

12
Lej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

“EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD
SISMICA EN LA ZONA CENTRAL DE
CIUDAD NEZAHUALCOYOTL EDO. DE
MEXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

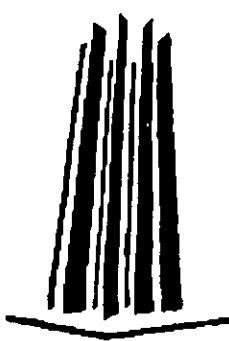
P R E S E N T A N:

265344

OSCAR JAVIER CUELLAR REYES

DAVID MARTINEZ BARRERA

ASESOR: I.C., AMILCAR GALINDO SOLORIZANO



1998



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

OSCAR JAVIER CUELLAR REYES
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 21 de enero del año en curso, presentada por David Martínez Barrera y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. AMILCAR GALINDO SOLORZANO pueda dirigirles el trabajo de Tesis denominado "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA CENTRAL DE CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, EDO. DE MÉXICO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México., 28 de enero de 1998
EL DIRECTOR

[Firma manuscrita]
M en T CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



[Firma manuscrita]

- c c p Jefe de la Unidad Académica.
- c c p Jefatura del Area de Ingeniería Civil.
- c c p Asesor de Tesis.

CCMC/AIR/IIa.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION



DAVID MARTÍNEZ BARRERA
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 21 de enero del año en curso, presentada por Oscar Javier Cuellar Reyes y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. AMILCAR GALINDO SOLORZANO pueda dirigirles el trabajo de Tesis denominado "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA ZONA CENTRAL DE CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, EDO. DE MÉXICO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México., 28 de enero de 1998
EL DIRECTOR


M. en C. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



c c p Jefe de la Unidad Académica.
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Civil.
c c p Asesor de Tesis.

CCMC/AIR/IIa.

PALABRAS DE AGRADECIMIENTO

**¿Hasta cuándo llegará el día
en que se aprecie más al hombre
que enseña que al hombre que mata?**

M. Ocampo

**QUEREMOS AGRADECER Y DARLE LAS GRACIAS AL INGENIERO: AMILCAR
GALINDO SOLORZANO, POR PROPORCIONARNOS SU VALIOSO TIEMPO EN LA
ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.
DE IGUAL FORMA RESALTAR LA PACIENCIA, EL INTERES, Y EL APOYO MOSTRADO POR
EL, PARA CON NOSOTROS. TIEMPO EN EL CUAL PUDIMOS APRECIAR SU GRAN CALIDAD
HUMANA.**

**A TODOS LOS AMIGOS Y MAESTROS QUE COMPARTIERON CON NOSOTROS MOMENTOS DE
APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA, PARA FORMAR NUESTROS SUEÑOS.**

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, EN ESPECIAL A LA ESCUELA
NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS "ARAGÓN" POR HABERNOS COBIJADO.
CON GRATITUD ETERNA.**

**CUÉLLAR REYES OSCAR J.
MARTÍNEZ BARRERA DAVID.**

DEDICATORIA

A mis padres:

Crescencia Reyes Hernandez,
Herminio Cuéllar Hernandez.

Por la confianza y apoyo depositados
a lo largo de todos estos años.
Por el ánimo imprimido, de seguir cuando se ha desfallecido.
Por sembrar la semilla en la tierra desolada,
que creció pese al temporal
con buenas raíces, asoleada y regada.

A mis hermanos:

Hilarión, Fernando, Enrique, Marcos, Hilda, Obdulia, Saturnino, Carlos y Miguel.

Por el apoyo incondicional
tanto en los buenos, como en los malos tiempos.
Por caminar juntos, hombro con hombro.
Por compartir el agua en tiempos de seca
lo cuál tiene que dar como resultado: una buena cosecha.

Con todo mi corazón
Oscar Javier Cuéllar Reyes.

**No hacen falta alas
para hacer un sueño .
Basta con las manos,
basta con el pecho ,
basta con las piernas;
y con el empeño.**

**No hacen falta alas
para alzar el vuelo.**

S. Rodríguez

DEDICATORIA

A mis padres:

Vicente Martínez Pelcastre
María Luisa Barrera Orta

Con mucho amor
Por haberse esforzado día a día
para brindarme la oportunidad de superarme.
Por ser la base en la formación
de mi carrera y guiarme por un buen camino.
Por educarme y dedicarme su tiempo
cuando lo necesitaba.

A mis hermanos:

Cristóbal, Lorenzo, Margarita,
Adrián, Edith e Irene.

Con cariño
Por darme su apoyo y ejemplo
para seguir siempre adelante.
Por poder contar con ellos
en todo momento.
Por sus buenos consejos.

A una persona especial.

Raquel Murillo A.

Por su compañía y palabras de aliento
en los momentos difíciles.

Como mi más grande logro
David Martínez Barrera

ÍNDICE

PAG.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.	4
--------------------------------	---

CAPITULO II: GENERALIDADES SOBRE VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO.

2.1 Sismos temblores y terremotos.	6
2.2 Tipos de ondas sísmicas.	6
2.3 Escalas de magnitud e intensidad sísmica.	7
2.4 ¿Cómo se producen los sismos ?.	8
2.5 Sismicidad mundial.	9
2.6 Fallas geológicas.	12
2.7 Fenómenos y desastres naturales.	13
2.8 Potencial sísmico en la república mexicana.	13
2.9 Características de la zona de subducción.	16
2.10 Peligro vulnerabilidad y riesgo.	18
2.11 Vulnerabilidad sísmica.	19

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA (ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS).

3.1 Antecedentes.	20
3.2 Panorama histórico.	21
3.3 Panorama actual (siglo XX).	21
3.4 Localización geográfica actual.	22
3.5 Límites.	22
3.6 Extensión.	22
3.7 Población.	22
3.8 Actividades de la población.	23
3.9 Actividad económica.	24
3.10 Educación.	26
3.11 Vivienda.	26

CAPITULO IV: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE TIPOS ESTRUCTURALES.

4.1 Área de estudio.	28
4.2 Tipo y grado de ocupación física.	29
4.3 Materiales usados en las edificaciones y su grado de deterioro.	29
4.4 Escala vertical de asentamiento.	29

4.5 Tipos estructurales.	30
4.5.1 Construcciones únicamente con planta baja.	30
4.5.2 Construcciones con planta baja y un piso.	31
4.5.3. Construcciones de planta baja y dos pisos.	32
4.5.4 Construcciones de tres ó mas niveles.	33
4.6 Otro tipo de estructuras.	34
4.6.1 Educación.	34
4.6.2 Esparcimiento.	38
4.6.3 Religión.	39
4.6.4. Servicios.	41

CAPITULO V: ANÁLISIS DE EDIFICIOS IMPORTANTES.

5.0 Aclaración.	46
5.1 Muros sujetos a cargas horizontales (sismos).	46
5.1.1 Criterios de análisis sísmico.	46
5.1.2 Criterios de análisis estático.	47
5.1.3 Cortante último.	47
5.2 Método simplificado de análisis estático del RCDF.	47
5.3 Casa habitación.	49
5.4 Revisión de muros sujetos a cargas horizontales (sismos).	49
5.4.1 Estimación del peso de la planta alta.	49
5.4.2 Estimación del peso de la planta baja.	55
5.5 Cálculo de las fuerzas sísmicas y cortantes en cada nivel de la estructura.	58
5.6 Revisión de la resistencia de los muros de la planta baja en dirección "x-x".	59
5.7 Revisión de la resistencia de los muros de la planta baja en dirección "y-y".	60
5.8 Análisis sísmico estático de un edificio de planta baja y tres pisos.	61
5.9 Estimación del peso total por marcos.	65
5.10 Cálculo de rigideces (ecuaciones de wilbur).	68
5.11 Método sísmico estático aplicado al edificio (sentido "x").	71
5.12 Método sísmico estático aplicado al edificio (sentido "y").	73
5.13 Distribución del cortante del primer entrepiso del edificio.	75
5.14 Diseño de columnas.	84

CAPITULO VI: ANÁLISIS DE INSTALACIONES IMPORTANTES.

6.1 Central telefónica.	87
6.2 Central de bomberos.	88
6.3 Distribución de la energía eléctrica.	89
6.4 Instituciones de salud pública.	93

CAPITULO VII: ANÁLISIS DE LÍNEAS VITALES.

7.1 Líneas vitales.	95
7.2 Análisis de líneas vitales.	95
7.2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable en Cd. Nezahualcóyotl.	95
7.2.2 Sistema de alcantarillado sanitario en Cd. Nezahualcóyotl.	99
7.2.3 Sistema de transporte y vías de acceso y salida.	104
7.2.4 Centros de aprovisionamiento de víveres (centros comerciales y mercados).	106

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	108
---	-----

FUENTES DE CONSULTA:

BIBLIOGRAFÍA.	110
ORGANISMOS CONSULTADOS.	113

CAPITULO I

I N T R O D U C C I Ó N

La población mundial está creciendo con más rapidez en determinadas partes del mundo que en otras. Especialmente en el caso de las ciudades, existe una afluencia de población procedente de las zonas circundantes, que busca en su mayor parte oportunidades de empleo y unas mejores condiciones de vida.

Esta afluencia agrava los principales problemas urbanos. Debido a la limitada disponibilidad de espacios abiertos en las ciudades se hace necesaria la construcción de edificios elevados. De ese modo, las viviendas y las estructuras para mercados, escuelas, hospitales, etc., crecen al mismo tiempo que la población. El sistema de transporte se satura constantemente, a medida que aumenta el número de personas que se aglomeran en las ciudades.

Para el año 2000, 17 de las 20 ciudades más pobladas del mundo se hallarán situadas en países en vías de desarrollo, la mayor parte de ellas en zonas geográficas expuestas a sufrir terremotos, inundaciones, corrimientos de tierra y otras catástrofes*.

México es una de los países en vías de desarrollo en los que se observa un acelerado crecimiento demográfico y una tasa aun más elevada de urbanización. A principios de siglo la Ciudad de México contaba con 300 000 habitantes; en 1940 al absorber algunas localidades vecinas alcanzó un millón de habitantes y actualmente la zona metropolitana de la Ciudad de México que abarca al Distrito Federal y a varios municipios conurbados del Estado de México, cuenta con una población del orden de 15 millones de habitantes. La concentración de casas-habitación y de instalaciones para los servicios de esa enorme población generan una gran cantidad de riesgos ante los fenómenos naturales. Si a esta concentración se agregan los peligros que involucran la cercanía de la Ciudad a zonas de gran sismicidad y las pobres características del subsuelo se explica la necesidad de realizar estudios que permitan evaluar la vulnerabilidad de las diferentes zonas de la concentración metropolitana.

Dentro de esta zona destaca Nezahualcóyotl, Ciudad que empezó a crecer en la década de los 50's sobre terrenos del antiguo Lago de Texcoco. Su crecimiento rápido y desordenado, se caracterizó por construcciones precarias en virtud de las limitaciones económicas de la mayor parte de los habitantes. En las últimas décadas se ha seguido transformando para convertirse en un subcentro regional que provee de servicios a muchas colonias circundantes, lo que ha motivado la aparición de construcciones de mayor tamaño con mayores riesgos.

* The State of the World Population 1993 UNFPA, United Nations Populations Fund 1993. En Revista: Stop Disasters No 26 p.4

En esta tesis se presenta un estudio de evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la zona central de Ciudad Nezahualcóyotl, determinando las características de las viviendas, tales como: materiales, calidad, uso, número de niveles, altura, clase y estado físico de las mismas, que tiene el propósito de aportar bases a las autoridades municipales para normar el crecimiento urbano, orientar el desarrollo y reglamentar las construcciones para una mayor seguridad de los habitantes.

Con este trabajo se pretende aportar un grano de arena a la ya de por sí gran problemática social. En el capítulo II se hace referencia a las generalidades sobre vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico, en el III se describe la zona de estudio, en lo que se refiere a los aspectos socioeconómicos; en el IV se identifican los tipos estructurales existentes, en el V se realiza el análisis sísmico estático de una casa habitación, y un edificio de planta baja y tres niveles, en el VI se analizan algunas instalaciones importantes, en el capítulo VII se analiza la importancia de las líneas vitales, y finalmente el capítulo VIII se concluye con conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO II

GENERALIDADES SOBRE VULNERABILIDAD, PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO

2.1 Sismos, temblores y terremotos

Los llamados temblores de tierra son conocidos por los habitantes de la región capitalina y aun por los que viven en Ciudad Nezahualcóyotl. Frecuentemente dichos eventos nos convencen de que nuestro suelo no es tan firme como pensamos. Hay temblores pequeños y grandes y también los temibles terremotos. Todo tipo de estremecimiento de suelo se llama SISMO. A los fuertes se les llama TERREMOTOS, a los menores TEMBLORES. Todo lo referente a los SISMOS se dice SÍSMICO.

Un sismo es una liberación súbita de energía en tensión acumulada dentro de la corteza terrestre, que adopta la forma de ondas de choque y vibraciones de amplitud y duración diversa, que se transmiten a través de la tierra en diversas direcciones. Cuando estas ondas nos alcanzan y las sentimos como una serie de vibraciones, experimentamos un movimiento sísmico.¹

O bien, podríamos definirlo también como un movimiento transitorio temporal, causado por la imprevista relajación de esfuerzos que se han acumulado por pares de decenas o centenas de años en la región donde este ocurre, y que generalmente toma sitio a lo largo de una falla o sistema de fallas preexistentes. Los sismos son el indicador de la deformación de las rocas y las regiones donde se están suscitando cambios internos en la corteza terrestre.

Los complejos desplazamientos de las grandes masas rocosas de corteza terrestre y del manto producen fuerzas y tensiones en la roca. Si la estructura rocosa es lo suficientemente rígida como para no sufrir deformación se acumularán esfuerzos hasta llegar al límite de elasticidad de la roca dando lugar a colapsos o movimientos bruscos, que forman un suceso sísmico y a vibraciones que se producen cuando un medio elástico súbitamente libera energía. Donde la estructura de la tierra es lo suficientemente plástica para adaptarse a los cambios de esfuerzos, logrando reajustes o acomodos graduales, no se acumula energía y no se generan sismos. Las vibraciones u ondas sísmicas se propagan a todas partes de la tierra, en todas las direcciones, siguiendo caminos por el interior y por la superficie de ella.

