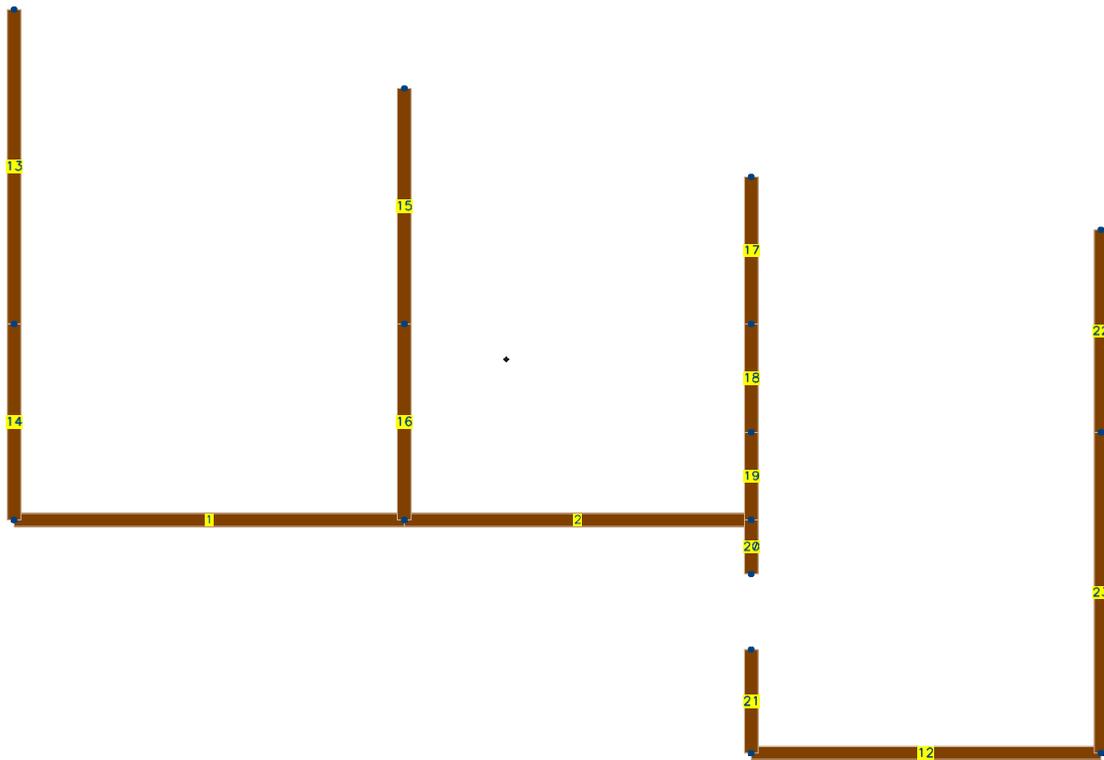


Imagen 2.5.d). Planta Alta.

La revisión por carga lateral, es la que se muestra en las figuras 2.5. e) y 2.5. f) para planta baja y planta alta respectivamente, como se verifica más adelante con los resultados obtenidos del ANEM se observa que para este tipo de carga los muros 1 y 2 presentan problemas con la carga lateral en la planta baja al mostrarse en color rojo, además de no cumplir con la distancia mínima en cuanto a castillos, se propone colocar castillos nuevos a mitad del claro de cada muro desde planta baja hasta planta alta.

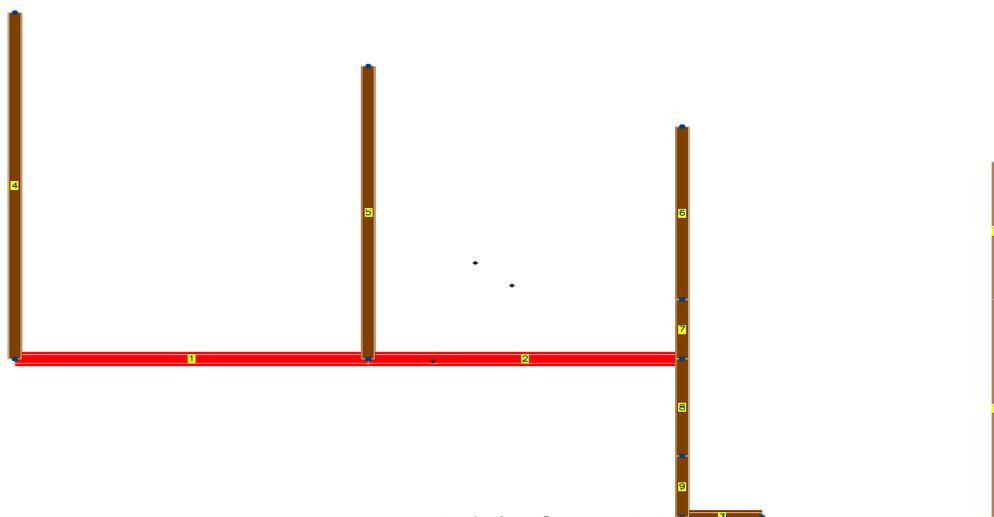


Imagen 2.5.e). Planta Baja.

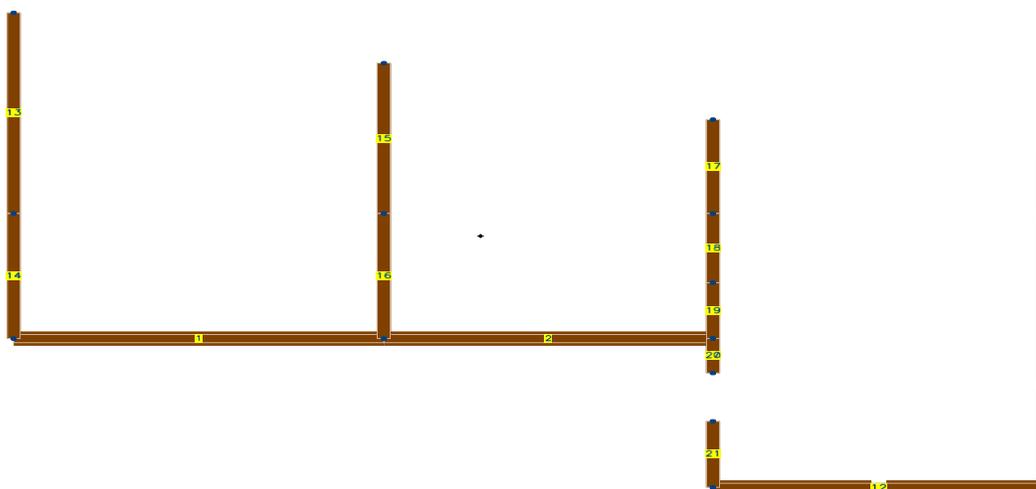


Imagen 2.5.f). Planta Alta.

La revisión por momento de volteo, se verifica en las figuras 2.5. g) y 2.5. h), para planta baja y planta alta respectivamente, y de las figuras y del análisis por medio del ANEM vemos que la estructura no tiene problema con esta carga.

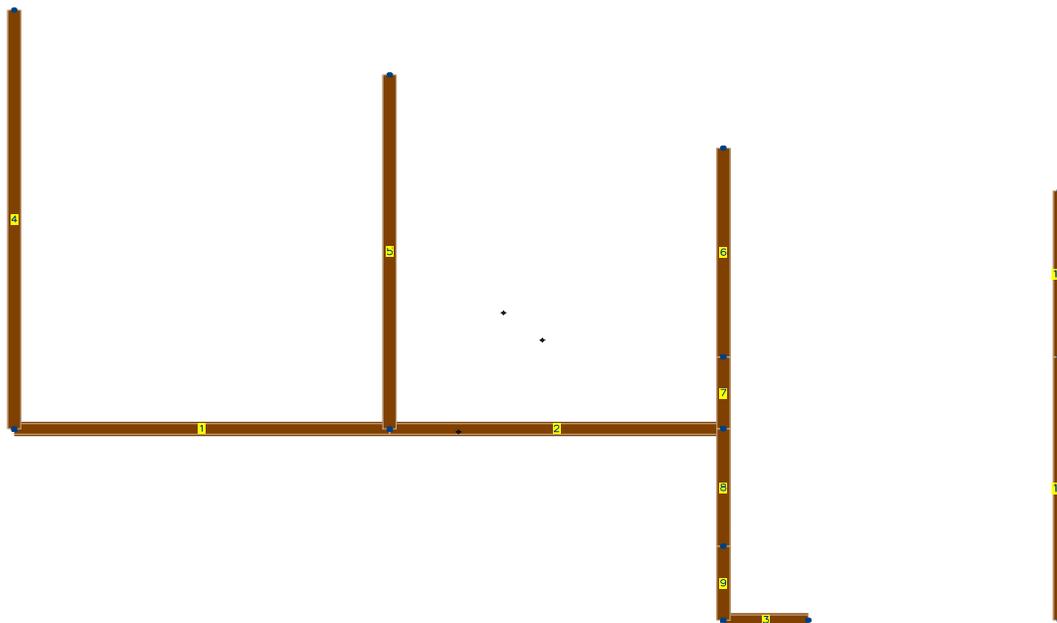


Imagen 2.5.g). Planta Baja.

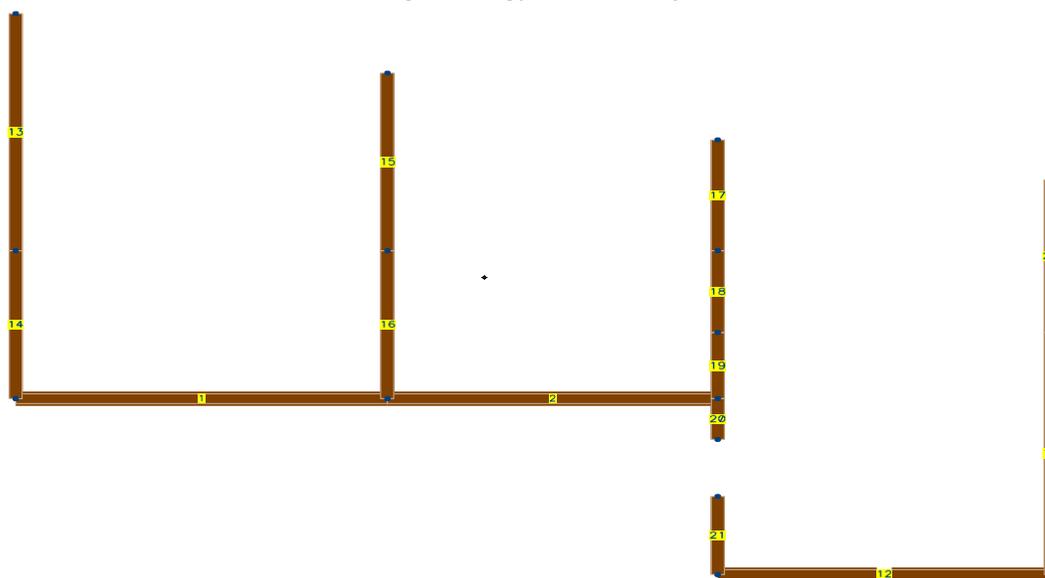


Imagen 2.5.h). Planta Alta.

Enseguida se muestran los principales datos y resultados obtenidos por medio del programa ANEMgcw para la revisión de la estructura a base de muros de carga. Los resultados de las cargas actuantes contra las resistentes, así como los resultados del análisis sísmico se detallan a continuación:

ENTREPISOS

| NE | AL T U R A (m) | | C.MUERTA (kg/m ²) | C.GEOMETRICO | | DIMENSION MAXIMA | |
|----|----------------|-----------|----------------------------------|--------------|-------|------------------|-------|
| | Muros | Entrepiso | | x (m) | y (m) | x (m) | y (m) |
| 1 | 2.600 | 2.700 | 435 | | | 12.340 | 9.120 |
| 2 | 2.400 | 2.500 | 545 | | | 12.340 | 9.920 |

GRUPOS DE CONSTANTES

| NG | P.VOL. (kg/m ³) | ESPESOR (cm) | TIPO DE MURO | f*m (kg/cm ²) | v* (kg/cm ²) | TIPO DE MAMPOSTERIA |
|----|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1 | 1,500 | 15.0 | Confinado | 15.00 | 2.00 | Concreto |

DATOS ANÁLISIS SISMICO

| | |
|----------------|-----------------|
| Grupo: | B |
| Zona: | IIIc |
| QX: | 2 |
| QY: | 2 |
| kQ: | 0.8 (irregular) |
| ex.accidental: | 0.1 B |
| Ts: | 0.712 seg |
| c: | 0.404 |
| a0: | 0.18 |
| Ta: | 0.664 seg |
| Tb: | 1.347 seg |
| r: | 1.33 |

MUROS

| MURO | NG | Ei | Ej | Msp | S | L' (m) | Lap (m) | LONG (m) | A.TRI (m ²) | ACERO (cm ²) | DIST (cm) | EXTREMO I | | EXTREMO J | |
|------|----|----|----|-----|---|-----------|------------|-------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|-----------|-------|-----------|-------|
| | | | | | | | | | | | | X (m) | Y (m) | x (m) | y (m) |
| 1 | 1 | 1 | 2 | | O | 4.140 | 0.150 | 4.340 | 4.46 | 5.10 | 2.0 | 0.000 | 3.050 | 4.340 | 3.050 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | | O | 3.660 | 0.150 | 3.860 | 3.49 | 5.10 | 2.0 | 4.340 | 3.050 | 8.200 | 3.050 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | | O | 0.730 | 0.150 | 0.980 | 2.80 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 0.280 | 9.180 | 0.280 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 12/ | O | 5.870 | 0.150 | 6.070 | 10.16 | 5.10 | 2.0 | 0.000 | 3.050 | 0.000 | 9.120 |
| | | | | 13/ | | 50% | | | | | | | | | |
| | | | | 14/ | | 100% | | | | | | | | | |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 15/ | O | 4.930 | 0.150 | 5.130 | 16.54 | 5.10 | 2.0 | 4.340 | 3.050 | 4.340 | 8.180 |
| | | | | 16/ | | 100% | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 17/ | O | 2.830 | 0.150 | 3.030 | 10.84 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 4.090 | 8.200 | 7.120 |
| | | | | 18/ | | 100% | | | | | | | | | |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 19/ | O | 0.840 | 0.150 | 1.040 | 2.34 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 3.050 | 8.200 | 4.090 |
| | | | | 20/ | | 100% | | | | | | | | | |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 21/ | O | 1.500 | 0.150 | 1.700 | 2.78 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 1.350 | 8.200 | 3.050 |
| | | | | 22/ | | 100% | | | | | | | | | |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 23/ | O | 0.870 | 0.150 | 1.070 | 0.72 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 0.280 | 8.200 | 1.350 |
| | | | | 12/ | | 50% | | | | | | | | | |
| 10 | 1 | 1 | 1 | | O | 2.210 | 0.150 | 2.410 | 5.01 | 5.10 | 2.0 | 12.090 | 4.090 | 12.090 | 6.500 |
| | | | | | | 100% | | | | | | | | | |
| 11 | 1 | 1 | 1 | | O | 3.560 | 0.150 | 3.810 | 6.54 | 5.10 | 2.0 | 12.090 | 0.280 | 12.090 | 4.090 |
| | | | | | | 100% | | | | | | | | | |
| 12 | 1 | 2 | 2 | | O | 3.690 | 0.150 | 3.890 | 3.55 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 0.280 | 12.090 | 0.280 |
| 13 | 1 | 2 | 2 | | O | 3.490 | 0.150 | 3.740 | 9.26 | 5.10 | 2.0 | 0.000 | 5.380 | 0.000 | 9.120 |
| 14 | 1 | 2 | 2 | | O | 2.080 | 0.150 | 2.330 | 2.55 | 5.10 | 2.0 | 0.000 | 3.050 | 0.000 | 5.380 |
| 15 | 1 | 2 | 2 | | O | 2.550 | 0.150 | 2.800 | 14.62 | 5.10 | 2.0 | 4.340 | 5.380 | 4.340 | 8.180 |
| 16 | 1 | 2 | 2 | | O | 2.080 | 0.150 | 2.330 | 5.03 | 5.10 | 2.0 | 4.340 | 3.050 | 4.340 | 5.380 |
| 17 | 1 | 2 | 2 | | O | 1.450 | 0.150 | 1.750 | 10.53 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 5.380 | 8.200 | 7.130 |
| 18 | 1 | 2 | 2 | | O | 1.040 | 0.150 | 1.290 | 2.72 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 4.090 | 8.200 | 5.380 |
| 19 | 1 | 2 | 2 | | O | 0.840 | 0.150 | 1.040 | 2.59 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 3.050 | 8.200 | 4.090 |
| 20 | 1 | 2 | 2 | | O | 0.540 | 0.150 | 0.640 | 2.03 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 2.410 | 8.200 | 3.050 |
| 21 | 1 | 2 | 2 | | O | 1.130 | 0.150 | 1.230 | 1.31 | 5.10 | 2.0 | 8.200 | 0.280 | 8.200 | 1.510 |
| 22 | 1 | 2 | 2 | | O | 2.210 | 0.150 | 2.410 | 6.58 | 5.10 | 2.0 | 12.090 | 4.090 | 12.090 | 6.500 |
| 23 | 1 | 2 | 2 | | O | 3.610 | 0.150 | 3.810 | 5.27 | 5.10 | 2.0 | 12.090 | 0.280 | 12.090 | 4.090 |

REVISION POR CARGA VERTICAL

| MURO | ENT | Pu (T) | Fe | Fr | Pr (T) | CBu (T/m) |
|------|-----|--------|-------|-------|--------|-----------|
| 1 | 1 | 16.89 | 0.773 | 0.600 | 57.34 | 3.89 |
| | 2 | 9.56 | 0.755 | 0.600 | 56.04 | 2.20 |
| 2 | 1 | 12.19 | 0.823 | 0.600 | 54.32 | 3.16 |
| | 2 | 6.07 | 0.799 | 0.600 | 52.77 | 1.57 |
| 3 | 1 | 6.25 | 0.900 | 0.600 | 15.08 | 6.37 |
| 4 | 1 | 34.78 | 0.659 | 0.600 | 68.44 | 5.73 |
| 5 | 1 | 49.74 | 0.711 | 0.600 | 62.37 | 9.70 |
| 6 | 1 | 25.93 | 0.900 | 0.600 | 46.63 | 8.56 |
| 7 | 1 | 5.96 | 0.900 | 0.600 | 16.01 | 5.73 |
| 8 | 1 | 6.06 | 0.900 | 0.600 | 26.16 | 3.57 |
| 9 | 1 | 3.60 | 0.900 | 0.600 | 16.47 | 3.36 |
| 10 | 1 | 13.98 | 0.900 | 0.600 | 37.09 | 5.80 |
| 11 | 1 | 19.37 | 0.835 | 0.600 | 54.41 | 5.08 |
| 12 | 2 | 6.15 | 0.796 | 0.600 | 52.97 | 1.58 |

REVISION POR CARGA VERTICAL

| MURO | ENT | Pu (T) | Fe | Fr | Pr (T) | CBu (T/m) |
|------|-----|--------|-------|-------|--------|-----------|
| 13 | 2 | 15.86 | 0.818 | 0.600 | 52.32 | 4.24 |
| 14 | 2 | 5.35 | 0.900 | 0.600 | 35.86 | 2.30 |
| 15 | 2 | 22.69 | 0.900 | 0.600 | 43.09 | 8.10 |
| 16 | 2 | 8.84 | 0.900 | 0.600 | 35.86 | 3.79 |
| 17 | 2 | 10.83 | 0.900 | 0.600 | 26.93 | 6.19 |
| 18 | 2 | 3.43 | 0.900 | 0.600 | 19.85 | 2.66 |
| 19 | 2 | 3.13 | 0.900 | 0.600 | 16.01 | 3.00 |
| 20 | 2 | 2.32 | 0.900 | 0.600 | 9.85 | 3.62 |
| 21 | 2 | 2.11 | 0.900 | 0.600 | 18.93 | 1.72 |
| 22 | 2 | 7.76 | 0.900 | 0.600 | 37.09 | 3.22 |
| 23 | 2 | 7.64 | 0.805 | 0.600 | 52.43 | 2.01 |

REVISION POR CARGA LATERAL

| MURO | ENT | Fr | Pi (T) | K (T/m) | Vd (T) | Vt (T) | Vt' (T) | Vu (T) | distor*Q' | Vr (T) | Vs (T) |
|------|-----|-------|--------|---------|--------|--------|---------|-------------|-----------|-------------|--------|
| 1 | 1 | 0.700 | 11.57 | 7,634 | 7.33 | 0.02 | 0.01 | 8.08 | 0.00039 | 6.99 | 1.10 |
| | 2 | 0.700 | 6.69 | 8,742 | 3.25 | 0.44 | 0.16 | 4.11 | 0.00019 | 5.96 | |
| 2 | 1 | 0.700 | 8.32 | 6,193 | 5.94 | 0.02 | 0.01 | 6.56 | 0.00039 | 5.80 | 0.76 |
| | 2 | 0.700 | 4.23 | 7,155 | 2.66 | 0.36 | 0.13 | 3.36 | 0.00019 | 4.94 | |
| 3 | 1 | 0.700 | 4.19 | 221 | 0.21 | -0.01 | 0.02 | 0.23 | 0.00039 | 1.91 | |
| 4 | 1 | 0.700 | 23.68 | 12,995 | 4.02 | 0.67 | 3.91 | 6.45 | 0.00018 | 11.35 | |
| 5 | 1 | 0.700 | 33.61 | 10,068 | 3.11 | 0.08 | 0.47 | 3.67 | 0.00013 | 12.45 | |
| 6 | 1 | 0.700 | 17.25 | 3,852 | 1.19 | 0.34 | 0.69 | 1.91 | 0.00018 | 6.80 | |
| 7 | 1 | 0.700 | 3.99 | 262 | 0.08 | 0.02 | 0.05 | 0.13 | 0.00018 | 1.93 | |
| 8 | 1 | 0.700 | 4.05 | 993 | 0.31 | 0.09 | 0.18 | 0.49 | 0.00018 | 2.64 | |
| 9 | 1 | 0.700 | 2.47 | 284 | 0.09 | 0.02 | 0.05 | 0.14 | 0.00018 | 1.64 | |
| 10 | 1 | 0.700 | 9.39 | 2,332 | 0.72 | 0.46 | 0.95 | 1.61 | 0.00026 | 4.50 | |
| 11 | 1 | 0.700 | 13.10 | 6,046 | 1.87 | 1.20 | 2.46 | 4.19 | 0.00026 | 6.75 | |
| 12 | 2 | 0.700 | 4.28 | 7,253 | 2.70 | -0.28 | 0.29 | 2.76 | 0.00015 | 4.98 | |
| 13 | 2 | 0.700 | 11.05 | 6,764 | 1.93 | 0.84 | 2.33 | 3.81 | 0.00023 | 6.25 | |
| 14 | 2 | 0.700 | 3.74 | 2,591 | 0.74 | 0.32 | 0.89 | 1.46 | 0.00023 | 3.23 | |
| 15 | 2 | 0.700 | 15.77 | 3,861 | 1.10 | 0.13 | 0.36 | 1.47 | 0.00015 | 6.25 | |
| 16 | 2 | 0.700 | 6.16 | 2,591 | 0.74 | 0.09 | 0.24 | 0.99 | 0.00015 | 3.74 | |
| 17 | 2 | 0.700 | 7.42 | 1,309 | 0.37 | 0.02 | 0.17 | 0.49 | 0.00015 | 3.40 | |
| 18 | 2 | 0.700 | 2.37 | 592 | 0.17 | 0.01 | 0.08 | 0.22 | 0.00015 | 1.85 | |
| 19 | 2 | 0.700 | 2.15 | 328 | 0.09 | 0.01 | 0.04 | 0.12 | 0.00015 | 1.54 | |
| 20 | 2 | 0.700 | 1.59 | 82 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00015 | 1.01 | |
| 21 | 2 | 0.700 | 1.47 | 520 | 0.15 | 0.01 | 0.07 | 0.20 | 0.00015 | 1.60 | |
| 22 | 2 | 0.700 | 5.35 | 2,795 | 0.80 | 0.13 | 0.99 | 1.39 | 0.00020 | 3.65 | |
| 23 | 2 | 0.700 | 5.30 | 6,991 | 1.99 | 0.33 | 2.47 | 3.49 | 0.00020 | 5.11 | |

REVISION POR MOMENTO DE VOLTEO

| MURO | ENT | Fr | Pui (T) | Mu (T*m) | Mr (T*m) | S1 (Kg/cm2) |
|------|-----|-------|---------|----------|----------|-------------|
| 1 | 1 | 0.800 | 12.73 | 34.95 | 90.18 | |
| | 2 | 0.800 | 7.36 | 10.36 | 83.23 | |
| 2 | 1 | 0.800 | 9.15 | 28.35 | 76.00 | |
| | 2 | 0.800 | 4.65 | 8.48 | 70.82 | |
| 3 | 1 | 0.800 | 4.60 | 1.01 | 17.43 | |
| 4 | 1 | 0.600 | 26.05 | 21.15 | 110.49 | |
| 5 | 1 | 0.600 | 36.97 | 16.39 | 59.43 | |
| 6 | 1 | 0.600 | 18.98 | 6.27 | 46.67 | |
| 7 | 1 | 0.800 | 4.39 | 0.43 | 18.48 | |
| 8 | 1 | 0.800 | 4.45 | 1.62 | 30.69 | |
| 9 | 1 | 0.800 | 2.72 | 0.46 | 18.51 | |
| 10 | 1 | 0.800 | 10.33 | 4.04 | 48.02 | |
| 11 | 1 | 0.800 | 14.41 | 10.46 | 80.99 | |
| 12 | 2 | 0.800 | 4.71 | 8.59 | 71.44 | |
| 13 | 2 | 0.800 | 12.15 | 6.31 | 76.97 | |
| 14 | 2 | 0.800 | 4.12 | 2.42 | 42.10 | |
| 15 | 2 | 0.600 | 17.34 | 3.60 | 42.53 | |
| 16 | 2 | 0.800 | 6.78 | 2.42 | 43.94 | |
| 17 | 2 | 0.800 | 8.16 | 1.22 | 33.54 | |
| 18 | 2 | 0.800 | 2.61 | 0.55 | 22.41 | |
| 19 | 2 | 0.800 | 2.37 | 0.31 | 17.86 | |
| 20 | 2 | 0.800 | 1.75 | 0.08 | 10.61 | |
| 21 | 2 | 0.800 | 1.62 | 0.49 | 20.98 | |
| 22 | 2 | 0.800 | 5.88 | 2.61 | 44.83 | |
| 23 | 2 | 0.800 | 5.83 | 6.53 | 71.23 | |

2.6 MODELO ESTRUCTURAL.

Se realizó un análisis sísmico dinámico modal espectral para todos los cuerpos representativos que conforman el inmueble con base en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Lo anterior deberá tener las condiciones del proyecto, como es el material y dimensiones del proyecto, en el modelo se agregaran cargas por cada nivel y se realizaran las combinaciones necesarias para que las estructuras soporten las cargas y esfuerzos para su buen funcionamiento y utilizando software especializado **STAAD Pro V8i**, para determinar los elementos mecánicos de una simulación sísmica y evaluar su desempeño.

Cargas primarias y combinación de cargas.

| Number | Name | Type |
|--------|---------|------|
| 1 | PP | Dead |
| 2 | CM | Dead |
| 3 | CV (WM) | Live |
| 4 | CV (WA) | Live |
| 5 | SISMO X | Mass |
| 6 | SISMO Z | Mass |

| Type | L/C | Name |
|-------------|-----|---|
| Primary | 1 | PP |
| Primary | 2 | CM |
| Primary | 3 | CV (WM) |
| Primary | 4 | CV (WA) |
| Primary | 5 | SISMO X |
| Primary | 6 | SISMO Z |
| Combination | 7 | ESTADO LIMITE DE FALLA $1.3(PP+CM)+1.5(CVM)$ |
| Combination | 8 | $1.1(PP+CM+CVA+100\%SISX)+0.33(SISZ)$ |
| Combination | 9 | $1.1(PP+CM+CVA+100\%SISX)-0.33(SISZ)$ |
| Combination | 10 | $1.1(PP+CM+CVA-100\%SISX)+0.33(SISZ)$ |
| Combination | 11 | $1.1(PP+CM+CVA-100\%SISX)-0.33(SISZ)$ |
| Combination | 12 | $1.1(PP+CM+CVA+100\%SISX)+0.33(SISX)$ |
| Combination | 13 | $1.1(PP+CM+CVA+100\%SISX)-0.33(SISZ)$ |
| Combination | 14 | $1.1(PP+CM+CVA-100\%SISX)+0.33(SISZ)$ |
| Combination | 15 | $1.1(PP+CM+CVA-100\%SISX)-0.33(SISZ)$ |
| Combination | 16 | ESTADO LIMITE DE SERVICIO $1.0(PP+C$ |
| Combination | 17 | $1.0(PP+CM+CVA+100\%SISX)+0.33(SISZ)$ |
| Combination | 18 | $1.0(PP+CM+CVA+100\%SISX)-0.33(SISZ)$ |
| Combination | 19 | $1.0(PP+CM+CVA-100\%SISX)+0.33(SISZ)$ |
| Combination | 20 | $1.0(PP+CM+CVA-100\%SISX)-0.33(SISZ)$ |
| Combination | 21 | $1.0(PP+CM+CVA+100\%SISX)+0.33(SISX)$ |
| Combination | 22 | $1.0(PP+CM+CVA+100\%SISX)-0.33(SISX)$ |
| Combination | 23 | $1.0(PP+CM+CVA-100\%SISZ)+0.33(SISX)$ |
| Combination | 24 | $1.0(PP+CM+CVA-100\%SISZ)-0.33(SISX)$ |

Frecuencias modales.

| Mode | Frequency (Hz) | Period (sec) | Participation X (%) | Participation Y (%) | Participation Z (%) | Type |
|------|----------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|
| 1 | 4.989 | 0.200 | 95.653 | 0.000 | 0.025 | Elastic |
| 2 | 7.649 | 0.131 | 0.026 | 0.000 | 94.183 | Elastic |
| 3 | 14.710 | 0.068 | 4.320 | 0.000 | 0.000 | Elastic |
| 4 | 20.826 | 0.048 | 0.000 | 0.000 | 5.792 | Elastic |

Propiedades de las secciones.

Castillos.

| Prop | Section | Area (cm ²) | I _{yy} (cm ⁴) | I _{zz} (cm ⁴) | J (cm ⁴) | Material |
|------|----------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|----------|
| 2 | Rect 0.20x0.20 | 400.000 | 13.3E+3 | 13.3E+3 | 22.5E+3 | CONCRETE |
| 3 | Rect 0.30x0.30 | 900.000 | 67.5E+3 | 67.5E+3 | 114E+3 | CONCRETE |
| 4 | Rect 0.30x0.20 | 600.000 | 20E+3 | 45E+3 | 47E+3 | CONCRETE |
| 5 | Rect 0.25x0.20 | 500.000 | 16.7E+3 | 26E+3 | 34.2E+3 | CONCRETE |
| 6 | Rect 0.30x0.20 | 600.000 | 20E+3 | 45E+3 | 47E+3 | CONCRETE |
| 7 | Rect 0.20x0.15 | 300.000 | 5.63E+3 | 10E+3 | 12.1E+3 | CONCRETE |

Muros.

| Prop | Node A (cm) | Node B (cm) | Node C (cm) | Node D (cm) | Material |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | 15.000 | MAMPOSTERÍA |

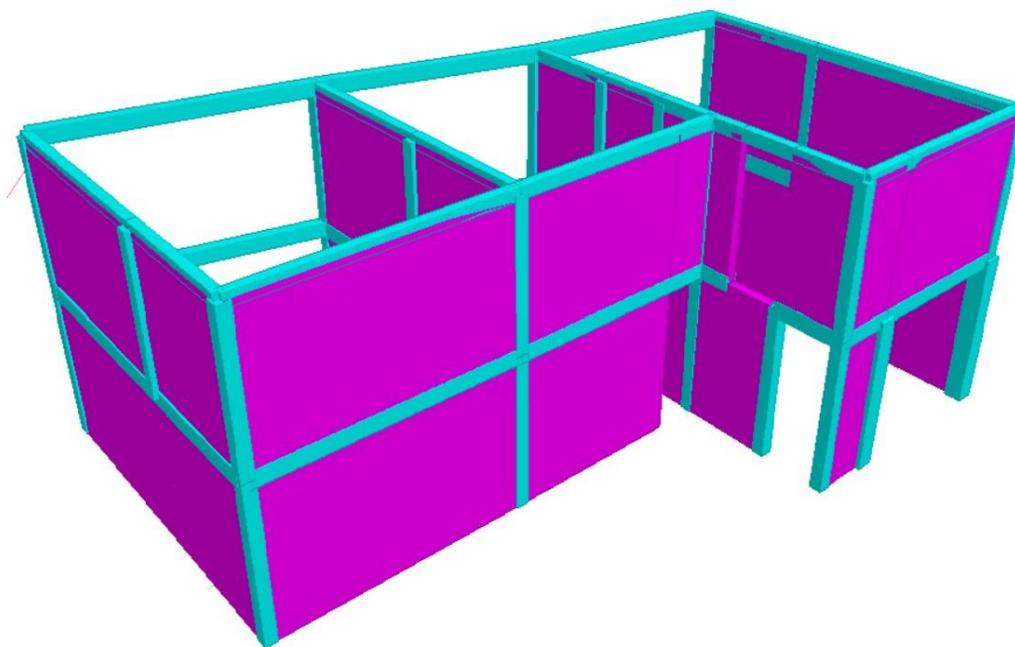


Imagen 2.6 a) Imagen 3D del Modelo estructural realizado por software.

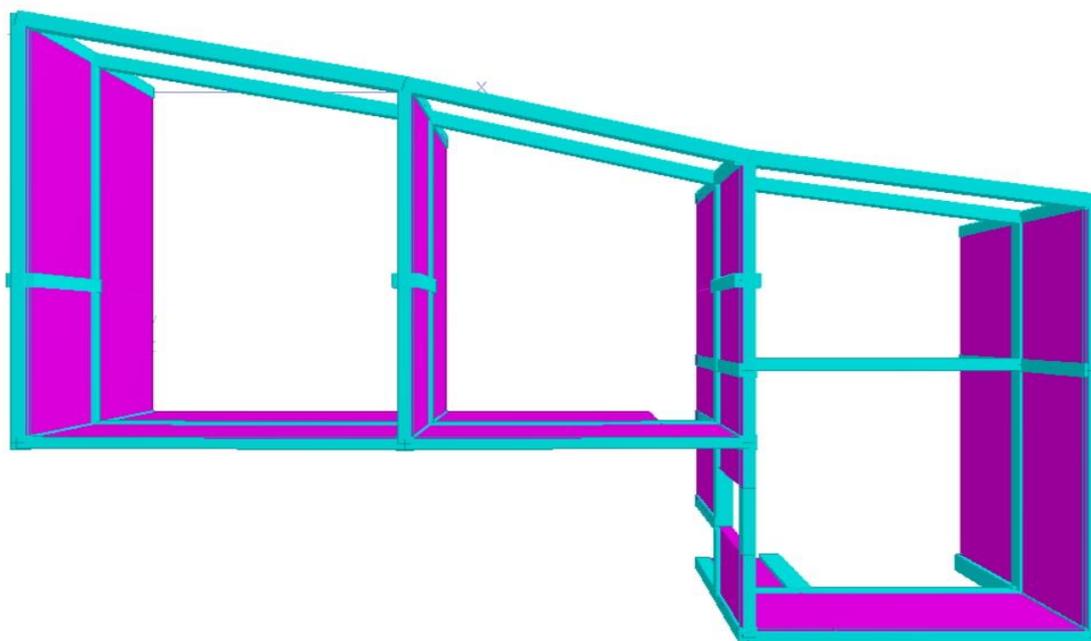


Imagen 2.6 b) Imagen 3D del Modelo estructural realizado por software.