2.2 Tipos de ondas sísmicas

En general, en el suelo se propagan dos tipos de ondas: de cuerpo y de superficie.

Las primeras se generan en la zona de ruptura de la corteza terrestre o foco², desde el cual se propagan a través del interior de la tierra. Las ondas de superficie se producen a partir de la reflexión y refracción de las ondas de cuerpo.

Las **ondas de cuerpo** son de dos tipos: **longitudinales y transversales** (o de cortante).

Las **ondas longitudinales** se transmiten a través de cualquier material, y mueven a las partículas del medio de propagación hacia atrás y hacia adelante alternativamente, en consecuencia los materiales que se encuentren en la trayectoria de estas se comprimen y expanden en forma alternativa, esto es, se transmiten produciendo cambios volumétricos. Este tipo de ondas son llamadas primarias u ondas (P), por ser las primeras y las más rápidas en llegar al sistema de registro. Las **ondas longitudinales** (P)

¹ ANDREW Maskey. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana. p.17

² FOCO O EPICENTRO: Es el punto virtual dentro de la corteza terrestre en el que se supone se originan las ondas sísmicas.

propagan esfuerzos normales, de tracción y compresión, a velocidades del orden de 5 a 6 km/s en la corteza.

Las **ondas transversales** tienen una velocidad de propagación menores que las ondas (P) y son llamadas (S) o secundarias, las cuales únicamente se transmiten a través de medios sólidos. El movimiento que producen en el suelo es en sentido perpendicular a la dirección de propagación, y le generan deformaciones angulares sin cambios volumétricos. Las ondas transversales (S) se propagan a velocidades del orden de 3 a 4 km/s y se caracterizan por transmitir tensiones tangenciales.

Las ondas de **superficie** se dividen en dos: **Love** y **Rayleigh**. Su propagación está restringida a la superficie del suelo y son generadas por la reflexión y refracción de las ondas internas al encontrarse medios con diferentes propiedades elásticas. Son muy semejantes a las olas que viajan a través de un lago, en que su línea de acción se localiza sobre la superficie libre del agua, y según aumenta la profundidad, el desplazamiento debido a ellas disminuye. Las ondas de superficie son las de menor velocidad de propagación³.

El movimiento de las **ondas de Love** (tipo L) es similar al de las ondas (S) pero sin componente vertical. Al propagarse mueven al suelo de un lado a otro en un plano horizontal paralelo a la superficie pero en ángulo recto a la dirección de propagación.

Las **ondas de Rayleigh** (tipo R) tienen un movimiento similar al de las ondas de la superficie del agua, donde las partículas se mueven vertical y horizontalmente en un plano vertical orientado en la dirección en que viajan las ondas, describiendo trayectorias elípticas retrógradas semejantes a las olas oceánicas.

De los tres tipos de ondas citadas las superficiales son las de mayor relevancia desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, pues su componente horizontal es la que causa los mayores efectos en las construcciones, ya que tienden a volcarlas. La vertical incrementa en un cierto porcentaje las cargas gravitacionales, causando en ocasiones problemas en grandes voladizos o cubiertas de claros importantes.

Los efectos que los suelos blandos presentan ante las ondas sísmicas comenzaron a recibir atención en relación con el valle de México en 1952. Recibieron auge a propósito de la reevaluación de la sismicidad de Laguna Verde, donde se halla nuestra primera planta nucleoelectrica, y mucho más a raíz de los temblores de 1985 de nuevo en relación con el valle de México⁴.

2.3 Escalas de magnitud e intensidad sísmica

Las escalas para medir la intensidad y magnitud de un sismo, han surgido como un medio para describirlos desde dos puntos de vista, el cualitativo que corresponde a la intensidad y el cuantitativo relacionado con la magnitud. En México, la escala más usada para medir la intensidad de un sismo es la propuesta por Mercalli y para cuantificar su magnitud la escala de Richter.

La escala de intensidad, únicamente nos proporciona una medida de la capacidad de destrucción del sismo en un sitio, o bien el efecto que los movimientos del terreno provocan en los seres humanos y edificaciones de un lugar determinado.

La escala de intensidad originalmente fue concebida por los sismólogos Rossi y Forel a finales del siglo XIX, y estaban integradas de 10 grados, que proporcionaban una medida de la severidad con la cual se había sentido un sismo en una región en particular.

³ J.M. ESPÍNDOLA y Z. JIMÉNEZ. Terremotos y Ondas Sísmicas Una Breve Introducción. p.20

⁴ EMILIO Rosenblueth. Evaluación de la Sismicidad en México. p.12

En 1902, el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli la cambia ampliando a 12 los grados para medir la intensidad. Posteriormente en 1932 Newmann la modifica, incluyendo el efecto en las estructuras, a partir de lo cual se conoció como escala de Mercalli Modificada.

La escala de magnitud surge con el desarrollo de la sismología instrumental, cuando se hizo evidente que la intensidad si bien es útil para describir los efectos del sismo, no cuantifica la cantidad de energía liberada durante su ocurrencia. En este sentido, en 1931 el sismólogo japonés Wadati al comparar los sismogramas de diferentes temblores observó que la amplitud máxima de las ondas sísmicas registradas parecía ser proporcional a la dimensión del sismo.

Sin embargo, fue hasta 1935 cuando Charles Richter retomando estas observaciones desarrolla una escala basada en las amplitudes máximas de las ondas superficiales, de sismos ocurridos a distancias menores de 600 km., con las cuales se calculó la magnitud de sismos locales, a la que llamó escala de magnitud local, o magnitud (M_L).

Posteriormente el uso de esta escala se extendió para calcular magnitudes a grandes distancias utilizando las amplitudes máximas de ondas (P), magnitud (mb) o de ondas superficiales magnitud (ms). Así como aquella que cuantifica la magnitud (M_c) basada en la magnitud de la Coda de un sismo.

Después de la llegada de las ondas (P) y (S) a la estación de registro se observa que la señal en un acelerograma decae poco a poco, indicándonos que la aceleración del terreno va disminuyendo, a la parte final o cola de la señal sísmica se le conoce como coda, y es producida por la energía sísmica dispersa que llega hasta el sensor después de haber sido reflejada por las heterogeneidades del terreno, la forma en como decae la coda nos sirve para estimar que tan grande fue la atenuación del terreno. Esta escala se obtiene a partir del tiempo de duración de la señal sísmica, y se define como el tiempo desde el primer arribo de la onda (P) hasta donde la señal se iguala al nivel de ruido previo al evento.

Los sismos de foco profundo tienen trenes de ondas superficiales poco significativos en relación a temblores someros, por lo cual se estableció una escala que fuera independiente de la presencia o ausencia de ondas superficiales llamada magnitud (M_w), la cual está basada en el momento sísmico y considera la rigidez de las rocas, el área de la zona de ruptura y el desplazamiento o dislocación de la fuente sísmica.

2.4 ¿ Cómo se producen los sismos ?

Todavía no hay un conocimiento completo sobre el origen de los sismos, sin embargo, se puede afirmar que los más importantes son de origen tectónico. La energía liberada por dichos sismos es muchas veces mayor que la de otros tipos y por lo tanto son los de mayor potencia. Esta afirmación tiene sus bases en la Teoría de Placas Tectónicas, la cual fue presentada en 1968, como culminación de una serie de esfuerzos hechos décadas atrás. La teoría nos dice que la causa principal de los sismos es la movilidad entre los grandes bloques o placas, en que está dividida la corteza terrestre, las cuales tienen miles de kilómetros cuadrados de área y decenas de kilómetros de espesor⁵.

⁵ ANDREW Maskey. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana. p.18

La actividad sísmica ocurre en gran parte, en los bordes de estas placas, de ellas las principales no pasan de 10 km. La continua presión de fuerzas internas, el consiguiente desplazamiento de bloques, la elasticidad de las rocas y su capacidad para almacenar energía (todo esto explicaría la ocurrencia de los terremotos) el

movimiento relativo de rocas bajo tremendas presiones, causan sucesivamente la acumulación de energía y su liberación cuando se produce el colapso de la roca a un desplazamiento brusco de grandes bloques.

El tipo de movimiento entre dos placas, que corresponde a la situación de las regiones de mayor actividad sísmica de la tierra, es aquel en que una placa monta sobre la otra y la empuja hacia abajo (subducción).

2.5 Sismicidad mundial

Las placas tectónicas que constituyen la litosfera terrestre tienen un espesor aproximado de 100 km., en la fig. 2.1 se presentan las diez de mayor dimensión así como la distribución de los epicentros⁶. Se describe una zona relativamente angosta que rodea al Océano Pacífico, y se extiende desde la Patagonia y Chile en América del Sur, pasando por Centro América, México, Estados Unidos, Canadá y Alaska, a través de las islas Aleutianas hasta Japón, Filipinas y Nueva Zelanda en el Sur.

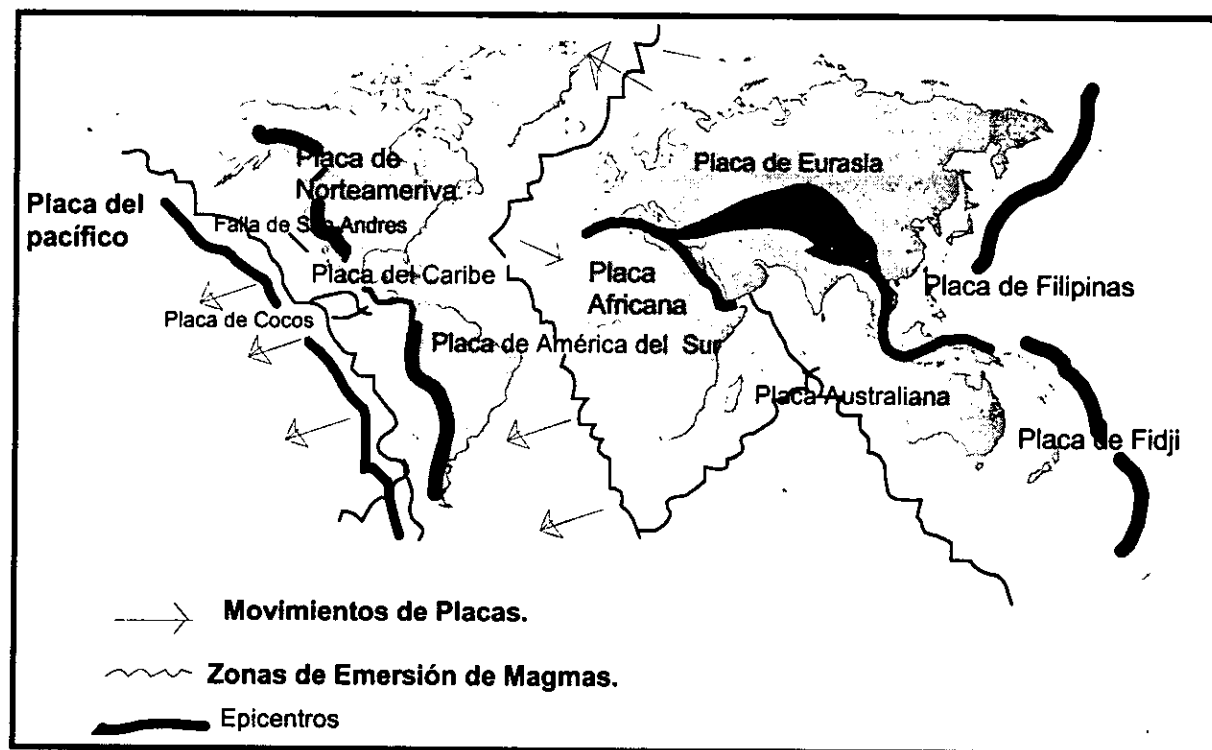


Fig. 2.1 Principales placas tectónicas y epicentros de sismos en el mundo.

⁶ EPICENTRO: Es el punto definido por la proyección vertical del foco sísmico en la superficie terrestre.

Esta zona caracterizada por su gran actividad sísmica de origen tanto tectónico como volcánico se conoce como Cinturón de Fuego del Pacífico (fig. 2.2), fuera de las franjas de alta sismicidad se muestran regiones como Brasil, Norte y Centro de Canadá, Noruega, Suecia, Oeste de África y una gran porción de Australia, donde la sismicidad es escasa o nula.

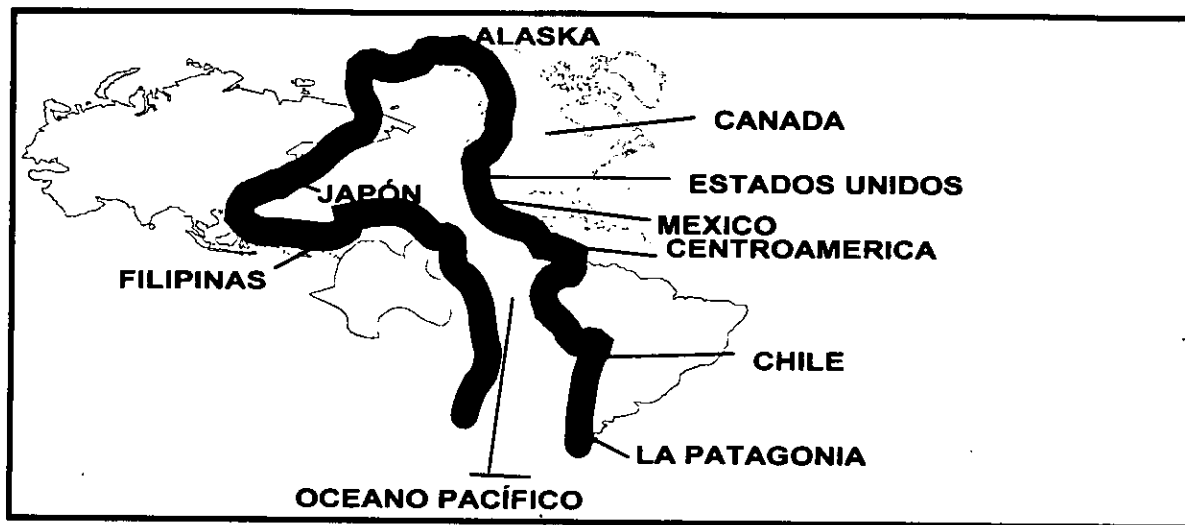


Fig. 2.2 Cinturón de fuego del Pacífico.