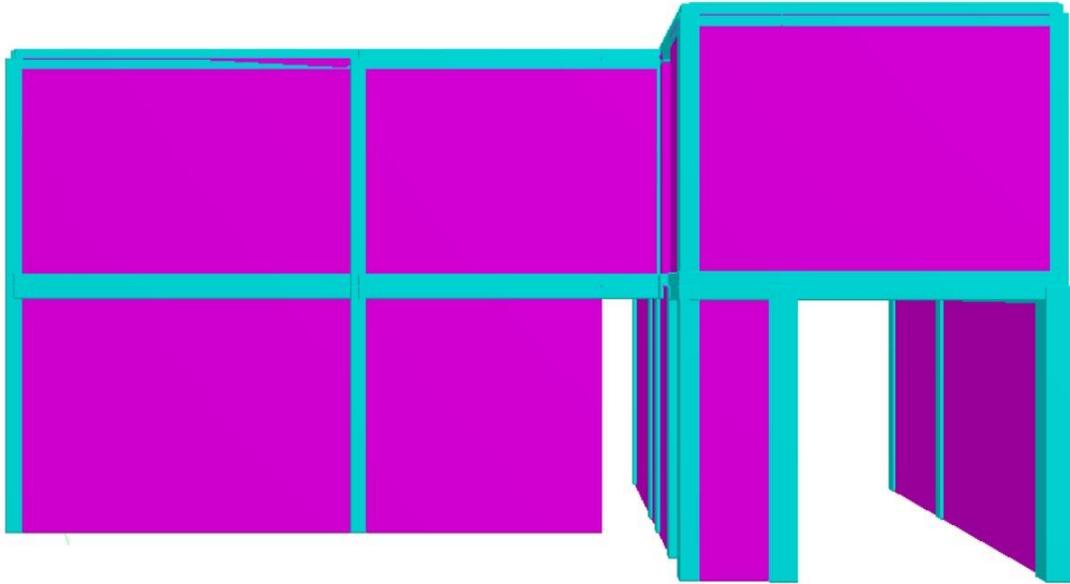


Imagen 2.6 c) Imagen 3D del Modelo estructural realizado por software.

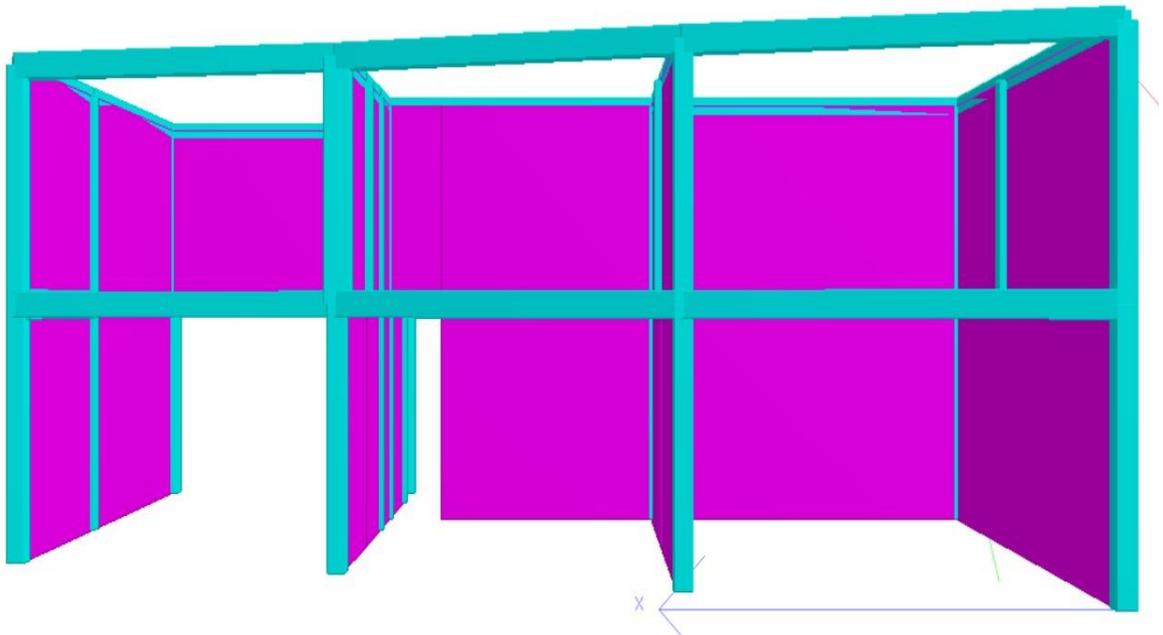


Imagen 2.6 d) Imagen 3D del Modelo estructural realizado por software.



Imagen 2.6 e) Imagen 3D del Modelo estructural de dalas y castillos.

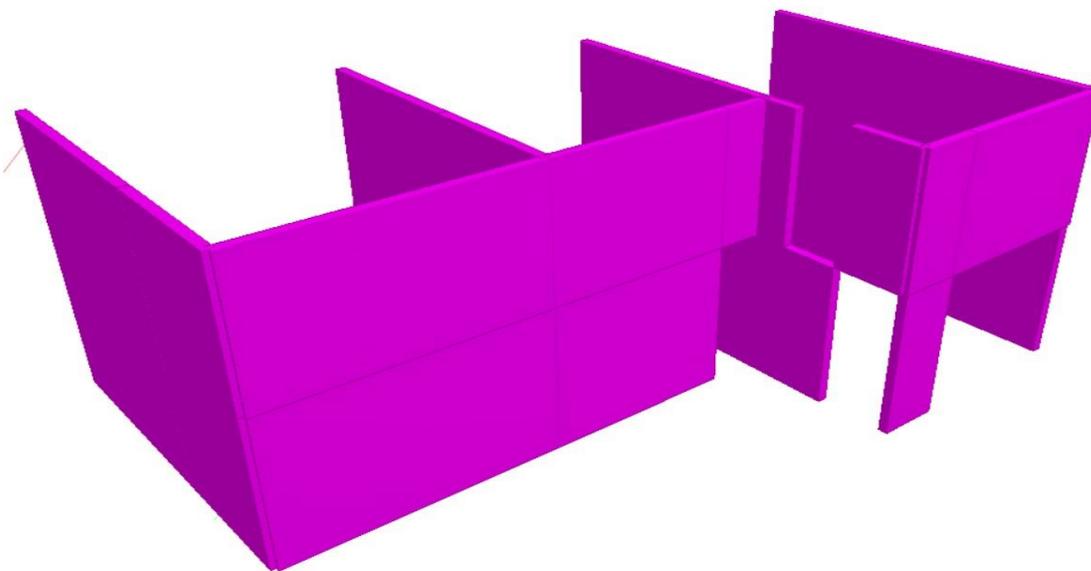


Imagen 2.6 f) Imagen 3D del Modelo estructural de muros de mampostería.

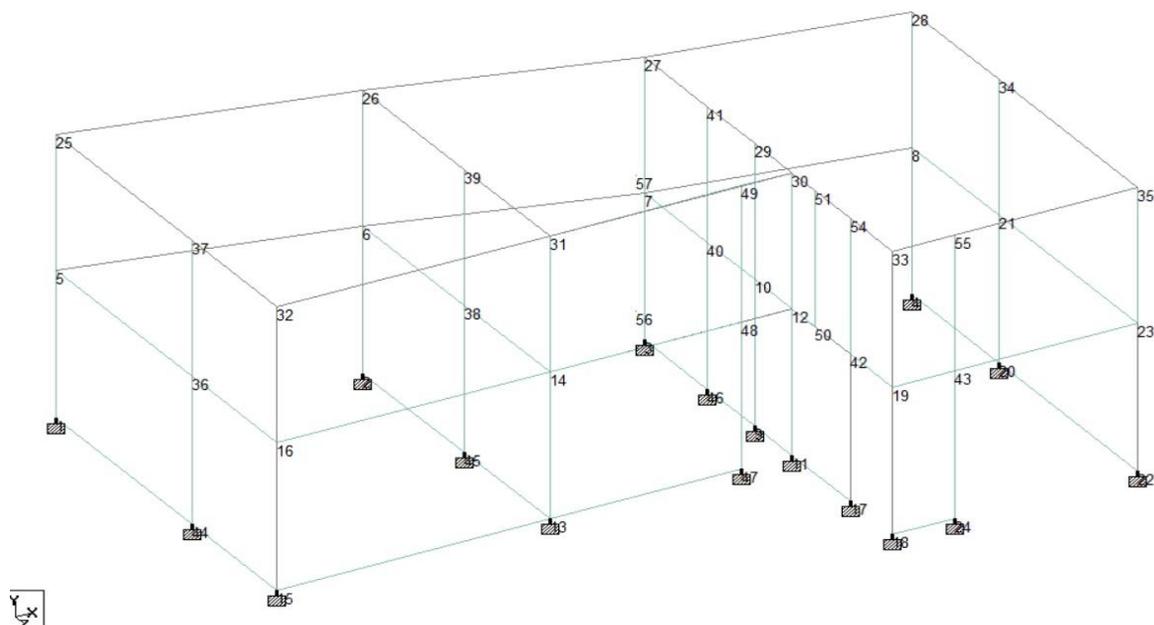


Imagen 2.6 g) Imagen numeración de nodos.

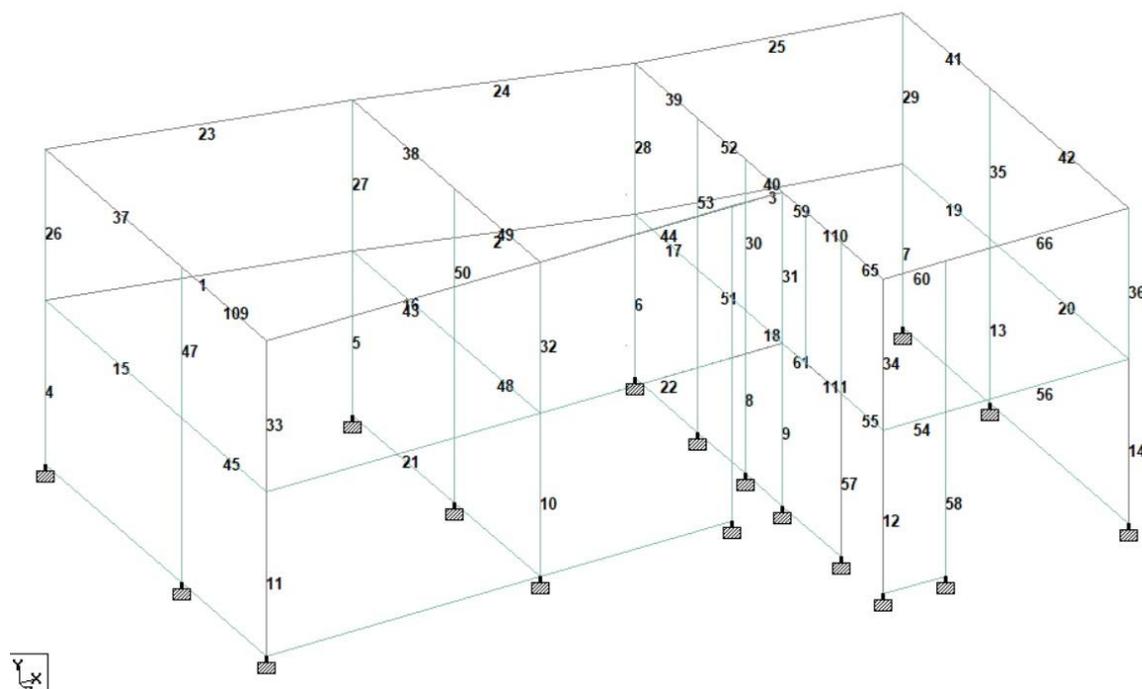


Imagen 2.6 h) Imagen numeración de dalas y castillos.

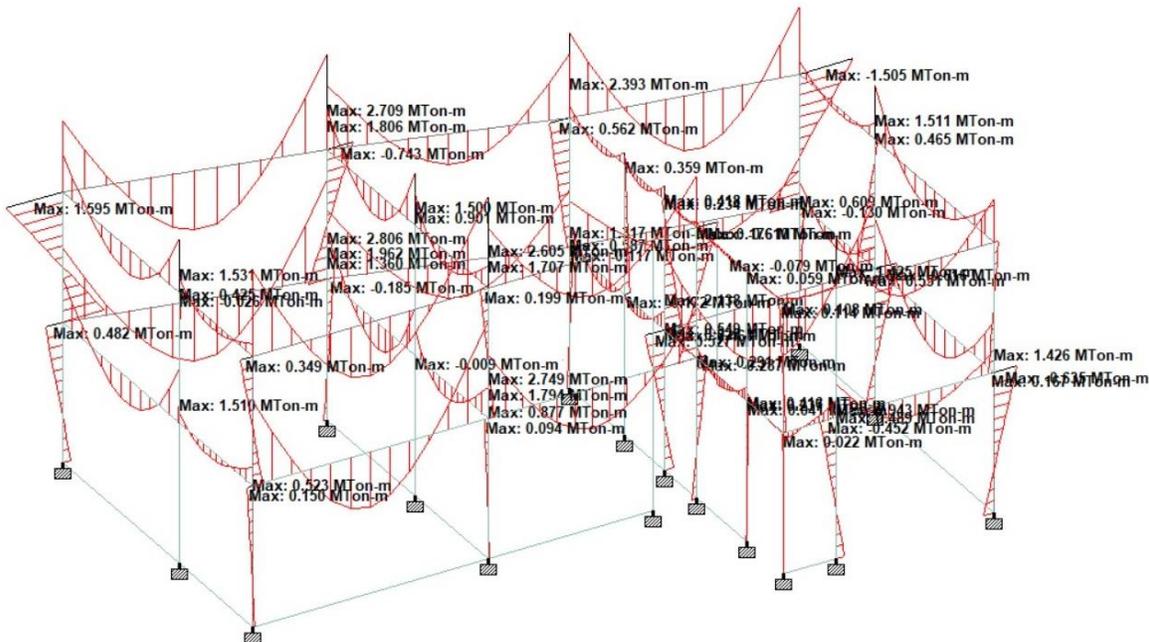


Imagen 2.6 i) Imagen de momentos.

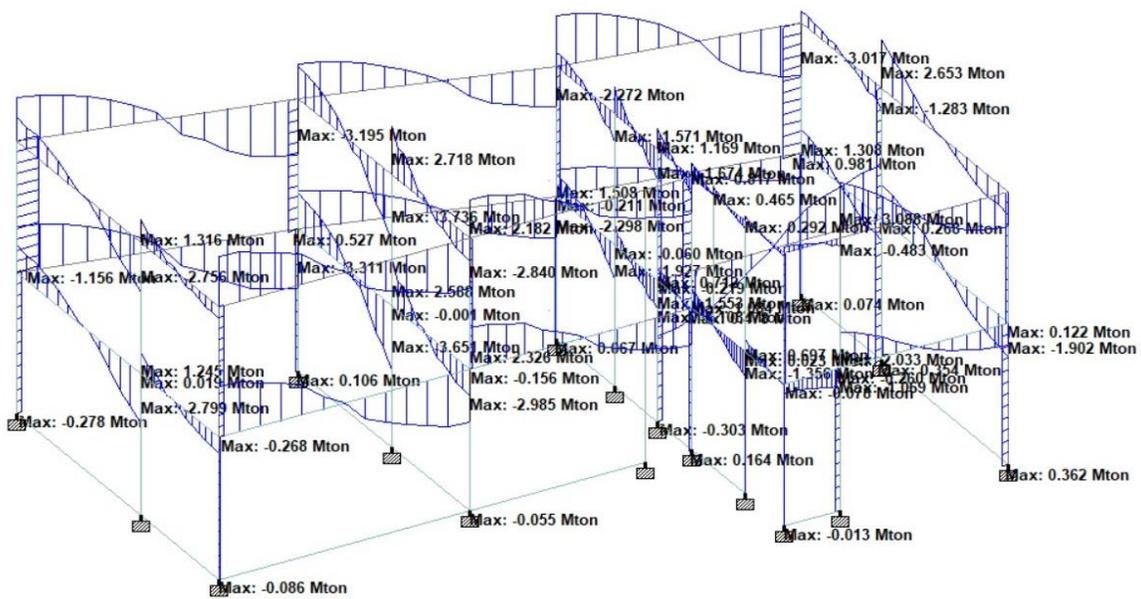


Imagen 2.6 j) Imagen de cortantes.

2.6.1 DESPLAZAMIENTOS.

La distorsión de entrepiso se define como la diferencia entre los desplazamientos laterales de los pisos consecutivos que lo delimitan dividida entre la diferencia de elevaciones correspondiente.

Para efectos de revisión, los desplazamientos laterales se obtienen del análisis realizado con las fuerzas sísmicas de diseño, y deberá considerarse la mayor distorsión de las que se calculan para cada elemento o subsistema vertical contenido en el entrepiso (marcos, muros y cualquier otro elemento vertical). Se deberán revisar los desplazamientos laterales para las dos condiciones de diseño siguientes.

a) Para el cumplimiento del **estado límite de seguridad contra colapso**, se revisará que las distorsiones obtenidas con el espectro de diseño, multiplicadas por QR, no excedan los valores especificados para la distorsión límite (γ max) según el sistema estructural que se haya adoptado. Q es el factor de comportamiento sísmico. El valor de R se calculará para el periodo fundamental de vibrar de la estructura. Los desplazamientos laterales y las distorsiones para esta condición se emplearán también para revisar los requisitos de separación de edificios colindantes, así como para el cálculo de los efectos de segundo orden estipulados en la sección.

c) Para el cumplimiento del requisito de **limitación de daños ante sismos frecuentes**, se revisará que las distorsiones de entrepiso determinadas para esta condición, no excedan 0.002, salvo que todos los elementos no estructurales sean capaces de soportar deformaciones apreciables o estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por sus deformaciones. En tal caso, el límite en cuestión será 0.004. Al calcular las

distorsiones mencionadas en este párrafo pueden descontarse las debidas a la flexión de conjunto de la estructura.

| Estructuración | Q | γ_{max} |
|---|----------------|----------------|
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal ⁽²⁾ | 2.0 | 0.010 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas | 2.0 | 0.005 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas huecas con refuerzo horizontal ⁽²⁾ | 2.0 | 0.008 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas huecas | 1.5 | 0.004 |
| Muros de carga de mampostería de piezas huecas reforzadas interiormente | 1.5 | 0.006 |
| Muros diafragma | ⁽³⁾ | ⁽⁴⁾ |
| Muros de carga de mampostería confinada en combinación con otro sistema estructural de concreto o acero | ⁽³⁾ | ⁽⁴⁾ |
| Muros de carga de mampostería de piezas huecas o macizas no confinados ni reforzados ⁽⁵⁾ | 1.0 | 0.002 |
| Mampostería de piedras naturales | 1.0 | 0.002 |

$$\gamma_{max} = 0.005$$

(1) Los sistemas estructurales de mampostería deben cumplir los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. La presente Tabla es válida para edificaciones de hasta 6 niveles. Para estructuras con un mayor número de niveles, se reducirá q en 0.5, pero en ningún caso q será menor a la unidad.

(2) Para que el sistema estructural sea considerado en esta categoría, todos los muros estructurales deben tener refuerzo horizontal.

(3) Cuando los muros sean parte de marcos o de estructuras que no puedan resistir al menos 70 por ciento de la carga lateral sin tomar en cuenta la resistencia de los muros, la ductilidad será de acuerdo con el tipo de mampostería utilizada en el muro diafragma. En caso contrario, podrá usarse el valor de Q asignado a los marcos o la estructura.

(4) Se tomará de acuerdo con el tipo de mampostería utilizada.

(5) Solo para revisión de estructuras existentes.

Factor de sobre-resistencia.

El factor de sobre-resistencia, R , debe determinarse con la ecuación siguiente:

$$R = k_1 R_0 + k_2$$

Donde R_0 es un factor básico de sobre-resistencia del sistema estructural, que se tomará igual a:

- 2.0 para estructuras de mampostería, y para sistemas estructurales de concreto, acero o compuestos que cumplen con los requisitos para adoptar un factor de comportamiento Q de 3 o mayor, según las reglas establecidas en el Capítulo 4;
- 1.75 para sistemas estructurales de concreto, acero o compuestos a los que se asigna Q menor que 3 según las reglas establecidas en el Capítulo 4.

k_1 , factor de corrección por hiperestaticidad, que es igual a:

- 0.8 para sistemas estructurales de concreto, acero o compuestos que tengan menos de tres crujeas resistentes a sismo en la dirección de análisis y dos o menos crujeas resistentes a sismo en la dirección normal a la de análisis;
- 1.0 para estructuras de mampostería, y para sistemas estructurales de concreto, acero o compuestos que tengan tres o más crujeas resistentes a sismo en las dos direcciones de análisis;
- 1.25 para los sistemas estructurales duales incluidos en las tablas 4.2.1 y 4.2.2 de las NTC-DS.

k_2 , factor de incremento para estructuras pequeñas y rígidas, que se obtiene con la expresión:

$$T := 0.2$$

$$k_2 = 0.5 \left[1 - (T/T_a)^{1/2} \right] > 0$$

$$T_a = 0.66$$

$$k_2 := 0.5 \left[1 - \left(\frac{T}{T_a} \right)^{1/2} \right] \quad k_2 = 0.225589$$

$$R := k_1 \cdot R_0 + k_2$$

$$R = 2.23$$

$$Q' = 1.6$$

$$Q'R := Q' \cdot R$$

$$Q'R = 3.57$$

Para la revisión del requisito de limitación de daños según, las distorsiones máximas de entrepiso deben obtenerse del análisis con el espectro de diseño reducido en función de los factores de comportamiento sísmico y sobre-resistencia, multiplicándolas por Q'R y por el factor K_s , que se determina como:

$$T_s := 0.712$$

$$K_{s1} := \text{if} \left[T_s \leq 0.5, \left(\frac{1}{6} \right), 0 \right] \quad K_{s1} = 0$$

$$K_{s2} := \text{if} \left[0.5 \leq T_s < 1.0, \left[\frac{1}{6 - 4 \cdot (T_s - 0.5)} \right], 0 \right] \quad K_{s2} = 0.19$$

$$K_{s3} := \text{if} \left[T_s \geq 1.0, \left(\frac{1}{4} \right), 0 \right] \quad K_{s3} = 0$$

Revisión de desplazamientos por nivel.

| Revisión de Desplazamientos Laterales Dirección Eje X Casa Habitación "Concepcion N° 22" | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|---------|---|------|--------------|--------------|--------------|--------------------------|----------|-------------|---------------------|------------|------------------|---------|--------|------------|--------|
| Q'R | 3.57 | | ks | 0.19 | | | | | | | | | | | | | |
| NIVEL | h | h entre | Distorsiones de Entrepiso (Δ maximas) | | | | | Seguridad Contra COLAPSO | | | Limitación de daños | | | | | | |
| | (cm) | (cm) | Node | L/C | X-Trans (cm) | Y-Trans (cm) | Z-Trans (cm) | Absolute (cm) | Δ rel. X | QR*Δ rel. X | Ymax | Conclusión | (QR*Δ rel. X)*ks | LIGADOS | | DESLLGADOS | |
| NIV 1 | 270 | 270 | 25 | 21 | 0.186 | 0.025 | 0.067 | 0.193 | 0.0007 | 0.00246 | 0.005 | cumple | 0.00047 | 0.002 | cumple | 0.004 | cumple |
| NIV 2 | 520 | 240 | 48 | 21 | 0.092 | 0.013 | 0.001 | 0.093 | 0.0004 | 0.00140 | 0.005 | cumple | 0.00027 | 0.002 | cumple | 0.004 | cumple |

| Revisión de Desplazamientos Laterales Dirección Eje Z Casa Habitación "Concepcion N° 22" | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|---------|---|-----|--------------|--------------|--------------|--------------------------|----------|-------------|---------------------|------------|------------------|---------|--------|------------|--------|
| NIVEL | h | h entre | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (cm) | (cm) | Distorsiones de Entrepiso (Δ maximas) | | | | | Seguridad Contra COLAPSO | | | Limitación de daños | | | | | | |
| | (cm) | (cm) | Node | L/C | X-Trans (cm) | Y-Trans (cm) | Z-Trans (cm) | Absolute (cm) | Δ rel. Z | QR*Δ rel. Z | Ymax | Conclusión | (QR*Δ rel. Z)*ks | LIGADOS | | DESLLGADOS | |
| NIV 1 | 270 | 270 | 25 | 21 | 0.186 | 0.025 | 0.067 | 0.193 | 0.0002 | 0.0009 | 0.005 | cumple | 0.00017 | 0.002 | cumple | 0.004 | cumple |
| NIV 2 | 520 | 240 | 48 | 21 | 0.092 | 0.013 | 0.001 | 0.093 | 0.0003 | 0.0010 | 0.005 | cumple | 0.00019 | 0.002 | cumple | 0.004 | cumple |

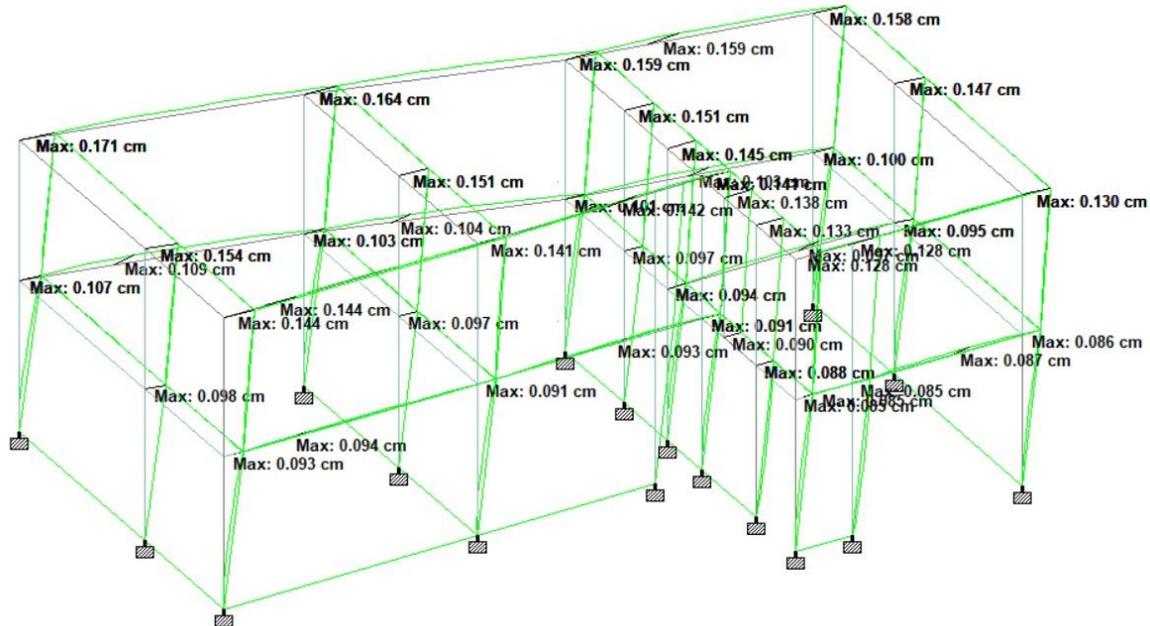


Imagen 5.4.1 a) Desplazamientos Sismo en x.

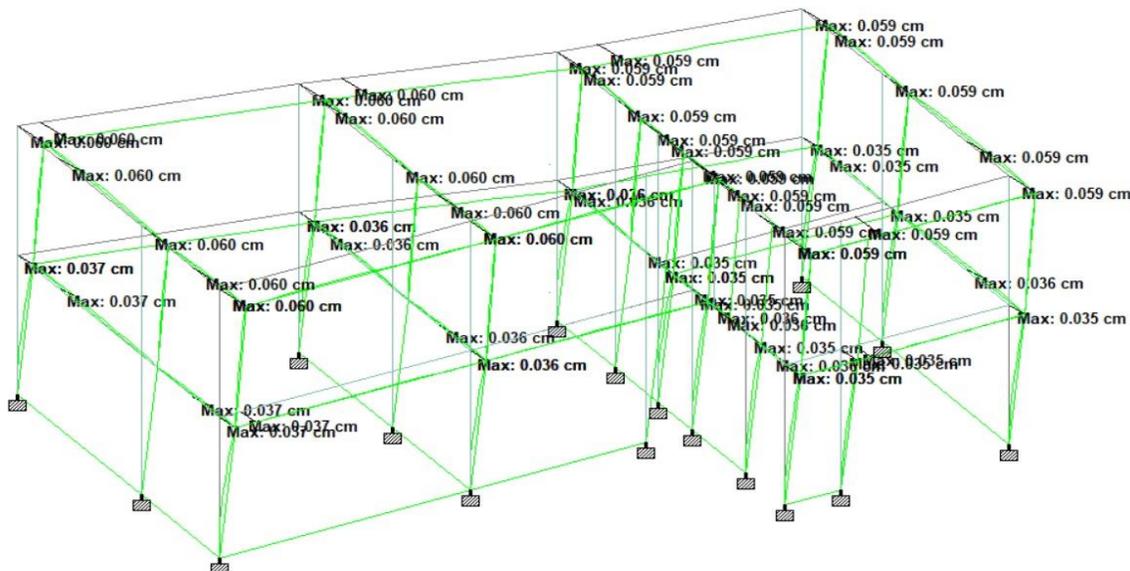


Imagen 5.4.1 b) Desplazamientos Sismo en z.

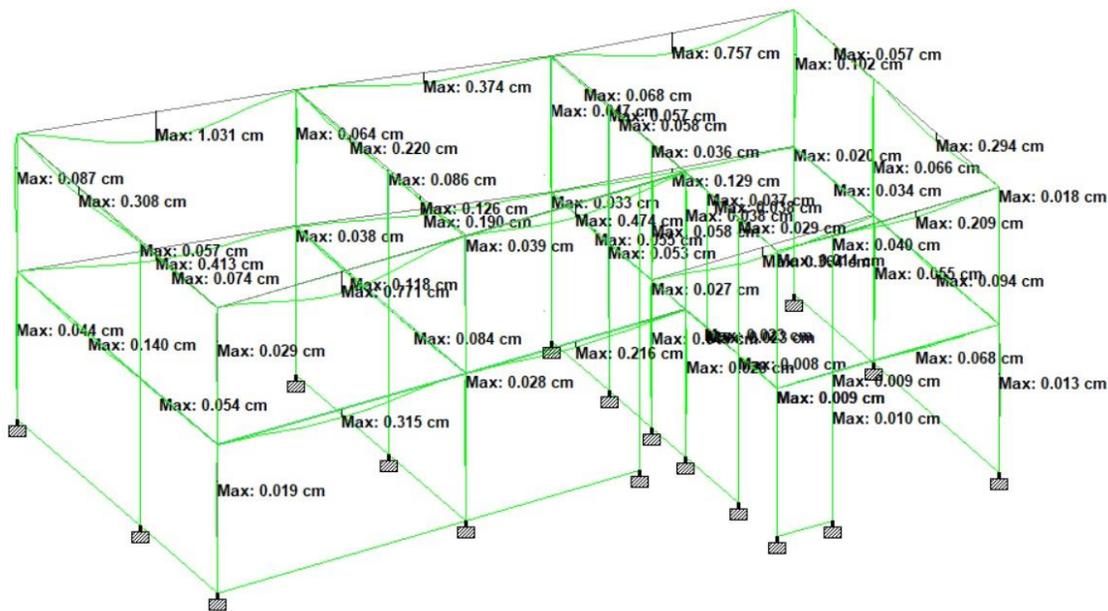


Imagen 5.4.1 c) Desplazamientos Estado Límite de Falla.

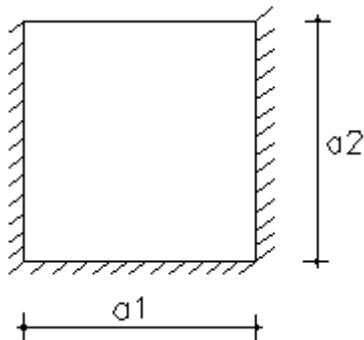
La planta de losa anterior es la de azotea la cual aún no está construida, en ella se muestran cinco tableros, se tomara el talero más desfavorable para el diseño de la misma.

La losa se apoyara en dalas de concreto, lo que convierte nuestro sistema losa - dalas en un sistema monolítico.

Sistema monolítico: se refiere a elementos que están diseñados con la misma clase de material, para este ejemplo se utilizara concreto para la losa y para los apoyos (vigas).

Sistema no monolítico: en este sistema la losa es de concreto y los apoyos son de otro material, por lo general son apoyos de acero (vigas de acero) en un caso muy remoto vigas de madera u otro material que pueda considerarse suficientemente resistente para soportar las cargas que las losas le puedan administrar, durante la etapa de servicio.

Revisión de tablero extremo de tres bordes discontinuos, un lado largo continuo.



DATOS

Longitud del claro corto $a1 := 4.34 \cdot r$

Longitud del claro largo $a2 := 7.03 \cdot r$

Peralte total de la losa (propuesto) $h := 10 \cdot \text{cm}$

Recubrimiento $r := 2.0 \cdot \text{cm}$

Peralte efectivo $d := h - r$ $d = 7.5 \cdot \text{cm}$

Ancho unitario de losa $b := 1.0 \cdot r$

Relación de lados corto a largo $\mu := \frac{a1}{a2}$ $\mu = 0.617$

Constantes de cálculo.

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto $f'c := 250 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$f'c := 0.8 \cdot f'c$ $f'c = 200 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$f''c := 0.85 \cdot f'c$ $f''c = 212.5 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

f_y = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

$$f_y := 4200 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

FC = factor de carga

$$FC := 1.4$$

Porcentaje de acero mínimo por temperatura

$$\rho_{\text{mín}} := 0.002 \quad \rho_{\text{mín}} = 0.002$$

Porcentaje de acero máximo a flexión

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \left(\frac{f'_c}{f_y} * \frac{\beta_1 * 4800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{f_y + 6000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right)$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.018$$

Cargas.

Carga muerta total

$$W_m = 0.545 \cdot \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

Cargas vivas

Carga viva máxima

$$W_{vm} := 0.1 \cdot \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

Cargas totales

Carga total en condiciones de servicio

$$W_s := W_m + W_{vr}$$

$$W_s = 0.645 \cdot \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

Carga total última

$$W_u := W_s \cdot FC$$

$$W_u = 0.903 \cdot \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

CALCULO DEL PERALTE

Perímetro $per := a_2 \cdot 1.25 \cdot 2 + a_1 + a_1 \cdot 1.25$ $per = 2726.5 \cdot cr$

Esfuerzo en el acero en cond. de servicio $fs := 0.6 \cdot fy$ $fs = 2520 \cdot \frac{kg}{cm^2}$

Factor de corrección del perímetro

$$f_{cp} := \text{if} \left[\left(fs > 2000 \cdot \frac{kg}{cm^2} \right) \cdot \left(W_s > 380 \cdot \frac{kg}{m^2} \right), 0.032 \cdot \left[\left(fs \cdot \frac{cm^2}{kg} \right) \cdot \left(W_s \cdot \frac{m^2}{kg} \right) \right]^{\frac{1}{4}}, 1 \right] \quad f_{cp} = 1.143$$

Perímetro corregido..... $pc := f_{cp} \cdot per$ $pc = 3115.269 \cdot cr$

Peralte efectivo mínimo..... $dmín := \frac{pc}{250}$ $dmín = 12.461 \cdot cr$

Peralte total mínimo..... $hmín := dmín + r$ $hmín = 14.461 \cdot cr$

La clasificación de tableros la podemos encontrar en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Para el cálculo de momentos en las franjas centrales utilizaremos la siguiente tabla y haremos una interpolación para encontrar los momentos con la relación a_1/a_2 , para posteriormente con el momento de mayor magnitud calcular el peralte por flexión.