Los sismos que tienen lugar en el Cinturón Circunpacífico representan un poco más del 80 % de la energía total liberada en todo el mundo, 15% se disipa a lo largo de las zonas Mediterránea y Transasiática y el 5% restante es liberada en el resto del mundo. Esta actividad sísmica se produce a lo largo del plano de contacto entre dos placas o en una falla geológica⁷, cuando una de ellas se desliza respecto a la otra.

En las regiones donde el espesor de la litosfera es menor, en general el fondo de los océanos, se presenta un flujo de magma a través de discontinuidades. El material se encuentra a presión y en estado líquido bajo la litosfera y durante su emersión produce empujes sobre las placas adyacentes a la falla. Tal efecto se refleja como esfuerzos de tensión o compresión en los extremos opuestos de las mismas, como lo ejemplifica la fig. 2.3.

⁷ FALLA GEOLÓGICA: Superficie de ruptura a lo largo de la cual ha habido movimiento diferencial.

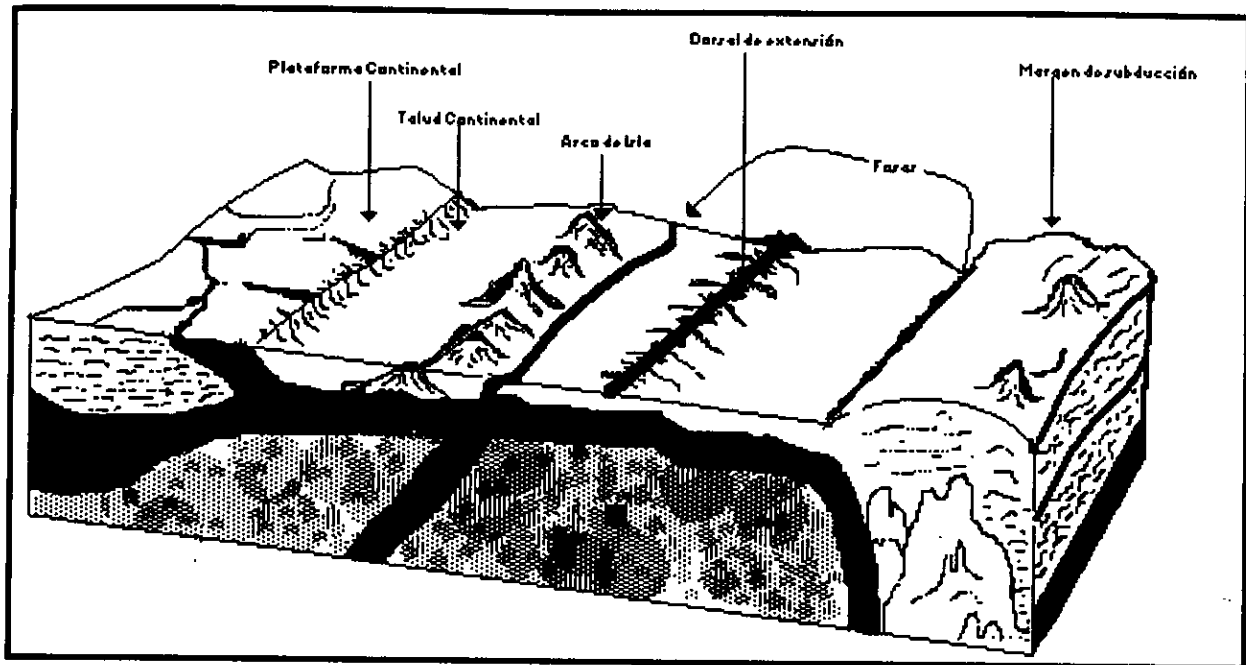


Fig. 2.3 Corte esquemático de la corteza oceánica, que muestra las capas más superficiales de las rocas bajo el océano, donde se marcan los arcos de islas y el fenómeno de subducción.

La presencia de estos esfuerzos provoca que las fronteras de las placas en ocasiones se deslicen una respecto a la otra en forma paralela sobre sus márgenes, en otras, que la placa penetre dentro del interior de la tierra formando las profundidades oceánicas, trincheras, o zonas de subducción y finalmente chocando una contra otra creando elevaciones en la corteza terrestre que vemos como cadenas montañosas.

La causa de los movimientos en diferentes direcciones entre las placas aún se desconoce pero se estipula que se debe a lentas corrientes de convección que afectan al interior de la tierra y desde luego a su corteza externa, cada celda de convección arrastraría un segmento de la superficie haciendo que diferentes placas tengan movimientos a veces encontrados, y que en los bordes de algunas de ellas se esté creando nueva litosfera y en otros destruyendo; este movimiento entre placas se conoce como la Deriva de los Continentes (Wegener 1912).

La traslación entre bloques es de decenas de centímetros al año y ha provocado a lo largo de millones de años que América del Sur que estaba originalmente al lado de la costa occidental de África, pasara a ocupar la posición que tiene actualmente.

El movimiento entre placas no es continuo sino por intervalos, debido a que la fricción entre ellas origina discontinuidades en su deslizamiento, que se presenta cuando los esfuerzos generados por la acumulación de energía elástica en la zona de falla, son mayores que la resistencia de las rocas y la fuerza de fricción de las rocas. Por lo que se produce un corrimiento súbito precursor de las ondas sísmicas que constituyen al temblor o terremoto, de esta manera el motor interno de la tierra que origina los sismos es el mismo que crea los cambios geológicos.

2.6 Fallas geológicas

Los movimientos de la corteza terrestre son tan lentos que los pliegues creados puedan ajustarse a éstos sin ruptura de las masas de roca. Pero cuando son de naturaleza tal que la fractura y desplazan las secciones, se produce un rasgo estructural llamado **falla geológica**.

Dependiendo de los esfuerzos que actúan sobre la roca, las partes de la misma pueden fracturarse o desplazarse de diferente manera, la figura 2.4 muestra las formas más simples de fallamiento, considerando que el material se comporta como un cuerpo rígido.

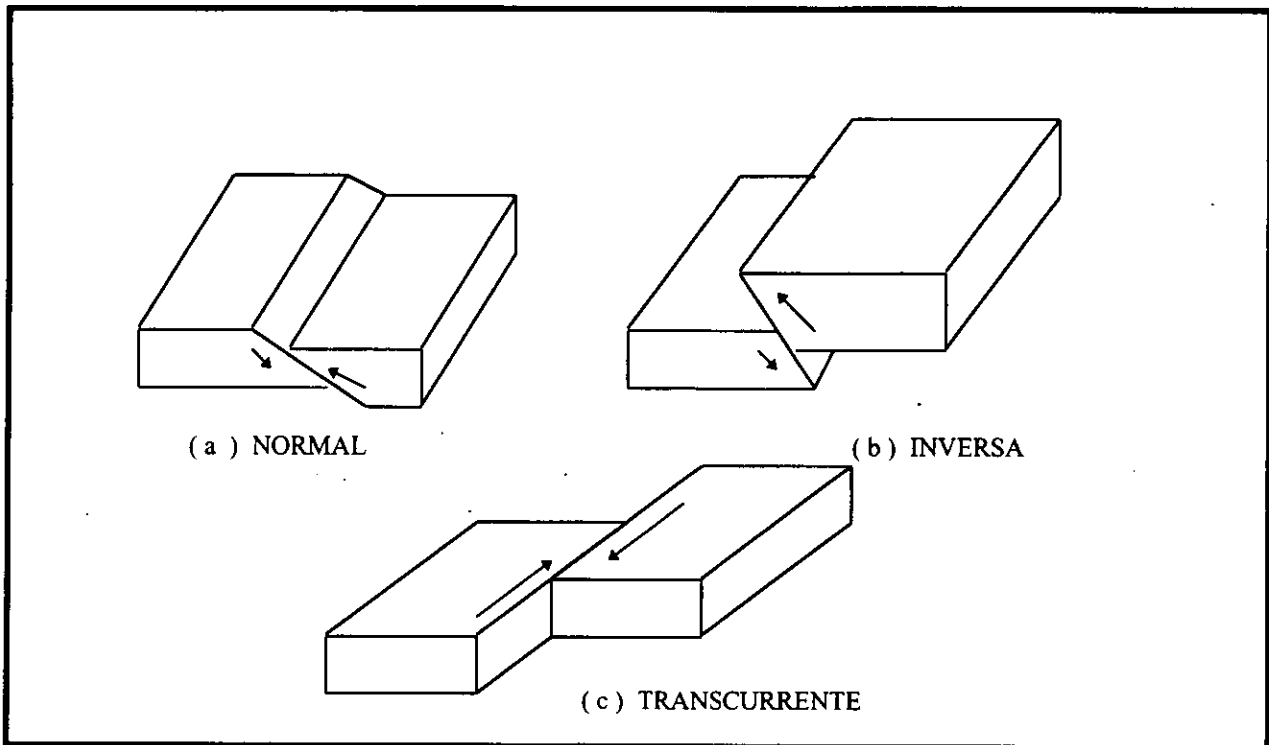


FIG. 2.4 Principales tipos de fallas.

La primera describe el rasgo estructural llamado falla normal (a), generado por esfuerzos de tensión en la masa de suelo y que se caracteriza porque una de las partes del cuerpo se desplaza hacia abajo respecto de la otra. La falla de tipo inverso o de cabalgadura (b), se distingue porque una de las partes del cuerpo se mueve hacia arriba en relación al otro, esta se presenta cuando en el terreno existen esfuerzos de compresión. El rasgo geológico de la falla transcurrente o de rumbo (c), se produce cuando los esfuerzos en la masa de suelo son de cortante, sin presencia de componente vertical, por lo que el fallamiento se genera únicamente como un corrimiento horizontal de las dos partes que forman la fractura.

2.7 Fenómenos y desastres naturales

Hay una deformación ideológica al confundir dos términos que son muy diferentes: *fenómeno natural* y *desastre natural*, utilizándolos muchas veces como sinónimo. Debe quedar claro que no son iguales ni siquiera el primero supone el segundo. Muchas veces se supone que un desastre producido se debe a fuerzas naturales poderosas o sobrenaturales que actúan irremediamente contra el hombre.

Un terremoto es un fenómeno de la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno.

A pesar de ser un fenómeno de ocurrencia eventual y de extraordinaria magnitud, no necesariamente tiene que provocar un desastre. Los efectos de los terremotos solamente son desastrosos cuando afectan una fuente de vida con la cual el hombre contaba ó un modo de vida realizado en función de una determinada geografía.

Un desastre natural por tanto es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos (como los terremotos) y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables (como situación económica precaria, viviendas mal construidas, mala ubicación de la vivienda, etc.). En otras palabras se puede decir que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurriesen en situaciones vulnerables.

2.8 Potencial Sísmico en la república mexicana

La sismicidad es la frecuencia con que se generan sismos de diferentes magnitudes en una región determinada, proporcionando una distribución geográfica de los epicentros correspondientes a cada evento.

El potencial sísmico está referido a un lugar de la tierra y es la probabilidad de que, en alguna área de su entorno y dentro de un intervalo de tiempo relativamente corto, ocurre un sismo que produzca un efecto determinado en ese lugar.

Aunque la mitad de las ocho sacudidas más grandes del siglo han ocurrido en Asia Central, la zona más activa del globo es sin duda el cinturón de fuego del Pacífico del cual forma parte nuestro país.

México tiene dos regiones sísmicas que abarcan importantes zonas del país la primera se ubica en el extremo norte del Golfo de California, donde la Placa del Pacífico se mueve horizontalmente hacia el Noroeste respecto a la de Norteamérica llevando consigo a la península de Baja California.

El movimiento relativo entre placas se presenta a lo largo de la falla Imperial (continúa hacia los Estados Unidos donde se conoce como falla de San Andrés) que marca la unión entre las placas del Pacífico y Norteamérica, cuya velocidad relativa de deslizamiento horizontal es aproximadamente 5 cm. por año.

La segunda de estas regiones es la zona de subducción de la Costa del Pacífico localizada en una franja de más o menos 200 km. de ancho y 1500 km. de largo que va de Colima a Chiapas, el área descrita por esa zona es la que ha producido los sismos de mayor magnitud, que han afectado la Ciudad de México y a un alto porcentaje de la población del país.

Si tomamos en conjunto la sismicidad de estas regiones podríamos decir que México en cuanto a sismos de origen somero, tienen la más alta del Hemisferio Occidental, superada a escala mundial únicamente por Japón.

En promedio han ocurrido en México, sismos de Magnitud 7.0 o mayor cada dos años y han afectado zonas densamente pobladas del país como: Oaxaca, Guadalajara, Puebla, Acapulco, Orizaba y México entre otras. Esta actividad se ha estimado que libera alrededor del 3% de la energía sísmica mundial⁸.

⁸ EMILIO Flores Romero. Sismicidad en Pinotepa Nacional Oaxaca. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil Facultad de Ingeniería UNAM. 1996 p.15

México, incluido su mar territorial, está ubicado entre cuatro placas tectónicas: dos muy grandes, la de Norteamérica que va desde México hasta el Ártico, y la del Pacífico, que abarca parte de México, E.U.A. y casi toda el Pacífico del Norte.

Una mediana, la placa de Cocos frente a las costas de México y Centroamérica, se extiende al Sureste hasta Costa Rica; y por último la pequeña placa de Riviera localizada en la entrada del Golfo de California cuya extensión finaliza en las inmediaciones del Estado de Colima.

La interacción entre las placas Cocos y Riviera con la de Norteamérica forma la zona de subducción del Pacífico, la cual es directamente responsable de prácticamente toda la actividad sísmica suscitada en el centro de la República Mexicana. Los sismos de esta zona tienen una profundidad local entre 15 y 20 km. La línea donde comienza la cabalgadura está frente a las costas de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco y Colima, las cuales están dentro de la zona con mayor frecuencia sísmica, según la regionalización que se tiene a este respecto (fig.2.5).