Antes que nada revisar la relación a_1/a_2 la cual tiene que ser menor a dos para considerar que la losa se puede diseñar por este método. Una relación menor a dos

indica que la losa trabaja en dos direcciones es decir la losa necesita acero de refuerzo en los dos sentidos, una relación mayor a dos indica que la losa trabaja en una dirección y por lo tanto la losa solo necesita acero de refuerzo en sentido perpendicular al lado largo.

Tomando en cuenta la nota revisamos nuestra relación de claro largo a claro corto, para poder saber si nuestro sistema trabaja en dos direcciones.

Se revisa $a_1/a_2 = 7/4.34 = 1.61$ nuestro sistemas de losa trabaja en dos direcciones, por lo tanto podemos continuar con este método de diseño.

| Tablero | Momento | Claro | Relación de lados corto a largo, $m = a_1/a_2$ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------|--|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | 0 | | 0.5 | | 0.6 | | 0.7 | | 0.8 | | 0.9 | | 1.0 | |
| | | | I ² | II ³ | I | II |
| Interior Todos los bordes continuos | Negativo en bordes interiores | corto largo | 998 516 | 1018 544 | 553 409 | 565 431 | 489 391 | 498 412 | 432 371 | 438 388 | 381 347 | 387 361 | 333 320 | 338 330 | 288 288 | 292 292 |
| | Positivo | corto largo | 630 175 | 668 181 | 312 139 | 322 144 | 268 134 | 276 139 | 228 130 | 236 135 | 192 128 | 199 133 | 158 127 | 164 131 | 126 126 | 130 130 |
| De borde Un lado corto discontinuo | Negativo en bordes interiores | corto largo | 998 516 | 1018 544 | 568 409 | 594 431 | 506 391 | 533 412 | 451 372 | 478 392 | 403 350 | 431 369 | 357 326 | 388 341 | 315 297 | 346 311 |
| | Negativo en bordes discontinuos | largo | 326 | 0 | 258 | 0 | 248 | 0 | 236 | 0 | 222 | 0 | 206 | 0 | 190 | 0 |
| | Positivo | corto largo | 630 179 | 668 187 | 329 142 | 356 149 | 292 137 | 306 143 | 240 133 | 261 140 | 202 131 | 219 137 | 167 129 | 181 136 | 133 129 | 144 135 |
| De borde Un lado largo discontinuo | Negativo en bordes interiores | corto largo | 1060 587 | 1143 687 | 583 465 | 624 545 | 514 442 | 548 513 | 453 411 | 481 470 | 397 379 | 420 426 | 346 347 | 364 384 | 297 315 | 311 346 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------------|-------|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| De esquina Dos lados adyacentes discontinuos | Negativo en bordes discontinuos | corto | 651 | 0 | 362 | 0 | 321 | 0 | 283 | 0 | 250 | 0 | 219 | 0 | 190 | 0 |
| | Positivo | corto | 751 | 912 | 334 | 366 | 285 | 312 | 241 | 263 | 202 | 218 | 164 | 175 | 129 | 135 |
| | | largo | 185 | 200 | 147 | 158 | 142 | 153 | 138 | 149 | 135 | 146 | 134 | 145 | 133 | 144 |
| | Extremo Tres bordes discontinuos un lado largo continuo | Negativo en bordes interiores | corto | 1060 | 1143 | 598 | 653 | 530 | 582 | 471 | 520 | 419 | 464 | 371 | 412 | 324 |
| Negativo en borde discontinuo | | largo | 600 | 713 | 475 | 564 | 455 | 541 | 429 | 506 | 394 | 457 | 360 | 410 | 324 | 364 |
| | | corto | 651 | 0 | 362 | 0 | 321 | 0 | 277 | 0 | 250 | 0 | 219 | 0 | 190 | 0 |
| Positivo | | largo | 326 | 0 | 258 | 0 | 248 | 0 | 236 | 0 | 222 | 0 | 206 | 0 | 190 | 0 |
| | corto | 751 | 912 | 358 | 416 | 306 | 354 | 259 | 298 | 216 | 247 | 176 | 199 | 137 | 153 | |
| Extremo Tres bordes discontinuos un lado corto continuo | Negativo en borde continuo | largo | 191 | 212 | 152 | 168 | 146 | 163 | 142 | 158 | 140 | 156 | 138 | 154 | 137 | 153 |
| | | corto | 1060 | 1143 | 970 | 1070 | 890 | 1010 | 810 | 940 | 730 | 870 | 650 | 790 | 570 | 710 |
| | Negativo en bordes discontinuos | largo | 651 | 0 | 370 | 0 | 340 | 0 | 310 | 0 | 280 | 0 | 250 | 0 | 220 | 0 |
| | | corto | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 |
| Aislado Cuatro lados discontinuos | Positivo | largo | 751 | 912 | 730 | 800 | 670 | 760 | 610 | 710 | 550 | 650 | 490 | 600 | 430 | 540 |
| | | corto | 185 | 200 | 430 | 520 | 430 | 520 | 430 | 520 | 430 | 520 | 430 | 520 | 430 | 520 |
| | Negativo en borde continuo | largo | 570 | 710 | 570 | 710 | 570 | 710 | 570 | 710 | 570 | 710 | 570 | 710 | 570 | 710 |
| | | corto | 570 | 0 | 480 | 0 | 420 | 0 | 370 | 0 | 310 | 0 | 270 | 0 | 220 | 0 |
| Aislado Cuatro lados discontinuos | Negativo en borde discontinuo | largo | 330 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 |
| | | corto | 1100 | 1670 | 960 | 1060 | 840 | 950 | 730 | 850 | 620 | 740 | 540 | 660 | 430 | 520 |
| | Positivo | largo | 200 | 250 | 430 | 540 | 430 | 540 | 430 | 540 | 430 | 540 | 430 | 540 | 430 | 540 |
| | | corto | 570 | 0 | 550 | 0 | 530 | 0 | 470 | 0 | 430 | 0 | 380 | 0 | 330 | 0 |
| Aislado Cuatro lados discontinuos | Negativo en bordes discontinuos | largo | 330 | 0 | 330 | 0 | 330 | 0 | 330 | 0 | 330 | 0 | 330 | 0 | 330 | 0 |
| | | corto | 1100 | 1670 | 830 | 1380 | 800 | 1330 | 720 | 1190 | 640 | 1070 | 570 | 950 | 500 | 830 |
| Aislado Cuatro lados discontinuos | Positivo | largo | 200 | 250 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 |
| | | corto | 200 | 250 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 | 500 | 830 |

Tabla de coeficientes de momentos flexionantes para tableros rectangulares, franjas centrales.

Para hacer la interpolación lineal se utiliza la siguiente formula:

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0)$$

Calculo del primer momento:

$$y = 890 + \frac{810 - 890}{0.7 - 0.6}(0.62 - 0.6) = 874$$

CALCULO DE MOMENTOS

| I.-COEFICIENTES DE CALCULO | | Interpolando | | |
|----------------------------|-------|--------------|--------|--------|
| | | 0.6 | 0.7 | 0.62 |
| | | Caso I | Caso I | Caso I |
| L. CORT. CONT. (-) | = 874 | 890 | 810 | 874 |
| L. CORTO DISC. (-) | = 334 | 340 | 310 | 334 |
| L. CORTO POS. (+) | = 220 | 220 | 220 | 220 |
| L. LARGO DISC. (-) | = 658 | 670 | 610 | 658 |
| L. LARGO POS. (+) | = 430 | 430 | 430 | 430 |

Constante para determinar momentos $k := (1 \cdot 10^{-4}) \cdot W_u \cdot a l^2$ $k = 1.701 \cdot \text{kg}$

| | | |
|--------------------|----------------------|---------------|
| CORTO CONT. (-) | = (1.70) (874) = | 1486.547 Kg.m |
| CORTO DISCONT. (-) | = (1.70) (334) = | 568.1 Kg.m |
| CORTO POSITIVO (+) | = (1.70) (220) = | 374.188 Kg.m |
| LARGO DISCONT. (-) | = (1.70) (658) = | 1119.2 Kg.m |
| LARGO POS. (+) | = (1.70) (430) = | 731.3675 Kg.m |

Para el cálculo del peralte por flexión se tomara el momento de mayor magnitud que salió igual a 1486.547 kg*m.

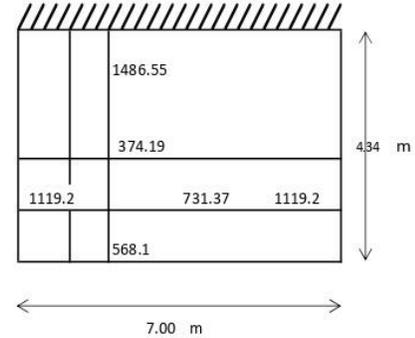
III.- CALCULO DE PERALTE CON MAYOR MOMENTO

$$d = \sqrt{\frac{MR}{(FR)(b)(F'c)(Y(1-(0.5)(Y)))}}$$

$$= \sqrt{\frac{148654.699}{(0.9)(100)(250)(0.04(1-(0.5)(0.04)))}}$$

$$= \sqrt{\frac{148654.699}{(22500)(0.043292)}} = \sqrt{\frac{148654.7}{974.0675}} = 12.35 \text{ Cm}$$

$$= 13.00 \text{ Cm} + 2 \text{ Cm (Recubrimiento)} = 15 \text{ Cm}$$



$$y = \% \frac{F_y}{F'c} = (0.00264) \left(\frac{4200}{250} \right) = 0.04$$

$$\% \text{ min} = \frac{0.7 \sqrt{f'c}}{f_y} = \left(\frac{0.7}{4200} \right) \left(\frac{15.811}{4200} \right) = \frac{11.07}{4200} = 0.002635$$

IV.- AREA DE ACERO EN CADA LADO DEL TABLERO

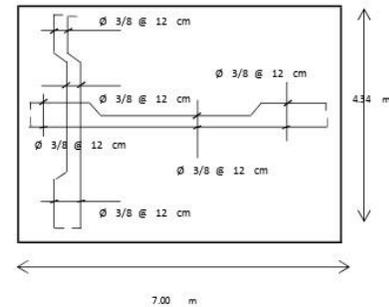
$$A_s = \frac{MR}{(FR)(F_y)(d)(1-(0.5)(y))}$$

$$= \frac{148654.699}{(0.9)(4200)(13)(1.00-(0.5)(0.04))}$$

$$= \frac{148654.699}{(49140)(0.977864)} = \frac{148654.699}{48052.23973} = 3.09 \text{ Cm}^2$$

$$= \frac{3}{8} (0.71) = 4.36 \text{ VARS}$$

$$= 4.36 \text{ VARS}$$



SEPARACION = 22.951 Cm
 SEPARACION = 11.5 Cm
 por camb volum. = 18.2 Cm

Ø 3/8 @ 12.0 Cm

- la separacion del refuerzo no excederá de 50 cm. Ni de 3.5 veces el espesor de la losa

V.-ESFUERZO CORTANTE (V)

$$= \left(\frac{a1}{2} - d \right) (w)$$

$$1 + \left(\frac{a1}{a2} \right)^6$$

$$= \left(\frac{4.34}{2} - 0.1 \right) (903) = \left(\frac{2.04}{1 + 0.057} \right) \left(\frac{903}{1.057} \right) = \frac{1842.12}{1.057} = 1,743.11 \text{ Kg}$$

$$= (V) (115 \%] \text{Por tener bordes continuos y discontinuos}) = 2,004.58 \text{ Kg}$$

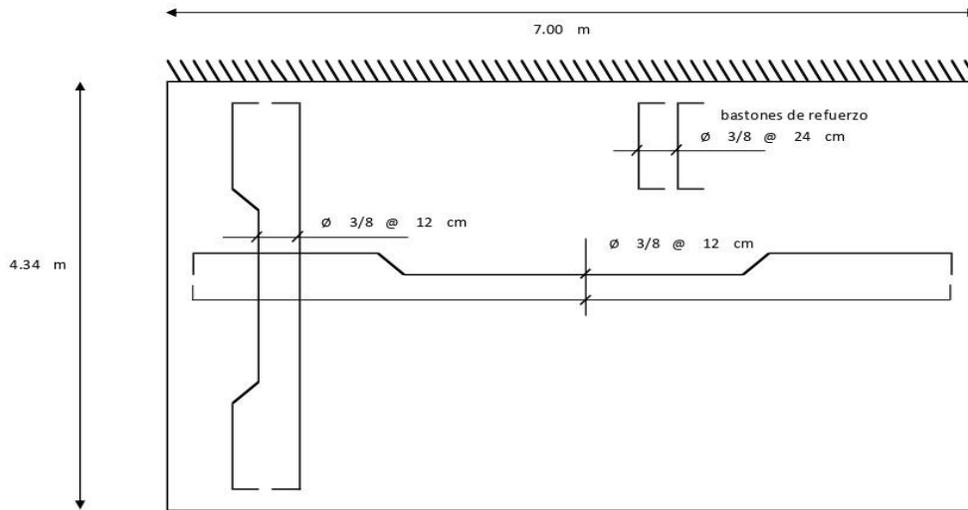
CORTANTE RESISTENTE = $0.5 (FR) (b) (d) \sqrt{ (f'c) }$
 (VCR)

$$= 0.5 (0.8) (100) (13) \sqrt{ 212.5 }$$

$$= (520) (14.577) = 7,580.24 \text{ Kg}$$

$$VCR > V \quad (\text{CORRECTO})$$

VI.-RESUMEN



| | | |
|-----------|--------|--------------------|
| Tablero: | II | |
| Carga Wu: | 903.00 | Km/m ² |
| f'c: | 250 | Km/cm ² |
| Peralte: | 15.0 | cm |

3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA.

Las viviendas construidas por sus propietarios, sin asesoría técnica, se denominan viviendas autoconstruidas, sin planos hechos por profesionales, que permitan una estructura apropiada y segura, saludable y cómoda para sus habitantes. Con el transcurrir de los años se completa el primer piso con muros de ladrillo y elementos de concreto y luego se van ampliando otros pisos. Es común encontrar que la estructura del primer piso no es adecuada para soportar el incremento del peso de los pisos superiores, generando una condición de fragilidad o debilidad, lo que denominamos una vulnerabilidad. Por esta razón, es necesario reforzar los cimientos y, en algunos casos los muros, para reducir el riesgo de falla y daños, especialmente en caso de sismo. Las viviendas deben tener una cantidad mínima de muros con refuerzo, pero en las viviendas auto-construidas no se respeta esto, por lo que también deben ser reforzadas.

Para el reforzamiento de la vivienda nos basaremos en las *Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería* y que a su vez pueda cumplir rubro de mampostería confinada.

3.1 MAMPOSTERÍA CONFINADA

Es la que está reforzada con castillos y dalas. Para ser considerados como confinados, los muros deben cumplir con los requisitos de las imágenes 3 a), 3 b) y 3 c). En esta modalidad, los castillos o porciones de ellos se cuelan una vez construido el muro o la parte de él que corresponda.

Los castillos serán externos si se construyen por fuera de la mampostería; los castillos internos son los que se construyen dentro de piezas huecas, de modo que no son visibles desde el exterior.

3.2 CASTILLOS Y DALAS.

Los castillos y dalas deberán cumplir con lo siguiente: Imagen 3 a) y 3 b).

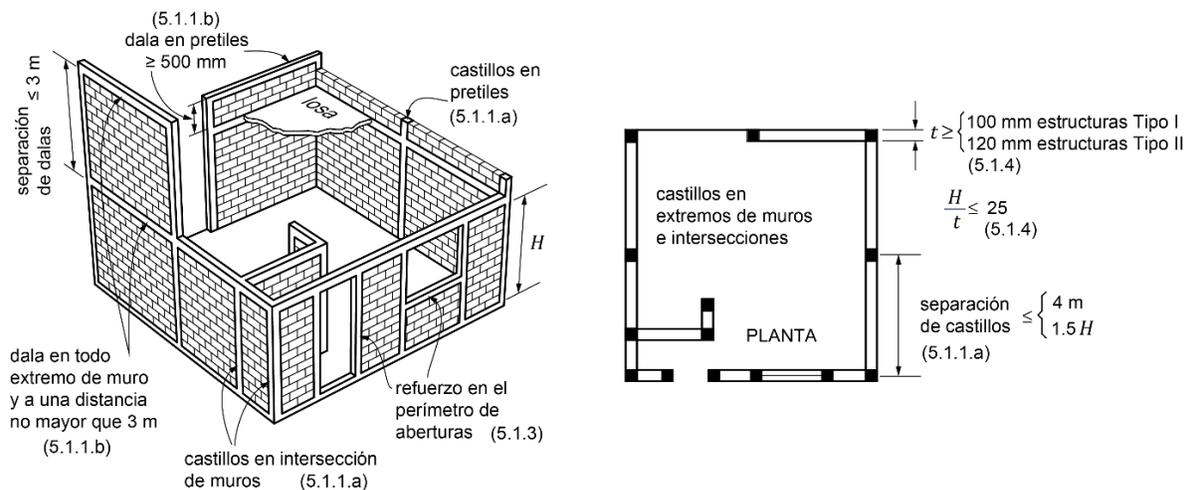


Imagen 3 a) Requisitos para mampostería confinada.

- Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que $1.5H$ ni 4 m. Los pretilos o parapetos deberán tener castillos con una separación no mayor que 4 m.
- Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm (figura 0.2). Aun en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal. Además, existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor que 3 m y en la parte superior de pretilos o parapetos cuya altura sea superior a 500 mm.
- Los castillos y dalas tendrán como dimensión mínima el espesor de la mampostería del muro, t . En el caso de los castillos, la dimensión paralela al muro no será menor que 150 mm.

d) El concreto de castillos y dadas de muros interiores y exteriores en ambientes no agresivos tendrá una resistencia a compresión, f'_c , no menor que 150 kg/cm².

e) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala deberá dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de cuatro barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la siguiente ecuación:

$$A_S = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} b_c h_c \quad 0.1$$

Donde A_S es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala, h_c es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro y b_c la dimensión perpendicular al plano del muro.

f) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.

g) Los castillos y dadas estarán reforzados transversalmente por estribos cerrados y con un área, A_{sc} , al menos igual a la calculada con la siguiente ecuación:

$$A_{sc} = \frac{1000s}{f_y h_c} \quad 0.2$$

La separación de los estribos, s , no excederá de t ni de 200 mm.

h) En estructuras Tipo II, se suministrará refuerzo transversal con área igual a la calculada con la ecuación 0.2, con una separación no mayor que $h_c/2$ dentro de una longitud H_0 en cada extremo de los castillos. La longitud H_0 se tomará como el mayor de $H/6$ y 400 mm.

i) Para facilitar la colocación y compactación del concreto en castillos se podrán utilizar estribos “vuelta un cuarto”.

3.3 MUROS CON ABERTURAS.

Existirán elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda abertura cuyas dimensiones horizontal o vertical excedan de 400 mm en estructuras Tipo I o 600 mm en estructuras Tipo II imagen 3 c). También se colocarán elementos verticales y horizontales de refuerzo en aberturas con altura igual a la del muro imagen 3 a).

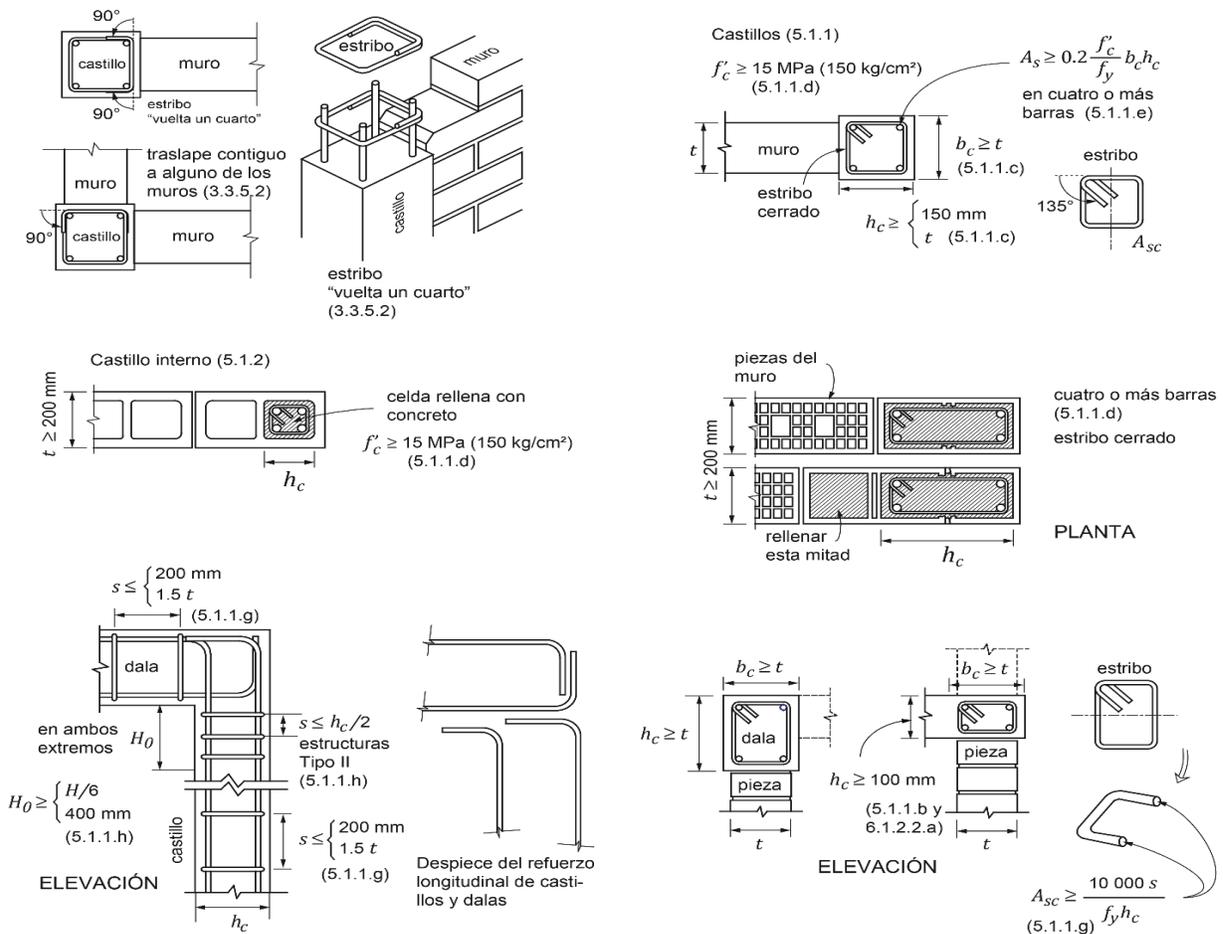


Imagen 3 b) Castillos y dalas.

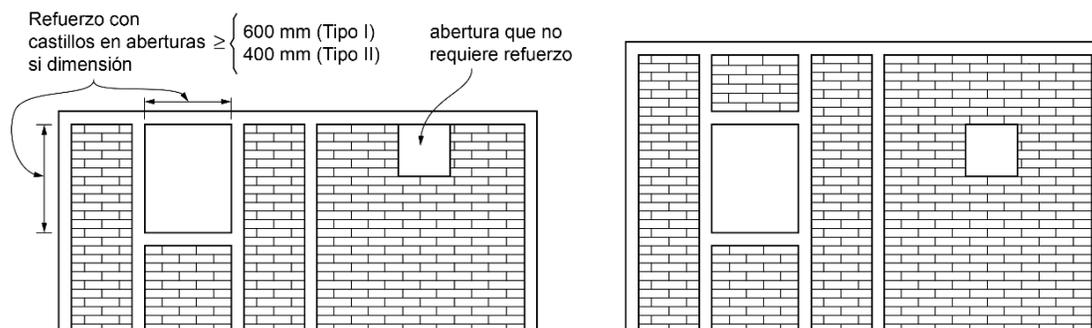


Imagen 3 c) Refuerzo en el perímetro de aberturas.

En muros con castillos internos, se aceptará sustituir a la dala de la parte inferior de una abertura por acero de refuerzo horizontal anclado en los castillos internos que confinan a la abertura. El refuerzo consistirá de barras capaces de alcanzar en conjunto una tensión a la fluencia de 2950 kg.

Espesor y relación altura a espesor de los muros.

En estructuras Tipo I, el espesor de los muros de mampostería, t , no será menor que 100 mm, ni que 120 mm en estructuras Tipo II. En ningún caso la relación altura libre a espesor de la mampostería del muro, H/t , excederá de 25.

3.4 MALLAS DE ALAMBRE SOLDADO.

Las mallas de alambre soldado se deberán anclar a la mampostería, así como a los castillos y dalas si existen, de manera que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia.

Se aceptará ahogar la malla en el concreto; para ello, deberán ahogarse cuando menos dos alambres perpendiculares a la dirección de análisis, distando el más próximo no menos de 50 mm de la sección considerada. Si para fijar la malla de

alambre soldado se usan conectores instalados a través de una carga explosiva de potencia controlada o clavos de acero, la separación máxima será de 450 mm.

Las mallas deberán rodear los bordes verticales de muros y los bordes de las aberturas. Si la malla se coloca sobre una cara del muro, la porción de malla que rodea los bordes se extenderá al menos dos veces la separación entre alambres transversales. Esta porción de malla se anclará de modo que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia.

Si el diámetro de los alambres de la malla no permite doblarla alrededor de bordes verticales de muros y los bordes de aberturas, se aceptará colocar un refuerzo en forma de letra "C" hecho con malla de calibre no inferior al 10 (3.43 mm de diámetro) que se traslape con la malla principal.

Se admitirá que la malla se fije en contacto con la mampostería.

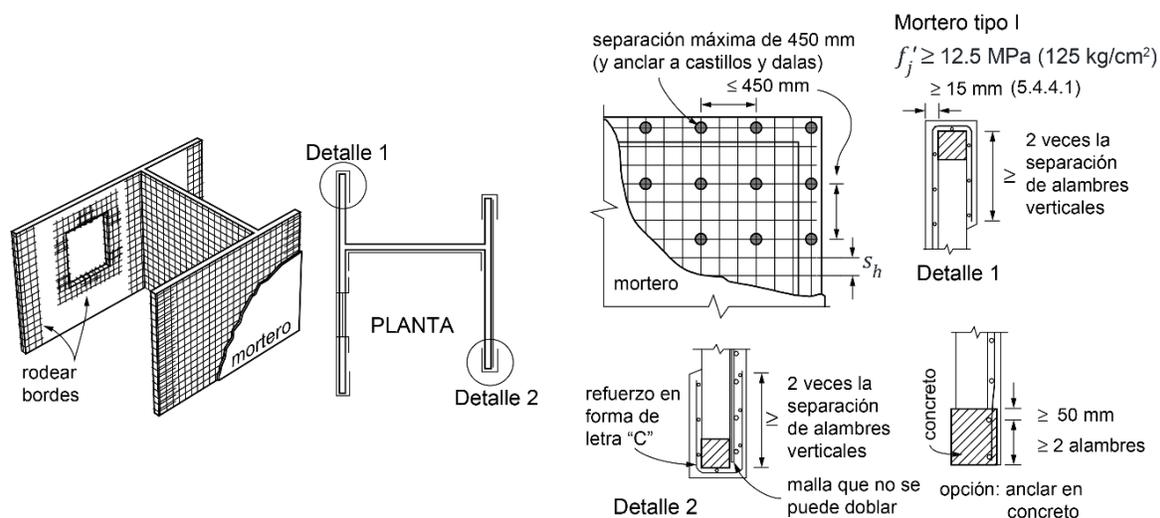


Imagen 3 d) Refuerzo con malla de alambre soldado y recubrimiento de mortero.

3.5 ANCLAJE DEL REFUERZO VERTICAL EN CIMIENTOS.

El refuerzo vertical de muros y otros elementos deberá extenderse dentro de los elementos de la cimentación, tales como zapatas, losas, contratrabes, etc., y deberá anclarse de modo que pueda alcanzarse el esfuerzo especificado de fluencia a tensión. El anclaje se revisará según las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

El refuerzo vertical podrá anclarse como barra recta o con dobleces a 90 grados. En este último caso, los dobleces se ubicarán cerca del fondo de la cimentación, con los tramos rectos orientados hacia el interior del elemento vertical.

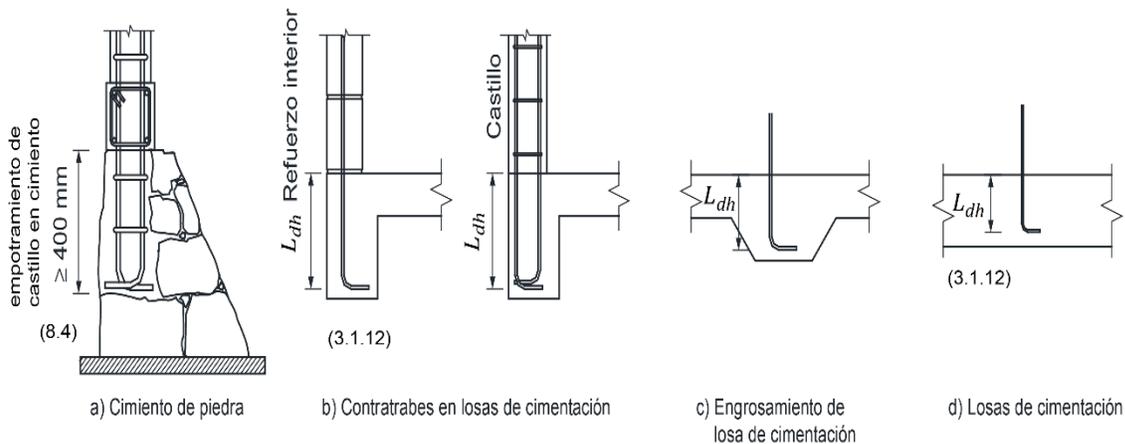
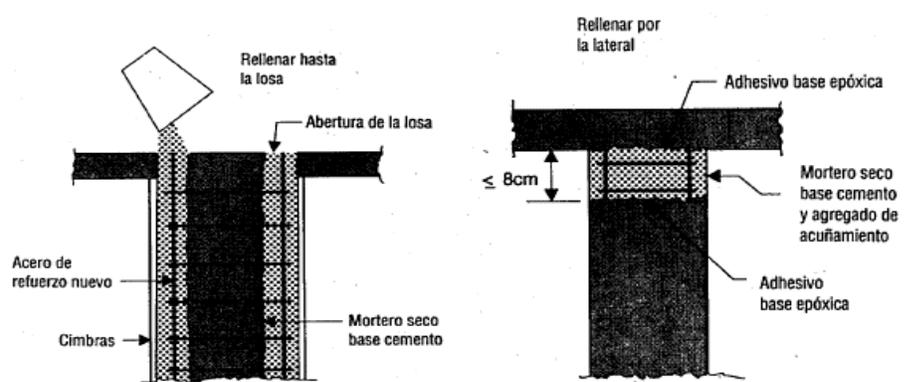
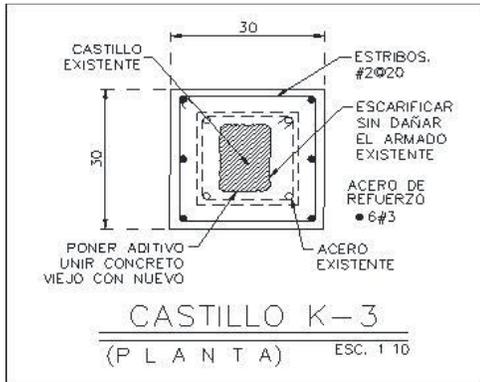


Imagen 3 e) Anclaje del refuerzo en cimentaciones.

A continuación se dará la descripción del reforzamiento que se recomienda de manera puntual y más detallada, con los procesos constructivos que deberán seguirse para garantizar que el trabajo sea el adecuado.

Se anexan los planos RE-01 Y RE-02, en cuales se especifican los trabajos de reforzamiento.

3.6 REFORZAMIENTO DE CASTILLOS.



Reforzar los castillos de los ejes 1-A, 2-B, 3-C y 4-D, ampliando su sección de 20 x 20 cm a 30 x 30 cm.

Apuntalar la estructura y descargar los castillos. Retirar los puntales después de 14 días.

Escarificar el castillo existente sin dañar el armado existente. Colocar el acero de refuerzo longitudinal, anclar en la cimentación. Abrir caja en la losa de entrepiso y pasar el acero. Colocar los estribos.

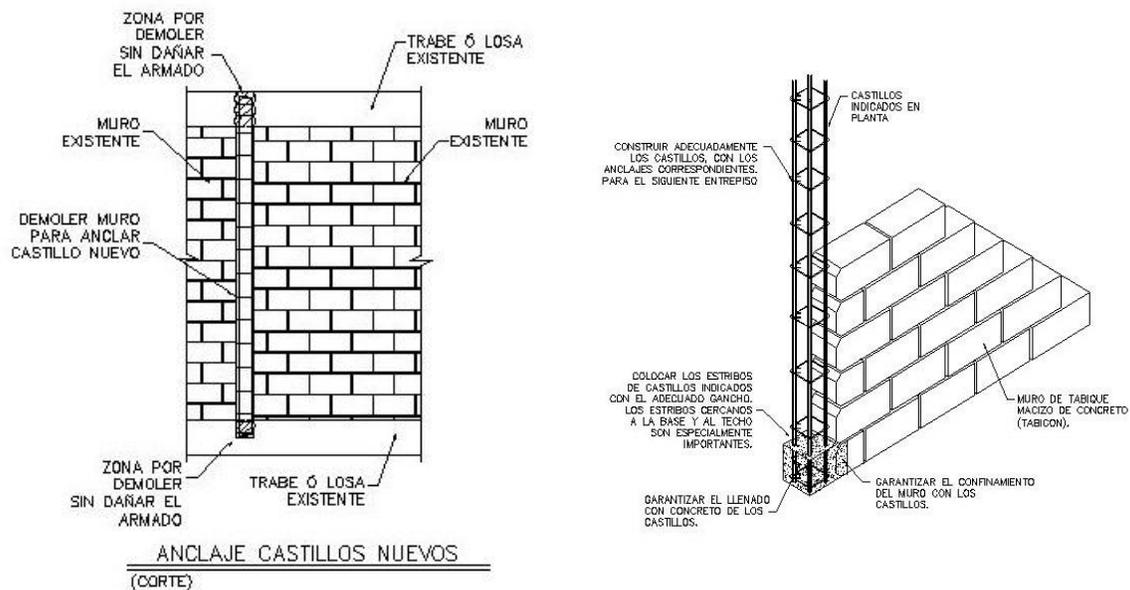
Colocar separadores en el acero de refuerzo longitudinal y en los estribos, tanto para mantenerlos a 2 cm del núcleo como para garantizar un recubrimiento mínimo de 2 cm. Retirarlos y aplicar el conector de adherencia, adhesivo epóxico. Colocar la cimbra y verter el concreto, compactándolo bien. Emplear desmoldante. Descimbrar después de 48 horas y repetir la operación en el tramo superior. El último tramo no debe tener una altura superior a 30 cm y el concreto deberá ser vertido a través de los orificios practicados en la losa.

En caso de que esto último no sea posible, entonces se deberá realizar un relleno a una altura no superior a 8 cm con mortero seco del tipo base cemento.

El curado será saturado de agua por 14 días o dos manos de adhesivo de base acrílica (membrana de curado), inmediatamente después de descimbrar. En las primeras 36 horas evitar la irradiación solar directa tapando la superficie.

Al no estar colada la losa de azotea solo se escarifican los castillos, se coloca el acero de refuerzo, se cimbra y se vierte el concreto por la parte de arriba de la cimbra compactándolo bien.