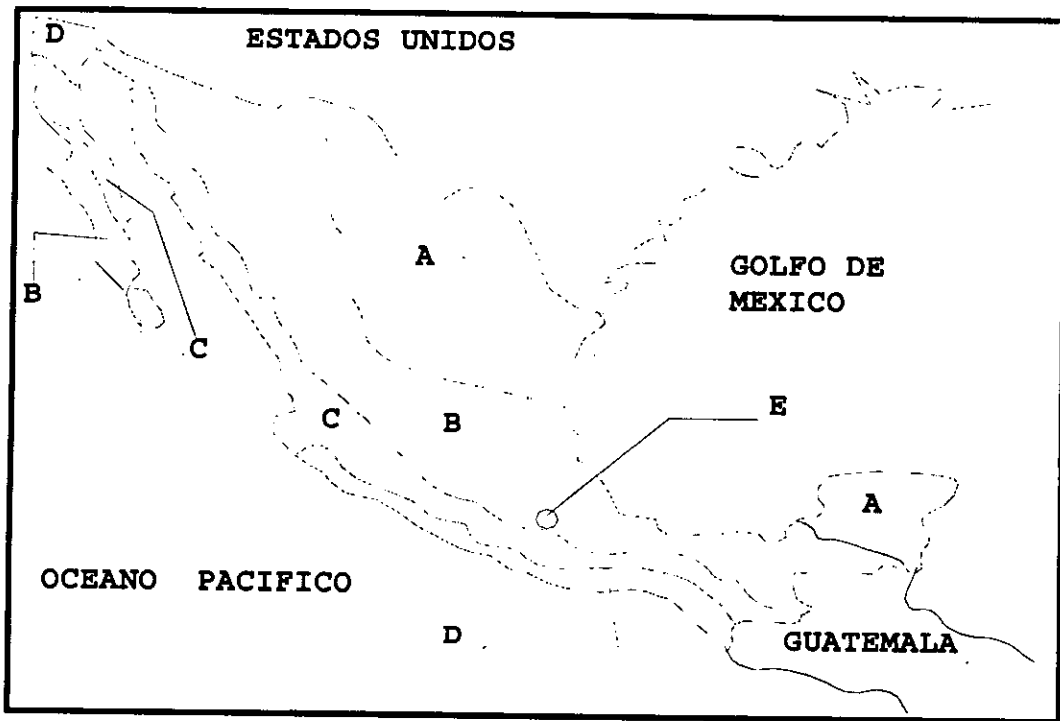


Fig. 2.5 Regionalización sísmica de México; Zonas de sismicidad Nula (A) , Moderada (B), Fuerte (C), Máxima (D) y Zona Metropolitana de la Ciudad de México (E).

Los sismos de esta región son generados tanto en la zona de subducción, como en la periferia de la misma. Hay cinco áreas diferentes localizadas entre los estados de Colima y Chiapas llamadas brechas sísmicas (fig. 2.6), las cuales a grandes rasgos pueden ser definidas como la zona o segmento de una falla donde por un largo periodo de tiempo no se ha registrado un sismo de gran magnitud o bien, movimiento entre placas tectónicas.

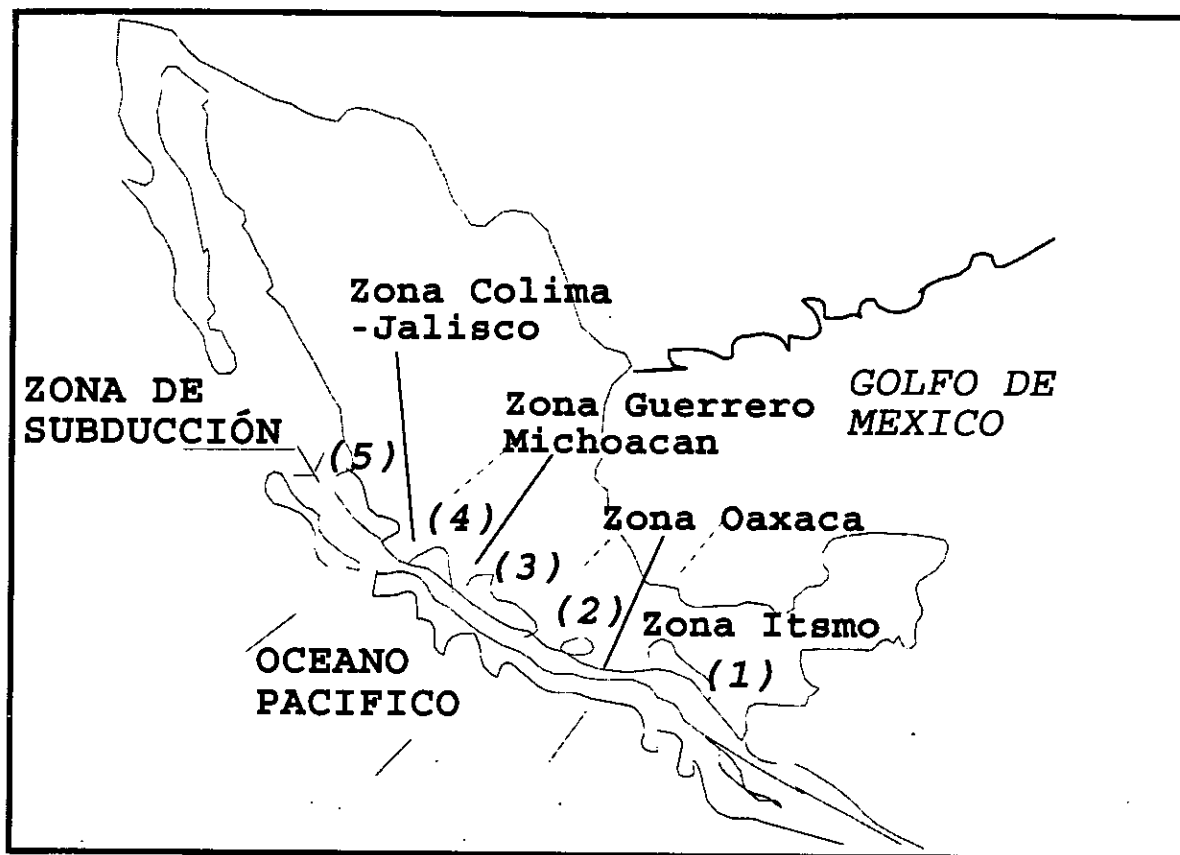


Fig. 2.6 Brechas sísmicas en la República Mexicana.

Brecha de Tehuantepec (1), Zona Istmo

Brecha de Ometepec (2), Zona Oaxaca

Brecha de Guerrero (3),

Brecha de Michoacán (4), Zona Guerrero-Michoacán .

Brecha de Jalisco (5), Zona Colima-Jalisco.

La ausencia de terremotos de magnitud en una brecha indica la acumulación de una cantidad importante de energía, que podría liberarse con un sismo de gran magnitud o varios de pequeña magnitud. Los temblores que podrían afectar diversas regiones de la república mexicana se generarán principalmente en las vacancias* de: Jalisco, Michoacán, Guerrero, Ometepec (Gro.) y Tehuantepec (Chis.). A las de Guerrero y Tehuantepec se les ha asociado una alta probabilidad de ocurrencia de un sismo cuya magnitud estaría comprendida entre 7.9 y 8.4. Al respecto se puede mencionar que algunas investigaciones han permitido establecer que en México los periodos de recurrencia de temblores de gran magnitud oscilan entre los 35 y 80 años.

* VACANCIA O BRECHA SÍSMICA: Segmento de la zona de subducción en la cual no se ha producido un temblor de importancia en un lapso de tiempo relativamente grande.

2.9 Características de la zona de subducción

Como se ha mencionado, la subducción de las placas de Cocos y Riviera bajo la de Norteamérica se presenta en la trinchera Mesoamericana que se extiende desde la boca del Golfo de California hasta Chiapas. La placa de Riviera se une con la de Cocos aproximadamente frente a las costas de Colima (fig. 2.7) y se subduce bajo la de Norteamérica con un echado⁹ aproximado de 9°, y una velocidad entre placas de 1.2 cm/año hacia el Noroeste y 2.3 cm/año hacia el Sureste.

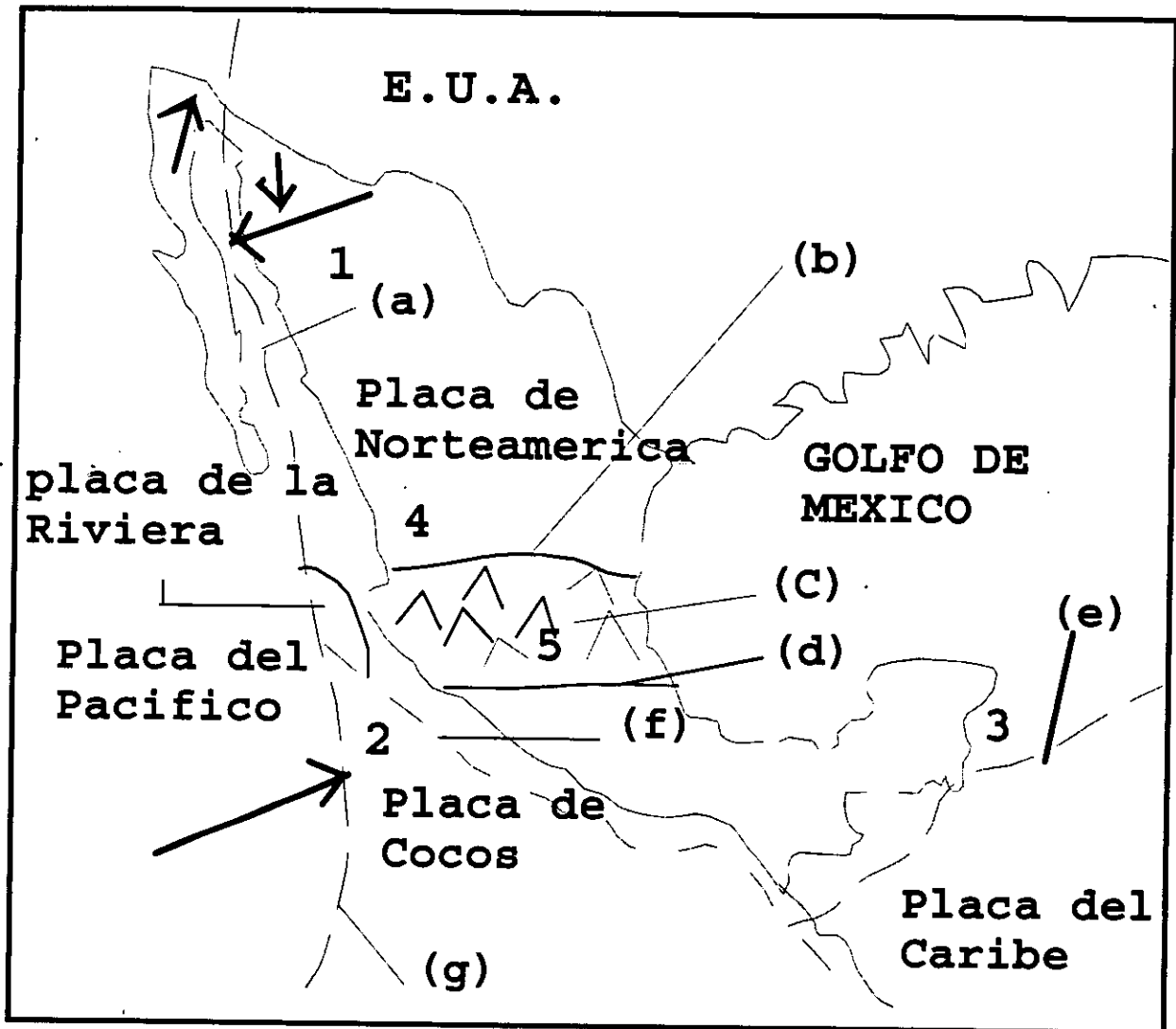


Fig. 2.7

⁹ ECHADO O ÁNGULO DE BUZAMIENTO: Cuando una roca no está horizontal el valor de su pendiente es lo que se llama echado; y corresponde al ángulo agudo que forma la capa con relación al horizonte, y se mide en dirección de la mayor pendiente.

- 1.- Movimiento transcurrente a lo largo de la falla de San Andrés.
- 2.-Movimiento de Subducción de la Placa de Cocos bajo de la de Norteamérica, a lo largo de la falla de Acapulco.
- 3.-Movimiento Transcurrente a lo largo de la falla del Gran Caimán.
- 4.-Movimientos en las fallas del Terciario (Acamboxo y Clarión).
- 5.-Erupciones en el Eje Volcánico.
 - a).-Falla de San Andrés.
 - b).-Falla de Zacamboxo.
 - c).-Eje Volcánico.
 - d).-Falla de Clarión.
 - e).-Falla del Gran Caimán.
 - f).-Falla de Acapulco.
 - g).-Falla de Orozco.

Mas hacia el Sur la placa de Cocos se extiende desde Colima hasta Chiapas, con una velocidad de subducción bajo la placa de Norteamérica de aproximadamente 5 cm/año cerca de la frontera de Jalisco, y hasta 8.3 cm/año cerca de la frontera con Guatemala.

Una de las características de la placa de Cocos a lo largo del Pacífico es la variación de su ángulo de inclinación en toda la longitud de la trinchera iniciando con unos 9° de buzamiento en Michoacán , 12° cerca de Acapulco, 15° bajo Oaxaca, 35° en Chiapas y finalmente con 45° en el área de Tehuantepec. Este cambio en el buzamiento parece ser la razón por la cual se generan sismos de tipo somero o profundos en las costas del Sur de México, así como la de sismicidad en los Estados del centro y sur del país.

Los sismos de mayor magnitud que se presentan en México son someros y se conjetura ocurren donde el echado entre las placas subducidas es menor, debido a que los esfuerzos generados son más grandes a los que se presentan donde el echado es mayor. Se cree que la placa subducida es tirada hacia abajo por peso propio tendiendo a existir una separación y reducción considerable de las fuerzas de fricción.

Al Noroeste de Tehuantepec se ha determinado una zona de baja sismicidad sobre la placa de Cocos, que separa los focos de sismos someros (producto de fallas inversas), de los de sismos profundos (producto de fallas normales). Al Sureste de Tehuantepec el echado y profundidad de la trinchera se vuelven máximos, por lo cual, la zona de baja sismicidad desaparece y los sismos que se presentan en esta región son de foco profundo.

En muchas partes del mundo donde existen trincheras, encontramos cadenas volcánicas paralelas a ellas causadas por el ascenso de material fundido procedente del manto superior, debido a la desintegración por fusión de la placa subducida; sin embargo en México, el eje volcánico no es paralelo sino oblicuo a la trinchera, la razón de ello aún se desconoce, aunque se presume que su orientación puede estar relacionada con el cambio de echado de la placa subducida, pues los volcanes más cercanos a las trincheras se encuentran generalmente sobre el punto donde la placa que penetra ha alcanzado los 110 km. de profundidad.