3.7 REFUERZO DE MUROS CON CASTILLOS NUEVOS.



Apuntalar la estructura y descargar los castillos. Retirar los puntales después de 14 días.

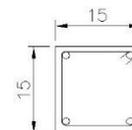
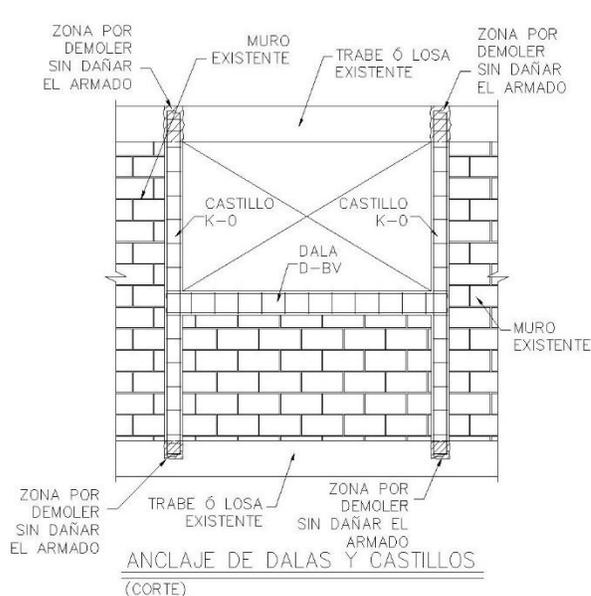
Demoler parte del muro existente y abrir caja para colocar el nuevo castillo. Colocar el acero de refuerzo longitudinal, anclar en la cimentación y anclar con el acero del castillo superior con el traslape indicado. Abrir caja en la losa de entrepiso y pasar el acero del castillo. Colocar los estribos indicados. Aplicar el conector de adherencia, adhesivo epóxico.

Colocar la cimbra y verter el concreto, compactándolo bien. Emplear desmoldante. Descimbrar después de 48 horas y repetir la operación en el tramo superior. El último tramo no debe tener una altura superior a 30 cm y el concreto deberá ser vertido a través de los orificios practicados en la losa.

En caso de que esto último no sea posible, entonces se deberá realizar un relleno a una altura no superior a 8 cm con mortero seco del tipo base cemento.

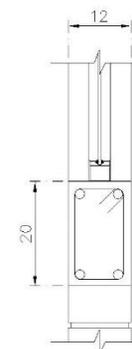
El curado será saturado de agua por 14 días o dos manos de adhesivo de base acrílica (membrana de curado), inmediatamente después de descimbrar. En las primeras 36 horas evitar la irradiación solar directa tapando la superficie.

3.8 REFUERZO DE ABERTURAS EN MUROS.



CASTILLO K-0

○ 4#3, E#2@20



DALA D-BV

○ 4#3, E#2@20

Apuntalar la estructura y descargar los muros de la losa. Retirar los puntales después de 14 días.

Demoler parte del muro existente y de la losa o dala existente para anclar el castillo. Colocar el acero de refuerzo longitudinal con los estribos indicados, anclar en la cimentación y anclar en la losa. Armar la dala en vano bajo de ventana con el acero de refuerzo y sus estribos, anclar en los castillos de los extremos de la abertura.

Colocar la cimbra y verter el concreto, compactándolo bien. Emplear desmoldante. Descimbrar después de 48 horas y repetir la operación en el tramo superior. El último tramo no debe tener una altura superior a 30 cm y el concreto deberá ser vertido a través de los orificios practicados en la losa.

Se debe retirar todo recubrimiento del muro y en caso de muros dañados, los fragmentos y piezas sueltas. La superficie de la mampostería deberá estar limpia de polvo y partículas, previo al encamisado, se recomienda reparar las grietas.

En muros hechos con piezas macizas, las mallas de calibre pequeño (8 y 10) se pueden fijar con clavos de 64 mm de longitud de concreto colocados manualmente con martillo. Se recomienda una separación vertical y horizontal de los clavos de concreto de 450 mm; si las piezas son de mala calidad, se puede reducir la separación a 250 mm.

Las mallas deben rodear a los castillos, esto se puede resolver traslapando la malla en forma de u que rodeará el castillo con las mallas sobre el muro. Las mallas deben ser continuas en muros ortogonales; en los cambios de dirección conviene incrementar el número de conectores. Si las mallas no se pueden doblar, debido particularmente a que son de alto calibre, se pueden usar mallas de menor calibre traslapadas adecuadamente, las mallas deben rodear las aberturas en los muros. El mortero se puede colocar manualmente (colados en sitio) o bien con dispositivos neumáticos (lanzados), siguiendo los procedimientos recomendados para concreto lanzado. En cualquier caso, antes de aplicar el mortero o colado, se debe saturar la superficie del muro.

En caso de mampostería confinada será necesario anclar las mallas a los castillos y dadas, así como recubrir estos elementos con el mortero o concreto del encamisado.

Previo a la colocación de las mallas se retira la capa exterior de lechada (escarificar) y el polvo, así como exponer el agregado grueso del castillo o dala.

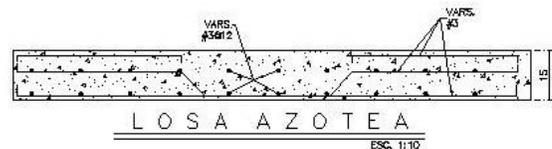
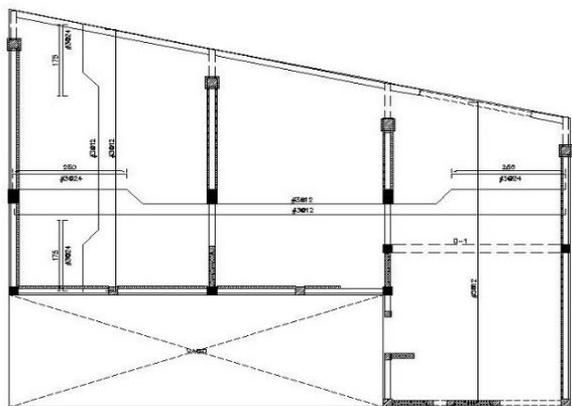
Para incrementar la durabilidad del recubrimiento, se deben seguir las recomendaciones para concreto, en particular en lo relacionado con la graduación de la arena.

Si la arena que se usa para el mortero contiene demasiados finos, se incrementa la probabilidad de fisuramiento por contracción, lo que facilita la penetración de humedad y cloruros, y aumenta el riesgo de corrosión.

Es conveniente extender el encamisado de los muros de planta baja a los cimientos del muro.

Resulta obvio la conveniencia de prestar atención a la impermeabilización del encamisado que esté expuesto a la humedad del terreno.

3.10 CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE CONCRETO.



Armar la cimbra y apuntalar adecuadamente para soportar las cargas temporalmente. Retirar los puntales después de 15 días.

Cortar y doblar el acero, posteriormente colocar el acero de refuerzo longitudinal en los dos sentidos con los bastones de refuerzo indicados. Amarrar en cada cruce de varilla con alambre para fijar las varillas y evitar que se muevan en el colado.

Apoyar las varillas sobre cubos de concreto que tengan una altura igual a la del recubrimiento y una resistencia igual o mayor a la del concreto de la losa.

Se deben de colocar las tuberías y conductos entre las dos parrillas del acero para que quede ahogados en el concreto.

Verter el concreto, compactándolo bien evitando la segregación del mismo. El curado será saturado de agua por 7 días. Y descimbrar gradualmente o a los 21 días.

4. COSTO.

MATERIALES

| PLANTA BAJA | | | | |
|--|--------|----------|--------------|-------------------|
| | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | MONTO TOTAL |
| MURO (5.7 M2) EJE "E" | | | | |
| TABIQUE | PZA | 315 | \$1.70 | \$535.50 |
| ARENA | M3 | 0.2 | \$214.29 | \$42.86 |
| CAL | BULTO | 1 | \$61.25 | \$61.25 |
| CEMENTO | BULTO | 2 | \$150.00 | \$300.00 |
| MURO (9.48 M2) EJE "E" | | | | |
| TABIQUE | PZA | 510 | \$1.70 | \$867.00 |
| ARENA | M3 | 0.4 | \$214.29 | \$85.72 |
| CAL | BULTO | 1 | \$61.25 | \$61.25 |
| CEMENTO | BULTO | 2 | \$150.00 | \$300.00 |
| CASTILLOS K-1 (5 PZA) | | | | |
| VARILLA # 4 | PZA | 5 | \$91.33 | \$456.65 |
| ESTRIBO #2 | KG | 12.5 | \$21.00 | \$262.50 |
| ALAMBRE | KG | 2.5 | \$16.50 | \$41.25 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 4 | \$150.00 | \$600.00 |
| ARENA | M3 | 0.3 | \$214.29 | \$64.29 |
| GRAVA | M3 | 0.4 | \$214.29 | \$85.72 |
| CASTILLOS K-2 (3 PZA) | | | | |
| VARILLA #4 | PZA | 4 | \$173.17 | \$692.68 |
| ESTRIBO #2 | KG | 10 | \$21.00 | \$210.00 |
| ALAMBRE | KG | 2 | \$16.50 | \$33.00 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 4 | \$150.00 | \$600.00 |
| ARENA | M3 | 0.22 | \$214.29 | \$47.14 |
| GRAVA | M3 | 0.32 | \$214.29 | \$68.57 |
| CASTILLOS K-3 (3 PZA AMPLIACIÓN Y 1 PZA CONSTRUCCIÓN) | | | | |
| VARILLA #3 | PZA | 6 | \$91.33 | \$547.98 |
| ESTRIBO #2 | KG | 16 | \$21.00 | \$336.00 |
| ALAMBRE | KG | 1.5 | \$16.50 | \$24.75 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 5 | \$150.00 | \$750.00 |
| ARENA | M3 | 0.3 | \$214.29 | \$64.29 |
| GRAVA | M3 | 0.45 | \$214.29 | \$96.43 |
| CASTILLOS K-0 (1 PZA) | | | | |
| VARILLA #3 | PZA | 1 | \$91.33 | \$91.33 |
| ESTRIBO #2 | KG | 2 | \$21.00 | \$42.00 |
| ALAMBRE | KG | 0.5 | \$16.50 | \$8.25 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 1 | \$150.00 | \$150.00 |
| ARENA | M3 | 0.03 | \$214.29 | \$6.43 |
| GRAVA | M3 | 0.04 | \$214.29 | \$8.57 |
| | | | | |
| | | | TOTAL | \$7,541.40 |

| PLANTA BAJA | | | | |
|--|--------|----------|--------------|-------------------|
| | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | MONTO TOTAL |
| APLANADO ESTRUCTURAL | | | | |
| CLAVOS DE 3" | CAJA | 1 | \$600.00 | \$600.00 |
| MALLA ELECTROSOLDADA | ROLLO | 1 | \$2,900.00 | \$2,900.00 |
| VARILLA #3 | PZA | 3 | \$91.33 | \$273.99 |
| CEMENTO | BULTO | 14 | \$150.00 | \$2,100.00 |
| ARENA | M3 | 1 | \$214.29 | \$214.29 |
| GRAVA | M3 | 1.5 | \$214.29 | \$321.44 |
| | | | TOTAL | \$6,409.72 |
| PLANTA ALTA | | | | |
| | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | MONTO TOTAL |
| AMPLIACIÓN DE CASTILLOS K-3 (3 PZA) Y CONSTRUCCIÓN DE K-3 | | | | |
| VARILLA #3 | PZA | 6 | \$91.33 | \$547.98 |
| ESTRIBO #2 | KG | 15 | \$21.00 | \$315.00 |
| ALAMBRE | KG | 1.5 | \$16.50 | \$24.75 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 4 | \$150.00 | \$600.00 |
| ARENA | M3 | 0.3 | \$214.29 | \$64.29 |
| GRAVA | M3 | 0.4 | \$214.29 | \$85.72 |
| CASTILLOS K-1 (4 PZA) | | | | |
| VARILLA #4 | PZA | 4 | \$173.17 | \$692.68 |
| ESTRIBO #2 | KG | 9.5 | \$21.00 | \$199.50 |
| ALAMBRE | KG | 2 | \$16.50 | \$33.00 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 3 | \$150.00 | \$450.00 |
| ARENA | M3 | 0.2 | \$214.29 | \$42.86 |
| GRAVA | M3 | 0.3 | \$214.29 | \$64.29 |
| CASTILLOS K-0 (6 PZA) | | | | |
| VARILLA #3 | PZA | 6 | \$91.33 | \$547.98 |
| ESTRIBO #2 | KG | 15 | \$21.00 | \$315.00 |
| ALAMBRE | KG | 1.5 | \$16.50 | \$24.75 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 3 | \$150.00 | \$450.00 |
| ARENA | M3 | 0.2 | \$214.29 | \$42.86 |
| GRAVA | M3 | 0.3 | \$214.29 | \$64.29 |
| DALAS D-BV (4.2M) | | | | |
| VARILLA #3 | PZA | 3 | \$91.33 | \$273.99 |
| ESTRIBO #2 | KG | 4 | \$21.00 | \$84.00 |
| ALAMBRE | KG | 1 | \$16.50 | \$16.50 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 2 | \$150.00 | \$300.00 |
| ARENA | M3 | 0.1 | \$214.29 | \$21.43 |
| GRAVA | M3 | 0.2 | \$214.29 | \$42.86 |

| DALAS D-1 (3.7M) | | | | |
|-------------------------|-------|-----|--------------|-------------------|
| VARILLA #4 | PZA | 2 | \$173.17 | \$346.34 |
| ESTRIBO #2 | KG | 5 | \$21.00 | \$105.00 |
| ALAMBRE | KG | 1 | \$16.50 | \$16.50 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 2 | \$150.00 | \$300.00 |
| ARENA | M3 | 0.1 | \$214.29 | \$21.43 |
| GRAVA | M3 | 0.2 | \$214.29 | \$42.86 |
| | | | TOTAL | \$6,135.84 |

| PLANTA ALTA | | | | |
|-----------------------------|--------|----------|--------------|--------------------|
| | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | MONTO TOTAL |
| APLANADO ESTRUCTURAL | | | | |
| CLAVOS DE 3" | CAJA | 0 | \$600.00 | \$0.00 |
| MALLA ELECTROSOLDADA | ROLLO | 1 | \$2,900.00 | \$2,900.00 |
| VARILLA #3 | PZA | 3 | \$91.33 | \$273.99 |
| CEMENTO | BULTO | 15 | \$150.00 | \$2,250.00 |
| ARENA | M3 | 1 | \$214.29 | \$214.29 |
| GRAVA | M3 | 1.5 | \$214.29 | \$321.44 |
| LOSA DE AZOTEA | | | | |
| VARILLA #3 | PZA | 212 | \$91.33 | \$19,361.96 |
| ALAMBRE | KG | 50 | \$16.50 | \$825.00 |
| CONCRETO | | | | |
| CEMENTO | BULTO | 80 | \$150.00 | \$12,000.00 |
| ARENA | M3 | 5.5 | \$214.29 | \$1,178.60 |
| GRAVA | M3 | 8 | \$214.29 | \$1,714.32 |
| | | | TOTAL | \$41,039.59 |

| | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | MONTO TOTAL |
|-----------------|--------|----------|--------------|--------------------|
| CIMBRA | | | | |
| POLINES | PZA | 210 | \$60.00 | \$12,600.00 |
| HOJA DE TRIPLAY | PZA | 50 | \$410.00 | \$20,500.00 |
| BARROTE | PZA | 140 | \$40.00 | \$5,600.00 |
| CHAFLAN | PZA | 60 | \$20.00 | \$1,200.00 |
| CLAVO DE 2.5 | CAJAS | 1 | \$600.00 | \$600.00 |
| CLAVO DE 3" | CAJAS | 1 | \$600.00 | \$600.00 |
| CLAVO DE 4" | CAJAS | 1 | \$600.00 | \$600.00 |
| SEGUETA | PZA | 10 | \$16.00 | \$160.00 |
| | | | TOTAL | \$41,860.00 |

TOTAL DE MATERIALES \$113,285.00 *Incluye un 10% por desperdicio

DEMOLICIÓN Y ACARREO

| | UNIDAD | VOLUMEN TOTAL |
|---|----------------------------|--------------------|
| PLANTA BAJA | | |
| DEMOLICION DE CASTILLO EJE "C-3" | M3 | 0.11 |
| PERFILACIÓN DE MUROS PAR CASTILLOS K-2 | M3 | 0.3 |
| PERFILACIÓN DE MUROS PAR CASTILLOS K-1 | M3 | 0.2 |
| DEMOLICION DE MURO EN EJE 7 | M3 | 0.32 |
| DEMOLICION DE CASTILLOS K-1 EJE "9" | M3 | 0.22 |
| DEMOLICION DE CASTILLOS K-3 EJE "9" | M3 | 0.5 |
| DEMOLICION DE MUROS EN EL EJE "E" | M3 | 1.82 |
| PLANTA ALTA | | |
| DEMOLICION DE CASTILLO K-1 EJE "C-3" | M3 | 0.11 |
| PERFILACIÓN DE MUROS PARA CASTILLOS K-1 | M3 | 0.22 |
| DEMOLICION DE CASTILLOS K-1 EJE "9" | M3 | 0.22 |
| DEMOLICION DE MURO EN EJE B | M3 | 0.33 |
| DEMOLICION DE MURO EN EJE C | M3 | 0.33 |
| | TOTAL | 4.68 |
| | | |
| NUMERO DE CAMIONES | P.U. POR CAMION | COSTO TOTAL |
| 1 | \$1,400.00 | \$1,400.00 |

MANO DE OBRA

| | P.U. POR SEMANA | TIEMPO APROXIMADO 4 SEMANAS | TOTAL DE MANO DE OBRA |
|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 ALBAÑIL | \$2,500.00 | 4 | \$10,000.00 |
| 1 AYUDANTE | \$1,800.00 | 4 | \$7,200.00 |
| 1 AYUDANTE | \$1,800.00 | 4 | \$7,200.00 |
| | | TOTAL | \$24,400.00 |
| MONTO | | | \$24,400.00 |
| 10 % POR MOVIMIENTO DE MATERIALES | | | \$2,440.00 |
| TOTAL DE MANO DE OBRA | | | \$26,840.00 |

TOTAL PRESUPUESTAL DEL MEJORAMIENTO

MONTO TOTAL

\$141,600.00

5. CONCLUSIÓN.

Como podemos observar en este trabajo el gran problema que presenta la vivienda es la carencia de una buena estructuración y la mampostería no confinada hace que sea más susceptible a sufrir severos daños por lo cual es necesario su reforzamiento para incrementar su rigidez y su resistencia ante fuerzas sísmicas.

Se concluye que una construcción de mampostería confinada adecuadamente y siguiendo los parámetros estipulados no necesariamente es más cara que la no reforzada y presenta un mejor comportamiento ante un sismo y una mayor durabilidad.

Las técnicas de reforzamiento que se detallan en este trabajo han sido utilizadas para reparar daños sísmicos o por procesos constructivos de mala calidad, son las más recomendables después de hacer un análisis pero no necesariamente tienen que ser las únicas.

Como podemos ver en el cálculo de costos del refuerzo la cantidad es algo elevada, por esto es de vital importancia hacer una buena construcción desde un inicio.

GLOSARIO

A

1. Acciones

Todos los fenómenos que inducen en una estructura fuerzas internas, esfuerzos y deformaciones. Generalmente denominadas cargas. El término acciones es más amplio ya que incluye cambios de temperatura, hundimientos, viento, sismo, etc.

2. Aditivo

Material, distinto al agua, agregados, material cementante o fibras de refuerzo, usado como un ingrediente en una mezcla cementante para modificar sus propiedades y es agregado al conjunto antes o durante el mezclado.

3. Aglutinante

Material que permite pegar un elemento con otro de modo que resulte en un cuerpo compacto; materiales cementantes.

4. Agregado

Material granular como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulicos.

5. Alambre

Hilo de metal obtenido por trefilado, con diámetro de 6.35 mm o menor.

6. Alambrón

Alambre de acero redondo liso laminado en caliente con diámetros de 5.5 a 6.35 mm.

7. Albañilería

Ver “mampostería”. Obra de ladrillo, piedra, cal y arena; sinónimo de mampostería.

8. Aplanado

Recubrimiento de mortero sobre un elemento de mampostería. Sinónimos de revoque, enlucido y enjarre.

9. Arcilla

Material mineral de partículas muy finas compuesto principalmente por agregados de silicatos de aluminio hidratados, el cual posee propiedades plásticas.

10. Asentamiento

Deformación vertical que experimenta una estructura por deformaciones del terreno situado bajo la misma.

B

11. Barra de refuerzo

Elemento de acero, con sección transversal nominal uniforme, utilizado para reforzar el concreto o la mampostería con diámetro mayor que 6.35 mm.

12. Bloque

Pieza de mampostería cuyo largo nominal es 400 mm o mayor, en módulos de 100 mm y cuya altura nominal es de 200 mm, (incluyendo la junta de mortero). Generalmente se fabrica de concreto y puede ser macizo, multiperforado o hueco.

C

13. Cadena

Ver “dala”.

14. Carga de servicio

La carga especificada por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal del cual esta NTC forma parte (sin factores de carga).

15. Carga factorizada

La carga multiplicada por los factores de carga apropiados, que se utiliza para diseñar los elementos utilizando el método de diseño por resistencia de estas Normas.

16. Carga muerta

Es la carga que actúa en forma permanente sobre la estructura, y que se debe al peso de todos los componentes del edificio.

17. Carga viva

Incluye las acciones derivadas del uso del edificio y que pueden variar en forma importante en el tiempo, distinguiéndose así de la carga muerta. Incluye mobiliario, equipo, personas y vehículos.

18. Castillo

Elemento estructural vertical, de concreto reforzado, colocado en los bordes del muro y de sus huecos. En muros reforzados se ligan con las dalas para proporcionar confinamiento. Pueden ser internos o externos en relación al muro.

19. Castillo interno

Castillo construido en el interior de piezas huecas de un muro.

20. Castillo externo

Castillo que se construye por fuera de las piezas del muro. Se requiere de una cimbra para ser colado.

21. Categoría de diseño sísmico

Clasificación asignada a una estructura basada en su tipo de ocupación y en la severidad de los movimientos sísmicos del terreno para diseño en el lugar, como se define en el Reglamento y en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

22. Cimbra

Molde o estructura provisional, fabricada con madera, metal o plástico, el cual tiene la forma del elemento a construir. Dentro de ella es colada la mezcla de concreto fresco.

23. Cimentación

Parte de la estructura que está en contacto con el suelo y sirve para transmitir a éste las cargas generadas por la edificación.

24. Claro

Dimensión horizontal entre las caras internas de dos apoyos de una viga o losa.

25. Colado

Proceso en el cual una mezcla fresca de concreto, o mortero, es colocada en un molde o cimbra, donde se le deja endurecer (fraguar).

26. Columna

Elemento estructural vertical con sección transversal pequeña comparada con su altura. Es un elemento principal de soporte de las cargas de la cubierta y de los pisos intermedios de un edificio. Trabaja principalmente a esfuerzos de flexo compresión.

27. Compresión

Estado de esfuerzos que produce un acortamiento de las fibras de la sección transversal de un elemento estructural paralelas a su eje. Es el estado de esfuerzos opuesto al de tensión.

28. Concreto hidráulico

Mezcla de cemento hidráulico, agregados finos y gruesos y agua. También puede tener aditivos y fibras. Una vez endurecido, tomando la forma del molde, y generalmente reforzado con acero, es capaz de tomar cargas como parte de una estructura.

29. Contratrabe

Viga de concreto reforzado, construida para reforzar y rigidizar la cimentación.

30. Corrosión

Deterioro de un material provocado por reacción química o electroquímica. En el caso de un metal se identifica como oxidación.

31. Corrugado

Surcos o resaltos sobre una superficie, normalmente siguiendo un patrón determinado. Se usa en barras, alambres y láminas de acero para refuerzo de concreto.

32. Cortante

Un tipo de esfuerzo o deformación que tiende a producir un corrimiento de fibras adyacentes y la consiguiente distorsión de la sección transversal del elemento.

33. Cuantía de refuerzo

Relación del área del refuerzo entre el área del concreto o mampostería en cualquier sección de un elemento.

D

34. Dala

Elemento horizontal de concreto reforzado, colocada sobre el muro (dala de cerramiento), debajo de él (dala de desplante) o alrededor de huecos. En muros se conecta a los castillos para proporcionar confinamiento.

35. Deformación

Cambio en la forma o en las dimensiones debido a los esfuerzos a que está sometido el elemento estructural.

36. Desplomo

Desviación con respecto a la vertical de un elemento, normalmente se refiere a un muro o a una columna.

37. Diafragma

Elemento estructural diseñado para soportar esfuerzos cortantes paralelos a su plano. Placa, muro u otra estructura rígida en su plano, que evita la distorsión de un piso o marco.

38. Dintel

Elemento de soporte horizontal ubicado sobre aberturas de muros, como puertas o ventanas.

39. Distorsión de entrepiso

Rotación del eje vertical del entrepiso. Se puede obtener dividiendo el desplazamiento lateral relativo a nivel de losas, entre la altura del entrepiso.

40. Dosificación

Pesado, o medición volumétrica, de los ingredientes para introducir a la mezcla de concreto o mortero según el proporcionamiento estipulado.

E

41. Elemento estructural

Unidad básica constitutiva de una estructura, capaz de soportar y transmitir las cargas a sus apoyos u otros elementos a los que está conectada (arco, viga, columna, bóveda, losa, etc.).

42. Encamisado

Técnica para aumentar la resistencia de un elemento estructural, la cual consiste en colocar componentes de refuerzo, como mallas metálicas o fibras de polímeros, alrededor de las caras exteriores de los elementos estructurales.

43. Escalerilla

Refuerzo de acero, formado por dos alambres de acero paralelos, los cuales se unen entre sí por medio de elementos de acero transversales electro-soldados entre sí. Se prohíben para fines de resistencia lateral en muros.

44. Esfuerzo

Fuerza por unidad de área. Los esfuerzos normales a la superficie son de compresión y de tensión y los paralelos a ella son esfuerzos cortantes.

45. Estable (estabilidad)

Condición de equilibrio que no es alterada por pequeños cambios en el estado de esfuerzos y deformaciones.

46. Estribo

Barras o alambres de refuerzo con forma cerrada colocadas perpendicularmente, al sentido longitudinal de un elemento de concreto con el objetivo de resistir fuerza cortante y confinar el núcleo del elemento.

F

47. Factor de carga

Factor de seguridad parcial mayor que la unidad que se aplica a las cargas calculadas para cubrir la incertidumbre que se tiene para su determinación.

48. Factor de resistencia

Factor de seguridad parcial menor que la unidad que se aplica a la resistencia calculada (o nominal) para cubrir las incertidumbres que se tienen en su determinación.

49. Flexión

Un tipo de deformación en la cual las secciones transversales de un elemento estructural que eran inicialmente paralelas se inclinan unas hacia las otras. También se denomina así a la acción estructural que produce dicho efecto.

50. Fluencia

Estado de un material o elemento estructural en que éste pierde totalmente rigidez y se deforma plásticamente. Se llaman esfuerzos de fluencia y fuerza de fluencia a las condiciones para las que se produce este fenómeno, y que se consideran como límite para la resistencia de una estructura.

G

51. Grapas

Barra o alambre doblados que abraza el refuerzo longitudinal. Es aceptable una barra o alambre continuo doblado en forma de círculo, rectángulo, u otra forma poligonal sin esquinas reentrantes

52. Grieta

Abertura o hendidura que se presenta en un elemento estructural cuando los esfuerzos de tensión exceden la resistencia a este efecto. El término fisura es equivalente, aunque suele emplearse para identificar una grieta de pequeña abertura.

H

53. Hilada

Serie de piezas de tabiques, o bloques, colocados horizontalmente.

J

54. Junta

En muros de mampostería es la separación, tanto vertical como horizontal, entre tabiques o bloques, que se rellena con mortero aglutinante o de pega.

L

55. Ladrillo

Ver “Tabique”

56. Lechada

Mezcla cementante fluida con que se llenan cavidades o grietas en un elemento de mampostería. Generalmente constituida de cemento y/o cal y agua, con la adición de arena cuando los huecos son de cierto tamaño.

57. Longitud de anclaje

Longitud del refuerzo embebido en el concreto que se extiende más allá de una sección crítica.

58. Losa

Elemento estructural plano horizontal para cubrir un claro.

M

59. Mampostería

Construcción compuesta, integrada por piezas de origen pétreo, naturales o artificiales, que por lo general son lo suficientemente pequeñas como para ser manejadas por una persona y que son unidas entre sí con mortero aglutinante.

60. Marco

Un conjunto de elementos estructurales lineales, vigas y columnas, conectados en sus uniones.

61. Módulo de elasticidad

Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tensión o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material.

62. Momento flexionante

Un momento, o par de fuerzas que induce flexión en la sección transversal de un elemento.

63. Monolítico

Compuesto de un solo gran bloque de piedra lo que se simula con el material en un colado de concreto. También estructura en que no hay discontinuidades entre sus elementos.

64. Mortero

Mezcla de cementante y agua con agregado fino.

65. Murete

Probeta compuesta por piezas de mampostería, con una longitud de al menos una vez y media la dimensión máxima de la pieza y con el número de hiladas para tener una altura aproximadamente igual a la longitud.

66. Muro de carga

Se denomina así a un muro estructural con la función de soportar cargas verticales adicionales a su propio peso.

67. Muro estructural

Es el elemento del que depende parte de la estabilidad de la edificación, contribuyendo a la resistencia a cargas laterales y/o verticales.

68. Muro no estructural

Es un muro del que no depende la estabilidad de la edificación pero que debe soportar las acciones para la estabilidad propia (viento, sismo, empujes por carga viva, etc.). Ejemplos son muros divisorios, pretilas, bardas.

P

69. Pandeo

Flexión súbita de un elemento que se despega de su eje original, perdiendo drásticamente su rigidez y capacidad de resistir cargas.

70. Peralte

Altura (peralto).

71. Peralte efectivo de la sección

La distancia medida desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal sometido a tensión.

72. Permeabilidad

Capacidad de un material de permitir el flujo de líquidos o gases.

73. Peso propio

Las cargas debidas al peso de los elementos estructurales.

74. Piedra braza

Fragmento de roca natural, de origen volcánico, para uso en construcción.

75. Polímero

El producto obtenido del proceso de polimerización, también conocido como resina.

76. Pretil

Muro no estructural de poca altura, aproximadamente no mayor que 1 m, el cual se forma por la continuación de las paredes exteriores sobre la azotea o bajo una ventana. Sinónimos: parapeto, antepecho de ventana.

77. Proporcionamiento

Acción de seleccionar las cantidades de los ingredientes para generar la mezcla, de mortero o concreto, más eficiente y con las propiedades requeridas con los materiales disponibles.

78. Puntal

Elemento estructural de sección transversal pequeña que se introduce en una estructura para resistir cargas de compresión. A diferencia de una columna, puede ser inclinado y frecuentemente forma parte de una armadura.

79. Puntales de reapuntalamiento

Puntales colocados ajustadamente bajo una losa de concreto u otro elemento estructural después que la cimbra y puntales originales han sido retirados de un área significativa, permitiendo así que la nueva losa o elemento estructural se deforme y soporte su propio peso y las cargas de construcción existentes antes de la instalación de los puntales de reapuntalamiento.

R

80. Refuerzo

Elementos como barras, alambres, hebras, fibras u otros, que son embebidos o anclados con un elemento estructural para que juntos resistan las fuerzas del

sistema. En estas Normas se refiere a barras, alambres o mallas de acero embebidas o sujetas en el concreto o en la mampostería.

81. Refuerzo corrugado

Barras de refuerzo corrugado, mallas de barras, alambre corrugado, refuerzo electrosoldado de alambre, que cumplan con las normas correspondientes.

82. Resina

Sustancia orgánica o sintética de consistencia plástica viscosa, generalmente referida al producto de polimerización, y es capaz de endurecer cuando es mezclada con los reactivos adecuados.

83. Resina epóxica

Resina sintética de polímero termoestable el cuál se utiliza en recubrimientos o adhesivos especiales.

84. Resistencia

Máxima carga que un elemento estructural puede soportar antes de llegar a un estado de falla.

85. Resistencia de diseño

Resistencia nominal multiplicada por un factor de reducción de resistencia FR.

86. Resistencia nominal

Resistencia de un elemento o una sección transversal calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia de este Reglamento, antes de aplicar cualquier factor de reducción de resistencia.

87. Resistencia requerida

Resistencia que un elemento o una sección transversal debe tener para resistir las cargas factorizadas o los momentos y fuerzas internas correspondientes combinadas según lo estipulado en estas Normas.

88. Revenimiento

Prueba realizada a una mezcla de concreto, o mortero fresco que permite determinar la consistencia del material.

89. Rigidez

Oposición de un material o elemento estructural a ser deformado. Carga necesaria para producir una deformación unitaria.

S

90. Sangrado

Flujo de agua proveniente de una mezcla de concreto, o mortero, recién colocada y causado por el asentamiento de los agregados sólidos de la mezcla.

91. Segregación

Concentración no uniforme de los componentes en una mezcla de concreto o mortero.

92. Superfluidificantes

Tipo de aditivo que modifica la consistencia de una mezcla de concreto, o mortero, aumentando la fluidez del concreto, lo que permite reducir la cantidad de agua.

T

93. Tabicón

Tabique macizo compuesto de concreto.

94. Tabique

Pieza para mampostería de forma prismática rectangular, de dimensiones menores que el bloque, fabricado con arcillas, comprimidas o extruidas, mediante un proceso de cocción o de concreto. Puede ser macizo, hueco o multiperforado. Al tabique macizo de arcilla se le conoce comúnmente como ladrillo.

95. Tensión

Esfuerzo principal que produce el alargamiento de un elemento estructural o de las fibras de su sección transversal paralelas a su eje.

96. Trabajabilidad

Propiedad de una mezcla de mortero, o concreto, que indica qué tan fácilmente puede ser manejado, distribuido en la superficie de trabajo y compactado. (Ver también “fluidez”).

V

97. Viga

Elemento estructural de eje recto que cubre un claro horizontal y en que el peso propio y las cargas externas inducen principalmente momentos flexionantes y fuerzas cortantes. Sinónimo, trabe.

98. Voladizo

Viga o losa empotrada en un extremo y libre en el otro.

Z

99. Zapata

Elemento estructural de la cimentación que transmite las cargas directamente al suelo, generalmente tiene una forma ensanchada, hacia la parte de contacto con el terreno, para distribuir las cargas en una superficie más amplia. Puede ser aislada, corrida o de borde o lindero.

BIBLIOGRAFIA.

- Reglamento De Construcciones Del Distrito Federal.
 - Título Sexto: De la seguridad estructural de las construcciones.
- Normas Técnicas Complementarias Del Reglamento De Construcciones (2017).
 - Normas técnicas complementarias para diseño por sismo.
 - Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones.
 - Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería.
 - Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto.
- Do Lago Helene Dr. Pablo r., (1997), *Manual de Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras De Concreto*, Ed. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (2015).
- Virginia García Acosta, Gerardo Suárez. (2001). Los sismos en la historia de México. México D.F: Ediciones Científicas Universitarias.
- Emilio Rosenblueth, Virginia García Acosta, Jesús Orozco Castellanos, Francisco J. Núñez de la Peña. (1992). *Macrosismos*. Ciudad de México: Cuadratín y Medio.
- Roberto Ávila. (2014). EJE 4 ELABORACION DE UNA INVESTIGACION INDEPENDIENTE TEMA SISMOS. 25 de abril de 2019, de Universidad Abierta y a Distancia de México UnADM Sitio web: <http://pcgob.blogspot.com/2014/11/universidadabierta-y-distancia-de.html>