Otros estudios indican que los grandes temblores de subducción en México se originan cerca de las costas, con profundidades entre 16 y 20 km (Singh *et al*, 1984; Singh y Mortera, 1990) y que el ancho de la ruptura no excede 80 km (Singh *et al*, 1995). Además, se ha observado que estos eventos pueden ser generados por varias o una sola ruptura (UNAM, Seismology Group, 1986; Singh, *et al*, 1984; Singh y

Mortera, 1990). Además, se sabe que el número de réplicas que se generan después de un gran temblor es anómalamente pequeño (Singh y Suárez, 1988), pero que pueden ser de gran magnitud (p.ej., el gran sismo de Jalisco de 1932 con $M=7.9$; el doblete de Ometepec en 1982 con $M=6.9$ y 7.0 ; y el sismo del 21 de Septiembre de 1985, con $M=7.6$, el cuál se originó en la región de Petatlán como réplica del gran sismo de Michoacán de 1985).

No se sabe que tan frecuentemente ocurre, pero se ha observado que una brecha sísmica puede dar lugar a más de un gran temblor en tiempos relativamente cortos. Por ello, después de un gran temblor no puede considerarse que la zona de ruptura esté necesariamente liberada de potencial sísmico para un futuro inmediato¹⁰.

2.10 Peligro, vulnerabilidad y riesgo

El **peligro** es la probabilidad de que se produzca en un periodo determinado y en una zona dada, un fenómeno natural extremado potencialmente dañino que induce movimientos de la tierra, en agua o aire, los cuales afectan a una zona determinada. La magnitud del fenómeno, la probabilidad de su ocurrencia y la extensión de su impacto pueden variar y ser determinados en algunos casos.

La **vulnerabilidad** de cualquier elemento estructural físico ó socioeconómico expuesto a un peligro natural es su probabilidad de resultar destruido, dañado, o perdido. El concepto de vulnerabilidad no es estático sino que tiene que considerarse como un proceso dinámico. Este proceso integra el cambio y el desarrollo que alteran y afectan la probabilidad de todos los elementos expuestos.

El **riesgo** puede relacionarse directamente con el concepto de desastres, ya que incluye las pérdidas y daños totales que podría sufrirse después de un peligro natural: personas muertas, heridas, daños a la propiedad, perturbación de la actividad. El riesgo implica una condición futura potencial, que será función de la magnitud del peligro natural y de la vulnerabilidad de todos los elementos expuestos en un momento determinado.

Por ejemplo, si ocurre un terremoto fuerte en una zona despoblada el resultado no es un desastre, ya que solamente produciría ciertos cambios en la topografía o cambios geodinámicos como deslizamientos. No hay daños ni a cultivos, casas ni personas. Si el mismo terremoto ocurre en una ciudad moderna donde los edificios han sido construidos con base a un diseño y cálculo antisísmico, podría ocurrir daños pero éstos no serían calificados como un desastre.

En cambio, si el terremoto ocurre en una ciudad que ha crecido aceleradamente, desordenadamente con construcciones precarias los daños serían cuantiosos y habría muchos muertos y heridos. En este caso sí sería calificado como un desastre.

Por tanto la historia reciente de los desastres es prácticamente la historia de un proceso de urbanización, acelerado en los países pobres con la reproducción continua de condiciones de vulnerabilidad. Las estadísticas demuestran que la ocurrencia de desastres ha aumentado significativamente en los últimos cincuenta años.

Con respecto a terremotos, dado que no hay evidencia de cambios importantes en los factores geológicos ó climatológicos, la explicación tiene que encontrarse en la creciente vulnerabilidad de las grandes poblaciones urbanas.

La explicación y el estudio de los desastres sísmicos por tanto es casi por definición: "comprender los factores causales de la vulnerabilidad y así permitir el análisis y la evaluación de esos factores. Se

¹⁰ EDUARDO Pérez Rocha et. al. Predicción de Intensidades Sísmicas. Área Metropolitana del Valle de México. p.10

entiende que la sismología (estudio científico de los sismos) es necesaria y esencial para profundizar el conocimiento sobre el peligro natural y su comportamiento. Sin embargo, no nos ayuda a entender las causas de los desastres sísmicos, si es que no estudiamos también la vulnerabilidad sísmica.

La identificación preventiva de situaciones potencialmente catastróficas requiere atención prioritaria en áreas urbanas situadas en zonas de elevada peligrosidad sísmica si se desea mitigar el riesgo de desastres como consecuencia de fenómenos telúricos.

En la evaluación del riesgo sísmico tan importante es la peligrosidad o amenaza sísmica como la vulnerabilidad; hoy en día se dispone de abundante información y de poderosos algoritmos de cálculo que permiten analizar y evaluar cuantitativamente el riesgo asociado a la peligrosidad sísmica e identificar así situaciones singulares ó colectivas que por su elevada vulnerabilidad pueden dar lugar a catástrofes¹¹.

2.11 Vulnerabilidad sísmica.

Las condiciones de vulnerabilidad sísmica se dan cuando:

- a).-Los asentamientos humanos se ubican en áreas de alta actividad sísmica.
- b).-La forma de construcción no ofrece ninguna resistencia sísmica.

Estos dos factores son los componentes de lo que podríamos llamar la vulnerabilidad física de un asentamiento humano frente a los sismos. Los asentamientos humanos no ubicados en zonas sísmicas o que son construidos con criterio antisísmico no presentan condiciones de vulnerabilidad sísmica.

Es evidente que a través de la vulnerabilidad física de los asentamientos se afecta al hombre y pierde su cobijo, sus bienes e incluso su propia vida, debido a los daños ó destrucción de su casa. Sin embargo, la vulnerabilidad no sólo se manifiesta en lo físico, en el medio ambiente construido, sino en el hombre mismo. Se puede hablar entonces de la vulnerabilidad social, económica y cultural.

El proceso de desarrollo capitalista dependiente que se da en la mayoría de los países del tercer mundo, se caracteriza por producir grandes desigualdades en términos socio-económicos y territoriales. La división socio-territorial del trabajo crea condiciones de vulnerabilidad extrema en grandes sectores de la población; se puede decir que en la gran mayoría de la población. Estos sectores carecen de los servicios mínimos básicos para reproducir su existencia y por tanto están siempre y permanentemente vulnerables a sufrir una serie de desastres. Esta, la vulnerabilidad económica, tiene sus complementos en el ámbito superestructural: social y cultural. La gente no sólo carece de recursos materiales sino también sufre de enajenación de los valores, recursos y expresiones culturales y sociales, asimismo discriminación en el acceso a los recursos culturales y sociales del mundo urbano-industrial, debido a un bajo nivel educacional, analfabetismo, etc.

La forma peculiar de la división socio-territorial del trabajo incorpora como aspectos interrelacionados: lo económico, lo social, y lo cultural. Estos factores constituyen la vulnerabilidad económica, social y cultural, los cuales transforman y son transformados por la vulnerabilidad física. Es el hombre el que crea las condiciones de vulnerabilidad de su hábitat y al hacerlo se pone de espaldas a la naturaleza, corriendo el riesgo de resultar dañado si ocurre un fenómeno natural peligroso.

La vulnerabilidad sísmica es un fenómeno cada vez más "urbano", dado que el modo de producción implica en el contexto mexicano una fuerte y desmesurada concentración territorial de las relaciones sociales de producción. Ciudades en zonas sísmicamente activas crecen vertiginosamente debido al modelo capitalista dependiente de crecimiento urbano-industrial. Por tanto la población sujeta a riesgo de sufrir un desastre sísmico va creciendo constantemente. La población de muchas ciudades ha crecido más de diez veces en menos de tres décadas, incrementando enormemente la vulnerabilidad sísmica.

¹¹ J.G.GRASES Peligro Sísmico en Áreas Urbanas. Acciones de Mitigación. p.3

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA (ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS)

3.1 Antecedentes.

En las postrimerías del régimen de Manuel Ávila Camacho y los albores del sexenio de Miguel Alemán se estimuló a empresarios nacionales y extranjeros a invertir en la industrialización del país, principalmente en el Distrito Federal y en algunos municipios del Estado de México, debido a las grandes facilidades que en mano de obra, mercado e infraestructura ofrecía la zona metropolitana. Paralelamente al incremento de la inversión en los centros urbanos, se reducen los recursos en el campo, ocasionando el deterioro de las condiciones de vida del campesino, que lo obliga a emigrar a las ciudades, fundamentalmente al Distrito Federal en busca de empleo y mejores condiciones de vida. La situación descrita coincide con las dificultades que en la ciudad de México empiezan a ser patentes para la obtención del suelo y vivienda. Así ante el elevado costo y las limitaciones para asegurar un techo, gran parte de la población inmigrante del interior del país se desplazó hacia el Estado de México en busca de suelo barato donde establecerse. A esta gente se agregó población residente del Distrito Federal de bajos recursos que se vió obligada a emigrar a la periferia de la Ciudad.

En las condiciones mencionadas, la cercanía con el Distrito Federal de los terrenos desecados del Lago del ex-vaso de Texcoco los hizo presa fácil del crecimiento urbano, a pesar de los grandes inconvenientes que presentaban para su uso en materia de vivienda. Inclusive en el decreto del 14 de Septiembre de 1932 expedido por el gobernador Filiberto Gómez, ya se contemplaba la construcción de una ciudad radial, que a partir de la década de 1940 recibiría un considerable número de colonos. De esta manera, a sólo 9 kilómetros del centro de la capital del país y en una superficie inicial de 62.4 kilómetros cuadrados, se yergue el municipio de Ciudad Nezahualcóyotl, llamado así para honrar la memoria del filósofo, poeta, urbanista, astrónomo, legislador y señor de Texcoco-Acolhuacan, hijo de Ixtlilxóchitl Ome Tochtli el viejo y de Matlalcihuatzin; a quien además se le atribuye el haber logrado la alianza de los señoríos de Texcoco, Tlacopan, y México. Para tal fin, cada año asistían a la fecha de Tota en la que se reunían los grandes sacerdotes y señores de muchos pueblos regionales lejanos, el lugar de reunión era Pantitlán, hoy los límites del Distrito Federal con Nezahualcóyotl; donde al son de Teponaztle, caracoles y otros instrumentos se festejaba la llegada de las aguas y la paz entre los pueblos de aquel tiempo. A Nezahualcóyotl también se le debe la introducción del agua potable en Tenochtitlán, la planeación del Bosque de Chapultepec y la promoción de las artes, las ciencias y los oficios en su señorío.

3.2 *Panorama histórico*

Actualmente el municipio de Ciudad Nezahualcóyotl se ubica en lo que fuera el Lago de Texcoco, que se situó a su vez, en la Cuenca de México. Esta cuenca es una planicie elevada rodeada de montañas (al este por la sierra Nevada, al Oeste por la sierra de las Cruces y al Sur por la sierra del Ajusco). El lado norte tiene una serie de colinas bajas y discontinuas.

La cuenca de México era exorreica (con drenaje pero al surgir la sierra Chichinautzin durante el Pleistoceno se selló esa salida de agua y se comenzaron a formar los lagos. En opinión del arqueólogo José Luis Lorenzo no hay una fase climática de gran pluviosidad “ni los sedimentos arrojan, para las últimas decenas de miles de años, características de depósitos lacustres de gran profundidad por lo que no existió un gran y profundo lago, sino varios lagos.

Muchas personas y hasta instituciones públicas y privadas, llaman a la cuenca “valle”; cabe señalar que esto es incorrecto ya que un valle es una porción de tierra baja, enmarcada por líneas de montañas, generalmente cruzadas por un arroyo de río que recibe los aportes de las alturas colindantes. Una cuenca es una depresión extensa en la cual drenan los terrenos adyacentes, sin que tenga curso de salida. Por esta razón desde tiempos prehispánicos, los habitantes de las riveras e islotes de los lagos de la Cuenca de México tuvieron que hacer frente al problema del drenaje de las aguas, tanto pluviales como servidas. Así se construyó el muro de contención o albaradón de contención al norte de la cuenca, que evitaba la mezcla de agua dulce y salobre en tiempos prehispánicos; el tajo de Nochistongo, en la colonia y el canal de Tequisquiac, en el Porfiriato; en la actualidad, con el llamado drenaje profundo se intenta resolver el viejo problema. Estas acciones convirtieron a la cuenca en exorreica (con drenaje) nuevamente.

La influencia de los cambios de nivel en las aguas de los lagos en la cuenca tuvieron importantes repercusiones sobre los espacios biogeográficos y culturales, por estar en la Ciudad de México asentada en lo que fuera un Lago de la Cuenca de México¹².

3.3 *Panorama actual (siglo XX)*

Considerando que las tierras del ya desecado Lago de Texcoco no podrían ser colonizadas ni utilizadas como reserva boscosa o para otro servicio de interés social, el Varón de Cuatro Ciénegas, don Venustiano Carranza, acuerda el 23 de Agosto de 1919, a través de la Secretaría de Agricultura, poner a la venta las tierras en el ex lago comprendidas, en 70 pesos de oro la hectárea o en 30 pesos del mismo metal la renta de la hectárea por un año.

¹² LORENZO Arenas Ruíz, LEONCIO Martínez Garibaldi .Monografía de Ciudad Nezahualcóyotl. p.49

Todo hace suponer que este primer intento por colonizar estas tierras no fue tomado en cuenta por los presuntos pobladores, pues en Marzo de 1922, el General Alvaro Obregón, Presidente de la República, fijó un nuevo valor de venta de 30 pesos por hectárea, aduciendo como razón de esta urgencia para otorgar las citadas tierras, las tolvaneras que azotaban a la capital de la República. El gobierno de Obregón puso como condición de venta que las tierras otorgadas fueran plantadas de pasto o hierbas adecuadas al terreno, en un plazo no mayor de 6 meses a partir de su fecha de adquisición, bajo pena de cancelación del beneficio adquirido por el comprador si no se cumplía con este requisito.

Posteriormente, el gobierno del Ingeniero Pascual Ortiz Rubio abatió el valor por hectárea hasta el meramente simbólico de un peso; fue entonces cuando la presunta propiedad federal empezó a ser masivamente adquirida por particulares.

Las tierras así otorgadas aparecen más de dos décadas después en manos de notorios acaparadores que también a su tiempo vinieron a ser, por sí o por intermediarios, prominentes fraccionadores que dieron pie al nacimiento de las llamadas colonias del Vaso de Texcoco.

3.4 Localización geográfica actual

El municipio de Ciudad Nezahualcóyotl se asienta en la porción Oriental de la Cuenca de México en lo que fuera el Lago de Texcoco; su ubicación geográfica es la siguiente: 19° 36' de latitud norte y 98° 58' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

3.5 Límites

Limita al Norte con el Municipio de Ecatepec; al Noroeste con la delegación Gustavo A: Madero, del Distrito Federal; al Oriente, con los municipios de los Reyes La Paz y Chimalhuacán, al Poniente, con la delegación Venustiano Carranza y al Sur, con las delegaciones de Iztacalco e Iztapalapa, del Distrito Federal.

3.6 Extensión

Cuenta el municipio con un desarrollo de 63.44 kilómetros cuadrados, dividido en 90 colonias con 247 000 lotes comprendidos en 4,628 manzanas.

3.7 Población

En el municipio de Nezahualcóyotl, los datos de los censos generales de población y vivienda, en 1990, registran una población de 1,256 115 habitantes, con una tasa de crecimiento anual de -0.65%, respecto de la correspondiente a 1980, que entonces fue de 1, 341 230 habitantes y un aumento de 8.74% anual en el transcurso de la década anterior. Esta situación

refleja una muy drástica disminución de la tasa de incremento poblacional que ha modificado el perfil demográfico del municipio, dando por resultado una baja absoluta de población.

	1970	1980	1990	%80/70	%90/80
Total	580,436	1,341 230	1,256 115	8.74%	-0.65%
Hombres	285,078	666,106	615 947	8.48%	-0.78%
Mujeres	285,358	675,124	640 168	8.99%	-0.53%

El proceso migratorio ha significado la incorporación de nuevos residentes, pues para 1990, 59.46% de los pobladores del municipio habían nacido fuera del estado de México, y de los mayores de 5 años una cifra equivalente a 8.90% de los mismos no residían en el estado en 1985; sin embargo, estas magnitudes no explican del todo el fenómeno de la fuerte caída de la tasa de crecimiento, por lo que es factible inferir que se ha producido una fuerte corriente de emigración intermunicipal en el Estado, que ha contribuido también a la disminución de la población.

En forma paralela se observa una caída significativa en la natalidad. Tomando los hijos nacidos vivos por segmento de edad de la madre, las mujeres de 50 a 54 años tuvieron 6 hijos mientras que las de 25 a 29 , sólo han tenido 1.7.

segmento de edad	20-24	25-29	30-34	40-44	50-54
promedio de hijos	0.7	1.7	2.6	4.3	6

Las tasas de natalidad y mortalidad registradas en el año de 1990 constituyen elementos adicionales importantes para el análisis de la población. En el cuadro siguiente se presenta su comparación con el promedio resultante para el Estado de México así como los valores que alcanza la tasa de mortalidad infantil. El comportamiento de estas variables tanto por lo que se refiere a la magnitud de cada una de ellas como su comparación con los promedios estatales no sólo explican el crecimiento de su población sino que también representan un indicador del nivel de bienestar en que se ubica el municipio.

Tasa bruta (por mil)

	Natalidad	Mortalidad	Mortalidad Infantil
Nezahualcóyotl	22.02	2.41	24.62
Estado de México	24.52	3.84	35.32

La densidad poblacional en el municipio alcanza la cifra de 19 800 habitantes por kilómetro cuadrado y en las áreas urbanas se eleva a 28 933 habitantes por kilómetro cuadrado.

3.8 Actividades de la población

De acuerdo con la información censal de 1990 y para la población de 12 años y más, el total ocupado en actividades económicas representa, en el caso del municipio, una proporción

mayor a la del Estado, estructura ocupacional que refleja una creciente incorporación de las mujeres al trabajo remunerado. Destaca asimismo una proporción más alta de estudiantes, de donde se deduce una significativa permanencia de la población joven en el sistema educativo.

	<i>Nezahualcóyotl</i>		<i>Estado de México</i>
	Número	%	%
Ocupados	399,797	44.03%	42.13%
Desocupados	12,510	1.38%	1.28%
Hogar	246,286	27.12%	29.57%
Estudiantes	188,834	20.80%	19.53%
Otros	60,581	6.67%	7.48%
Total	908,008	100%	100%

La distribución de la población ocupada por sectores de actividad económica revela una estructura porcentual diferente a la del promedio estatal. En Nezahualcóyotl, la población ocupada en el sector agropecuario es mínima, y dado que se trata de un municipio eminentemente urbano se puede suponer que realiza sus actividades fuera de los límites geográficos del mismo; como contrapartida, el sector de servicios concentra a 64% de la población ocupada, porcentaje superior al que se obtiene en promedio a nivel estatal. La industria, aunque importante, tiene una participación menor a la correspondiente del estado en su conjunto.

3.9 Actividad económica

De acuerdo con la información del censo económico de 1988, se encontraban operando a esa fecha 23,070 unidades económicas en el municipio; sin embargo, dicha información no incluye los sectores agrícola, de servicios financieros y gubernamentales. La fuerza de trabajo ocupada en las unidades censadas ascendió a 44,946 personas. La diferencia de esta cifra con la que registran los censos de población se debe a que éstos levantan la información en los hogares, mientras en los censos económicos los hacen en las unidades económicas. La distribución del personal ocupado según sectores de actividad se presenta a continuación:

	<i>Nezahualcóyotl</i>		<i>Estado de México</i>
	Número	%	%
Pesca	0	0.00%	0.06%
Minería	0	0.00%	0.30%
Manufacturas	7,524	16.74%	52.28%
Electricidad	0	0.00%	1.22%
Construcción	40	0.09%	1.62%
Comercio	23,869	53.11%	27.14%
Servicios	13,513	30.06%	17.38%
Total	44,946	100%	100%

Por su importancia destaca el comercio, que genera 53.08% de la ocupación total del municipio. Como contrapartida, el sector primario es inexistente y la participación del secundario es significativamente menor al porcentaje que se obtiene para el estado. Por otra parte, el detalle de los subsectores en las manufacturas es el siguiente.

Nezahualcóyotl	7,524	100%
Alimentos, bebidas y tabaco	3,290	43.73%
Textiles y cuero	882	11.72%
Madera y muebles	656	8.72%
Papel, imprentas y editoriales	225	2.99%
químicas y plásticos	478	6.35%
Minerales no metálicos	432	5.74%
Metálica básica	35	0.47%
Maquinaria y equipo	1,516	20.15%
Otras	10	0.13%

Para el año de 1994 el incremento comercial en el municipio ha sido irregular, sin embargo el censo comercial arroja un estimado de 38,478 negocios establecidos en la localidad y si observamos la importancia numérica de la actividad comercial en el municipio, debemos señalar también el valor cualitativo de la misma, pues aún en mercados y tianguis la demanda de los productos que ahí se expenden es muy numerosa, a pesar de la época de crisis en la que estamos viviendo nacionalmente.

Los lugares en que están establecidos los mayores centros comerciales son los que se ubican sobre las avenidas México, Cuauhtémoc, Gustavo Baz, Pantitlán, Chimalhuacán y López Mateos, en los que el movimiento comercial es tan alto que en nada envidia a otras zonas comerciales de ciudades capitales.

La distribución del uso de suelo da cuenta de la importancia relativa de las distintas actividades económicas en el municipio. Las cifras absolutas redondeadas a la unidad y los porcentajes correspondientes se presentan en el siguiente cuadro:

Uso de suelo

	Agropecuaria	Agícola	Pecuaria	Forestal	Urbano	Otros
Hectáreas	6,344	0	0	0	5,293	1,051
%	100%	0.00%	0.00%	0.00%	83.44%	16.56%

Las cifras y su distribución porcentual reflejan la condición eminentemente urbana del municipio. Según se puede apreciar, no hay tierras dedicadas a actividades agropecuarias o forestales. La categoría "otros" agrupa uso industrial, cuerpos de agua y suelo erosionado. En ella destaca este último aspecto con 15% de la superficie total, que corresponde en gran parte al Lago de Texcoco.

El valor catastral de los inmuebles y de las mercancías da una alta cotización a la actividad comercial y en las avenidas y calles donde éste se presenta el valor de terrenos baldíos o con construcción tienen igual o más alto costo que en lugares similares del Distrito Federal.

3.10 Educación

La información de los censos generales de población y vivienda correspondientes a los años de 1980 y de 1990, registran las cifras de la población que tiene acceso a las instalaciones y servicios educativos disponibles en el municipio de Nezahualcóyotl. En los niveles de educación básica y específicamente en los de primaria y secundaria, se revela el hecho de que si en 1980 una cifra equivalente a 24.90% de los niños de 6 a 14 años no asistían a la escuela, en 1990 sólo 5.19% se encontraba en esta situación. En la población de 15 años y más, el analfabetismo se redujo de 7.71% a 5.37% y los que no cuentan con primaria completa disminuyeron de 25.19% a 15.10%.

Los niveles de estos tres indicadores, en 1990 una mejor posición relativa del municipio respecto de los promedios correspondientes obtenidos a nivel estatal. Sin embargo, aunque los promedios del municipio son satisfactorios a su interior existen zonas en las que aún hay necesidades insatisfechas en este renglón.

3.11 Vivienda

En el año de 1996, el gobierno de la República hizo entrega de 3,440 títulos de propiedad.

Lotes existentes en el territorio municipal	167,008
Lotes regularizados	146,474
Faltan por regularizar	20,555
Avance de la regularización	88%
Faltan por regularizar.	12%

Respecto de los lotes que faltan por regularizar, el 30% son viables por la acción administrativa y el 70% restante, requiere de la intervención del poder judicial de Estado.

La información de los censos generales de población y vivienda correspondiente a los años de 1980 y de 1990 registran las cifras relativas a la cobertura de los servicios básicos a la población del municipio de Nezahualcóyotl. En 1980 la proporción de viviendas que no contaban con agua entubada era de 4.54%, para 1990 esta cifra disminuyó a 3.07%. El porcentaje de las viviendas sin instalaciones de drenaje bajó de 2.35% a 1.88% en el decenio, y respecto de las que no tenían suministro de electricidad, su proporción decreció de 1.52% a 0.39% en el mismo periodo. El

nivel alcanzado por estos indicadores sitúan al municipio entre los que tienen una mayor cobertura de servicios básicos en las viviendas a nivel estatal.¹³

La vivienda casi en su totalidad es de propiedad privada, habiendo un número menor de casas habitación que son rentadas, unitariamente o por viviendas departamentales o como vecindad.

95% de la construcción es de cimientos de mampostería, muros de tabique y techo de concreto armado; preferentemente de 2 o más plantas. El resto de la construcción habitacional es (5%), es de material perecedero; madera, cartón, etc.

¹³ PANORAMA SOCIOECONÓMICO de Cd. Nezahualcóyotl. Centro de Información y Documentación de Cd. Nezahualcóyotl. pp 299-303

CAPITULO IV

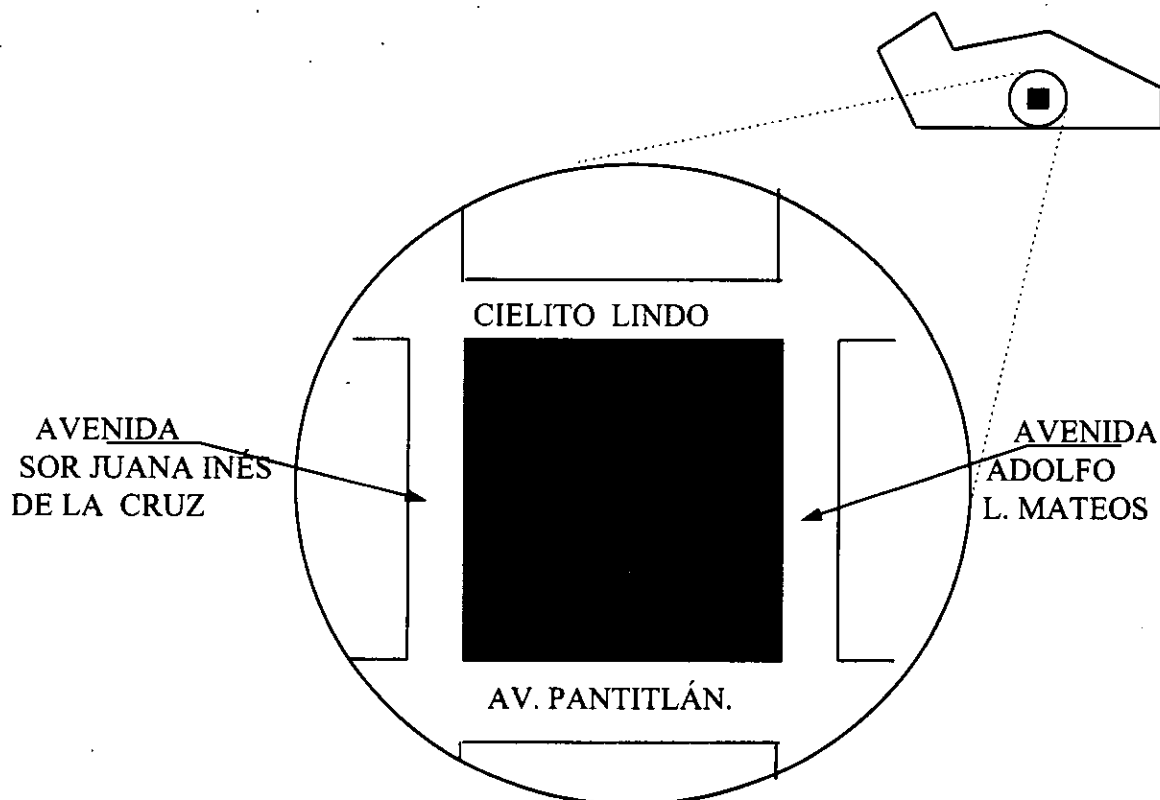
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE TIPOS ESTRUCTURALES.

4.1 Área de estudio (Nezahualcóyotl)

Ciudad de Nezahualcóyotl se ha formado por la migración de muchas personas procedentes del interior de la República, particularmente de los Estados de Oaxaca, Guerrero e Hidalgo, las que han arribado a esta Ciudad buscando una forma de vida más favorable, con mayores posibilidades de servicios y de acceder a un trabajo digno, con el cual poder sostener a sus familias.

La zona por analizar está ubicada entre las Avenidas Pantitlán, Cielito Lindo, Nezahualcóyotl, Sor Juana Inés de la Cruz. y está conformada por 230 manzanas y una zona administrativa (Palacio Municipal), servicios de educación pública y servicios generales que se concentran en la parte central como son iglesias, mercados, lecherías, y escuelas públicas.

Se ha escogido esta zona, como un estudio de caso, dado que es representativa de todas las áreas Críticas de Ciudad Nezahualcóyotl, por lo menos en el sentido de que contiene todos los tipos de construcciones que se encuentran en las diferentes áreas de la ciudad.



4.2 Tipo y grado de ocupación física

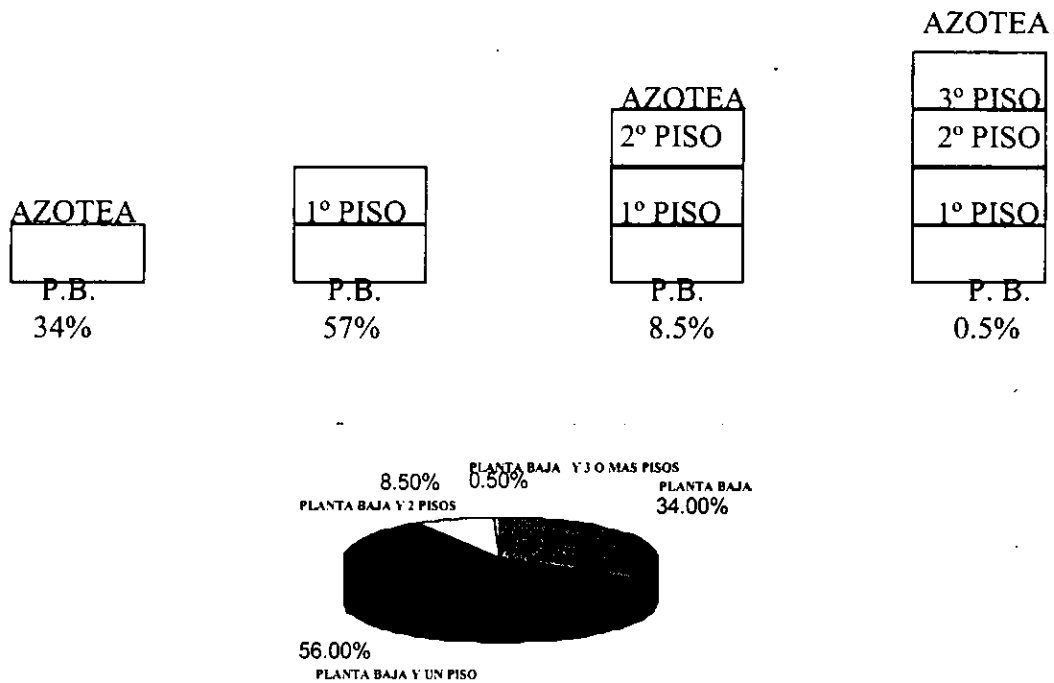
Nezahualcóyotl es más que nada una ciudad que alberga principalmente a obreros que trabajan en el Distrito Federal. Aproximadamente, el 60% de los lotes del área se destinan a viviendas, el 20% a uso mixto vivienda-comercio, 10% exclusivamente al comercio y el 10% restante a servicios generales.

4.3 Materiales usados en las edificaciones y su grado de deterioro.

En su mayoría las construcciones son de muros de mampostería con dalas, castillos y losas de concreto. En la mampostería predominan las piezas de mortero de arena y cemento. En general las construcciones están en buen estado, con excepción de algunas viviendas que están deterioradas.

4.4 Escala vertical de asentamiento.

Aproximadamente el 34 % de las construcciones son de planta baja y azotea, el 57 % de planta baja, un piso y azotea, el 8.5 % de planta baja, dos pisos y azotea, y el 0.5 % restante de planta baja, tres ó mas pisos y azotea.



4.5 Tipos estructurales.

Las construcciones en Ciudad Nezahualcóyotl, las podemos clasificar desde dos puntos de vista:

a).-FUNCIONAL.

Está relacionada directamente con el uso que tienen las estructuras

- Casa habitación
- Casa habitación con adaptación a Comercio
- Comercio

Otros (Administración, Educación, Religión Esparcimiento y Servicios.)

b).-ESTRUCTURAL

4.5.1 Construcciones únicamente con planta baja.

a).-Que sus cimientos son de mampostería y en algunos casos de zapatas de concreto reforzado.

b).-Cadenas de cimentación

c).-Muros de mampostería confinados con castillos

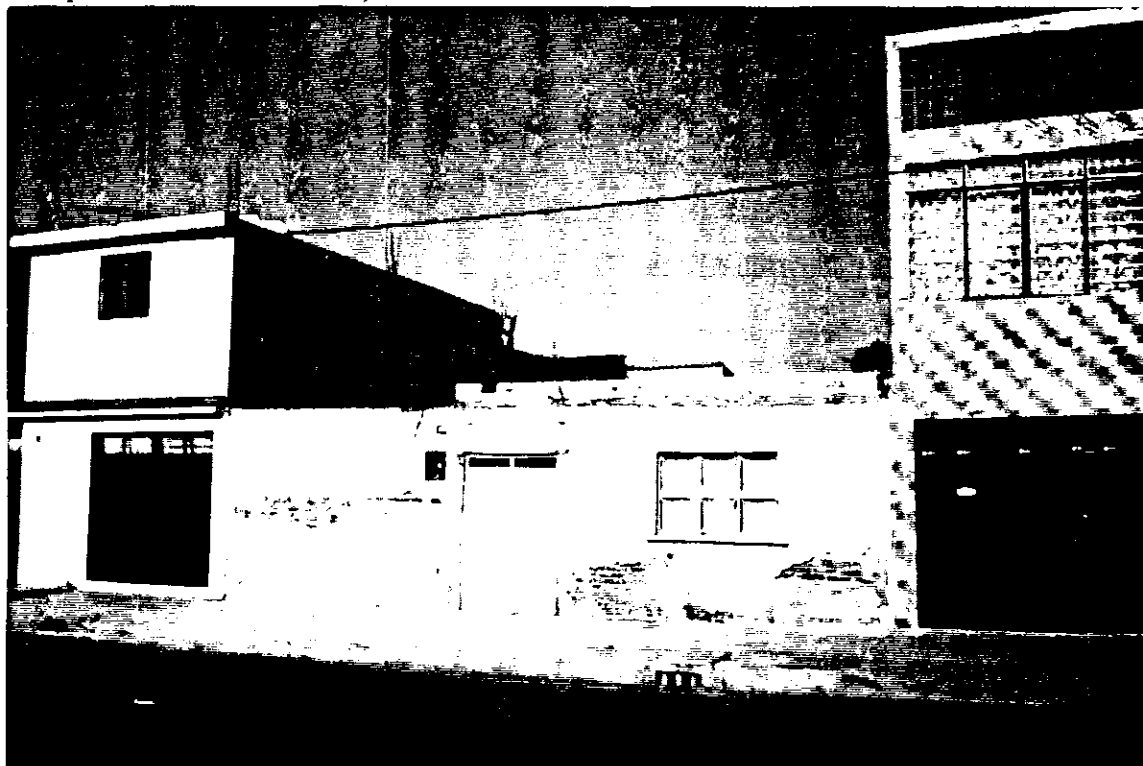
d).-Trabes de cerramiento

e).-Losas de concreto armado, y en casos muy aislados losas de asbesto-cemento

f).-Los acabados son de acuerdo con la solvencia económica del propietario, y van desde acabados rústicos, hasta la utilización de materiales bastante lujosos.

Es importante mencionar que la mayoría de estas estructuras, han sido construidas sólo con la supervisión de un maestro albañil y el consentimiento y gusto del propietario.

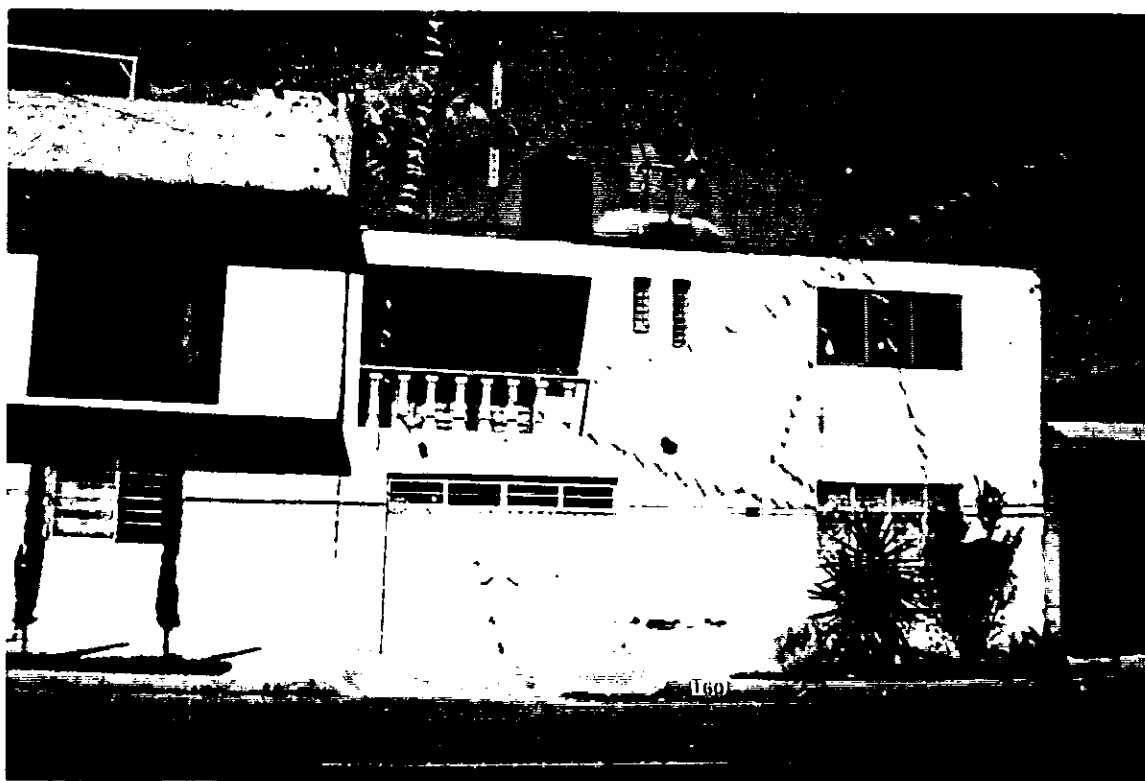
(Caso típico de casa habitación)



4.5.2 Construcciones con planta baja y un piso.

Este tipo de construcción es el que predomina con un 57%, en donde algunas están destinadas al comercio en la planta baja, y el nivel superior a la casa-habitación, podemos encontrarlas distribuidas a lo largo de las avenidas principales. En las calles secundarias predominan sólo como casa habitación.

Son construcciones de hecho muy similares a las de sólo planta baja, en cuanto a materiales de construcción y sistemas constructivos.



Caso típico de Construcción de planta baja y un piso, donde podemos notar que la mampostería es confinada con castillos y traveses de concreto.

4.5.3 Construcciones de planta baja y dos pisos.

Estructuras de 2 pisos superiores, generalmente se encuentran ubicadas sobre las Avenidas principales como son Pantitlán, Chimalhuacán, Sor Juan Inés de la Cruz, y Av. Nezahualcóyotl.

La planta baja está destinada al comercio, y los niveles superiores a la casa-habitación.

En dichas estructuras los elementos estructurales son mas robustos, por lo cual hay un cambio de castillos por columnas y el aumento de sección de las trabes, manteniéndose casi igual al de la casa habitación el espesor de la losa. La cimentación es de zapatas de concreto reforzado.

Podemos observar que este tipo de estructuras fueron construidas originalmente con una planta baja y un piso, y posteriormente al aumentar las necesidades de espacio, les aumentaron otro nivel, y como consecuencia de ello se presentan las siguientes deficiencias:

- Columnas de planta baja muy esbeltas.
- Ausencia de columnas interiores.
- Escasez de muros de carga, tanto interiores como de fachada.
- Exceso de ventanas y ventanales.

Al igual que en la casa habitación dichas estructuras no fueron diseñadas por un ingeniero, sino construidas por un maestro albañil.

Es importante también mencionar que en algunos casos como el que se muestra en la siguiente fotografía, los cimientos no fueron diseñados para soportar el peso propio de la estructura y la carga viva, lo que aunado a la baja capacidad de carga del suelo, provoca hundimientos de la estructura en el suelo, ocasionando esto un grave riesgo para las personas que viven en ella.



4.5.4 Construcciones de tres ó mas pisos.

Las estructuras de este tipo son realmente pocas; y las que existen se destinan a: Guarderías, Departamentos, Consultorios médicos, Clínicas, y un hotel.

Dentro de ellas sólo algunas fueron diseñadas para soportar la carga de todos los niveles con que cuentan, y en las que podemos observar las siguientes características:

- los cimientos son someros
- Estructuras construidas a base de marcos.
- Columnas robustas. y bien distribuidas
- Cantidad considerable de muros de carga

Sin embargo, la mayoría de estas estructuras no fueron planeadas para soportar los niveles con que cuentan, lo cual trae como consecuencia:

- Hundimientos diferenciales de la estructura, debido a la baja capacidad de carga del suelo y de la cimentación, provocando fracturas, y grietas en los diferentes elementos estructurales al igual que daños en las construcciones aledañas.

Además se observa que:

- Las columnas son esbeltas y mal distribuidas.
- La estructura es demasiado larga y muy angosta.
- Hay demasiadas ventanas y ventanales

Caso típico de una estructura de 3 ó mas niveles, en donde se puede apreciar que la relación largo-ancho es muy desfavorable



4.6 Otro tipo de Estructuras

4.6.1 Educación

Partiendo del contexto de que la mayor parte de la población de Cd. Nezahualcóyotl tiene una situación económica que no es suficientemente solvente para proporcionar a sus hijos educación en escuelas particulares y debido al fuerte crecimiento de la población, que en su mayoría está integrada por jóvenes, la educación pública es la predominante.

Educación Pública

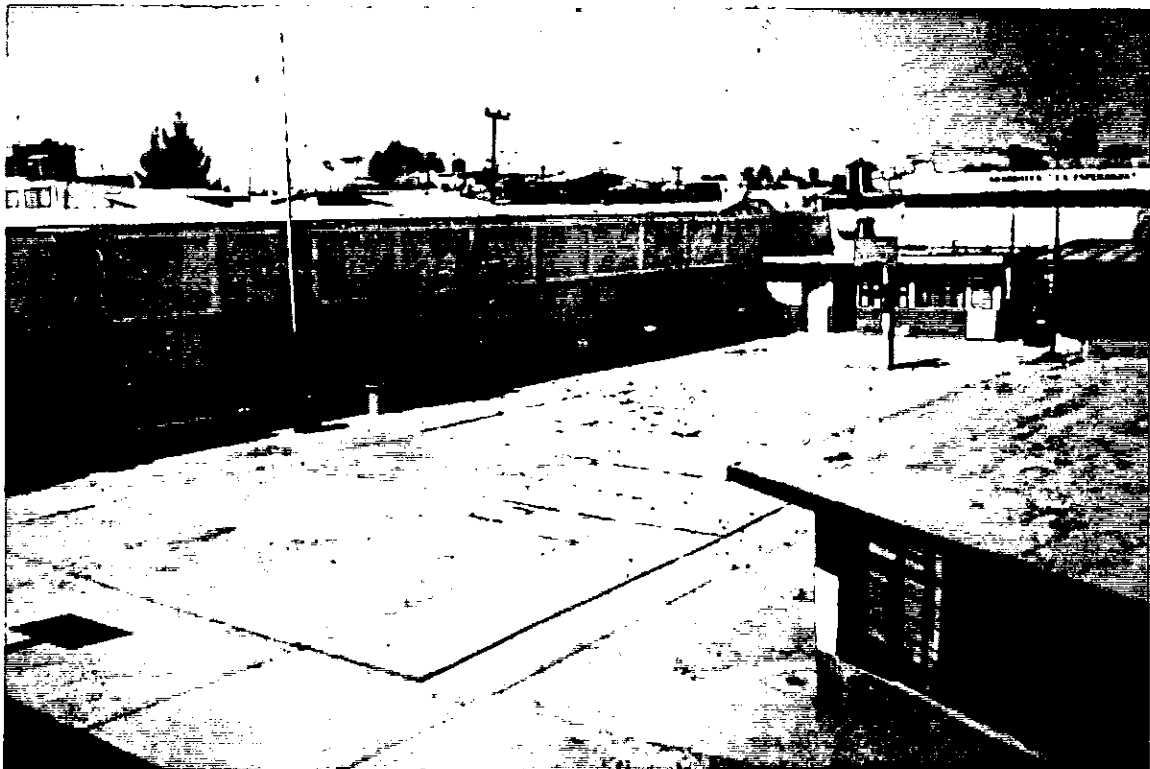
Nivel Primaria.

La estructura típica es de planta rectangular y alargada, de planta baja y un piso, constituida por marcos compuestos por columnas y traveses de sección de 25X40 cm con claros de 2.5 metros en el sentido largo y 5.0 metros en el sentido corto y altura de entrepiso de 2.5 metros. Las losas tienen un espesor de 10 cm, los muros son de mampostería de piezas de block pesado, los pasillos en el primer piso tienen un ancho de 1.5 metros, y son la prolongación de la losa y las traveses de la planta baja.

Estos pasillos desalojan a los alumnos a través de dos escaleras que se encuentran en la parte central y en la orilla de la estructura, esto para dar más rapidez a la evacuación en caso de sismo. Los barandales de los pasillos y escaleras tienen una altura de 1.20 metros y son de tubular.

En general estas estructuras se encuentran en buen estado, son robustas y bien construidas, además de que cuentan con patios grandes para ubicar al estudiantado en caso de sismo.

En las siguientes fotografías podemos apreciar la estructura típica de una escuela primaria.



En esta foto se puede apreciar la estructura en toda su longitud.



Nivel Secundaria

Este tipo de estructuras son similares a las de nivel primaria, con la diferencia de que a este nivel educativo se cuenta con más estructuras para laboratorios y talleres.

Nivel Bachillerato.

Este tipo de estructuras se encuentran fuera de la zona de estudio, sin embargo es importante mencionar que el Colegio de Bachilleres se encuentra en la colindancia con el municipio de Chimalhuacán, y en esta zona se presenta una falla del suelo, lo cual es peligroso para esta estructura en caso de sismo ya que cuenta con planta baja y tres pisos.

Educación privada

Nivel primaria y Secundaria.

Retomando lo descrito anteriormente, las escuelas privadas se encuentran en menor número que las públicas, y las que existen a nivel primaria y secundaria son estructuras que a simple vista se encuentran en buen estado, ya que cuentan con columnas, travesaños, y losas de concreto armado, con una buena distribución y dimensión de ambos elementos, constan de 1 a 3 pisos como máximo. Teniendo como inconveniente el hecho de que cuentan con un patio muy reducido, y además las salidas a la calle son muy angostas.

A continuación se muestra una escuela privada típica.



Nivel Bachillerato

En este tipo de estructuras, generalmente de 2 a 3 pisos, el diseño original era para soportar cargas equivalentes a casa habitación y no estaban contempladas para escuelas; sin embargo la necesidad creciente de espacio ha provocado que los dueños las acondicionen como escuelas, trayendo como consecuencia que:

1. Haya una mala distribución y dimensionamiento de elementos como: castillos y trabes.
2. Exceso de ventanales que le restan rigidez a la estructura.
3. La estructura es demasiado larga y angosta.
4. Escasez de muros de carga.
5. Las escaleras son demasiado angostas e insuficientes.

A continuación observamos la fotografía de una escuela privada típica a nivel bachillerato.



4.6.2 Esparcimiento.

En este tipo de estructuras predominan los salones de fiestas, y discotecas que constan de 1 a 3 pisos. Algunas estructuras fueron adaptaciones de casa-habitación a discotecas, por lo que los espacios son muy reducidos en las entradas; cabe mencionar que en caso de algún sismo se provocaría un gran desorden al desalojar a la gente, ya que no se cuenta con salidas independientes de la entrada. De igual forma en los eventos que se realizan llega a existir sobrecupo, por lo que la estructura es susceptible de fallar por exceso de carga.

En la siguiente fotografía se muestra un salón de fiestas típico.



4.6.3 Religión.

Católica

Estructuras cuya capacidad de acoger varia de 800 a 2000 creyentes.

Estas estructuras sostienen el peso de la cúpula a través de columnas de concreto, de sección rectangular y robustas, de aproximadamente 40x70 cm. con una altura de 3.0 m. separadas entre sí a una distancia de 5.0 metros.

La cúpula se apoya en una estructura metálica que está constituida por perfiles, la cual está empotrada en las traveses que cuentan con la misma sección que las columnas.

Todas estas secciones metálicas confluyen a un punto central y más alto.

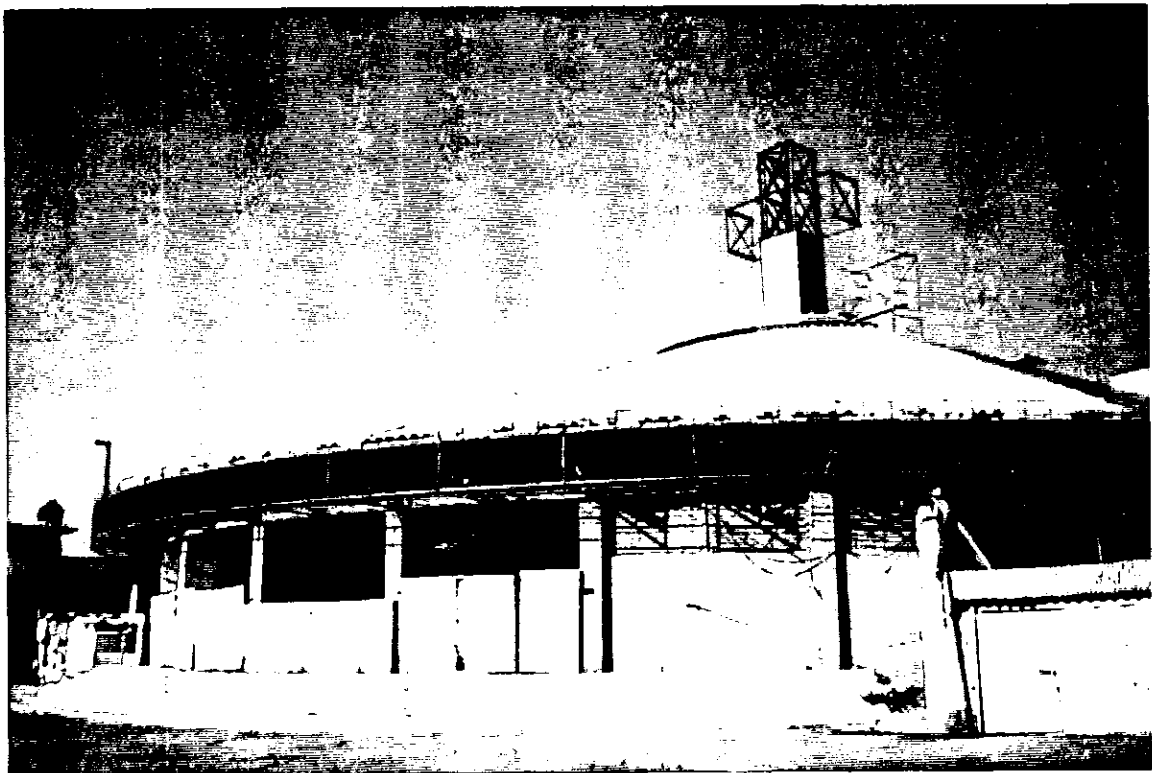
Las entradas de la iglesia tienen en promedio de 3 a 4 metros de ancho, las cuales resultan lo suficientemente grandes para un desalojo masivo, teniendo como inconveniente que la ubicación y longitud de las bancas puede retrasar la salida de la gente que quiera salir en forma rápida.

Los patios frontales en algunas iglesias son pequeños en comparación al tamaño de la iglesia.

El campanario tiene una altura aproximada de diez metros, apoyándose en tres columnas construidas por perfiles metálicos, los cuales están empotrados en cubos de concreto de 60x60 cm.

Cabe mencionar que debido a la esbeltez del campanario y al gran peso de las campanas, la estructura parece inestable y peligrosa en caso de sismo.

Foto de una iglesia católica típica.



Protestante

En Ciudad Nezahualcóyotl la religión predominante es la católica por lo que son pocas las estructuras destinadas a otro tipo de religiones, sin embargo cabe destacar algunas que sobresalen por su buena ubicación y construcción, como lo es el templo Mormón , el que presenta las siguientes características:

Es una estructura construida en la parte central del terreno, de planta baja y un piso, con altura de entrepiso aproximada de 2.5 metros, constituida por columnas de aproximadamente 25X30 cm. separadas a cada 2.0 metros, y traveses cuya sección es de 40X30 cm. distribuidas a lo largo y ancho de la estructura. Los muros son de ladrillo vitrificado, existiendo pocas ventanas y pequeñas en ellos. La losa tiene un espesor de 12.0 cm. y es a dos aguas.

Este templo cuenta con dos salidas en los extremos del mismo, las cuales tienen un ancho de 2.0 metros, sin embargo debido a la poca afluencia de personas a este lugar, las salidas resultan suficientes. Además el patio que circunda al templo es demasiado grande, como se observa en la siguiente fotografía.



4.6.4 Servicios.

Dentro de este tipo de estructuras, podemos encontrar las destinadas a: Hoteles, Baños públicos, Mercados, Lecherías y el Palacio municipal.

Palacio Municipal

El edificio principal es una estructura que cuenta con planta baja y un piso ubicado en la parte central, sus funciones principales de atención al público. Las instalaciones corresponden a la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas y en el primer piso a las oficinas de la Presidencia Municipal.

Las características estructurales más importantes son:

- Las columnas son de concreto armado con una sección de 60X90 cm. separadas a 7.5 metros una con respecto de la otra.
- Las trabes sobre las cuales descansa la losa tienen una sección de 50X60 cm.
- La losa es reticular para reducir su peso, ya que cubre grandes claros.
- La altura del entrepiso es de aproximadamente 3.5 metros.
- Las escaleras de acceso principal tienen un ancho de 3.0 metros, y interiores, de 2.5 metros.
- En la fachada principal se encuentra una estructura que tiene como objeto proporcionar sombra, constituida por una estructura metálica y trabes de concreto. Esta estructura se encuentra empotrada en ambos lados de la entrada sobre las columnas del mismo edificio.

A los lados del edificio principal se encuentran dos estructuras, las cuales junto con otras cuatro forman un cuadrado, en cuyo centro se encuentra la explanada, en la cual se llevan a cabo los eventos culturales, recreativos y de protesta, dicha explanada tiene aproximadamente un largo y ancho de 50 metros con capacidad para alojar a 10, 000 personas.

Estas estructuras son más pequeñas con alzado en forma de trapecio, tienen sólo la planta baja. Sirven como Oficinas de Desarrollo Social, Atención a la Mujer, Subdirección Jurídica, Oficinas de reclutamiento, y Dirección de Salud Pública.

Las características estructurales más importantes de estas estructuras son:

- Columnas y trabes de concreto armado de sección de 40X90 cm, las columnas se encuentran colocadas a cada 2.5 metros.
- El largo de estas estructuras es de aproximadamente 30.0 metros y el ancho de 6.0 metros.
- Los muros son de concreto y en algunas partes son de block.
- La altura de entrepiso es de 4.0 metros.
- La losa es plana y de 12.0 cm.

El asta bandera tiene una altura de aproximadamente 13.0 metros, es de sección circular metálica de 25 cm. de diámetro en la base y de 8.0 cm de diámetro en la punta y se encuentra empotrada sobre una base de concreto, con espesor de 25.0 cm. la cual está ubicada a una distancia de 10.0 metros frente al edificio principal.

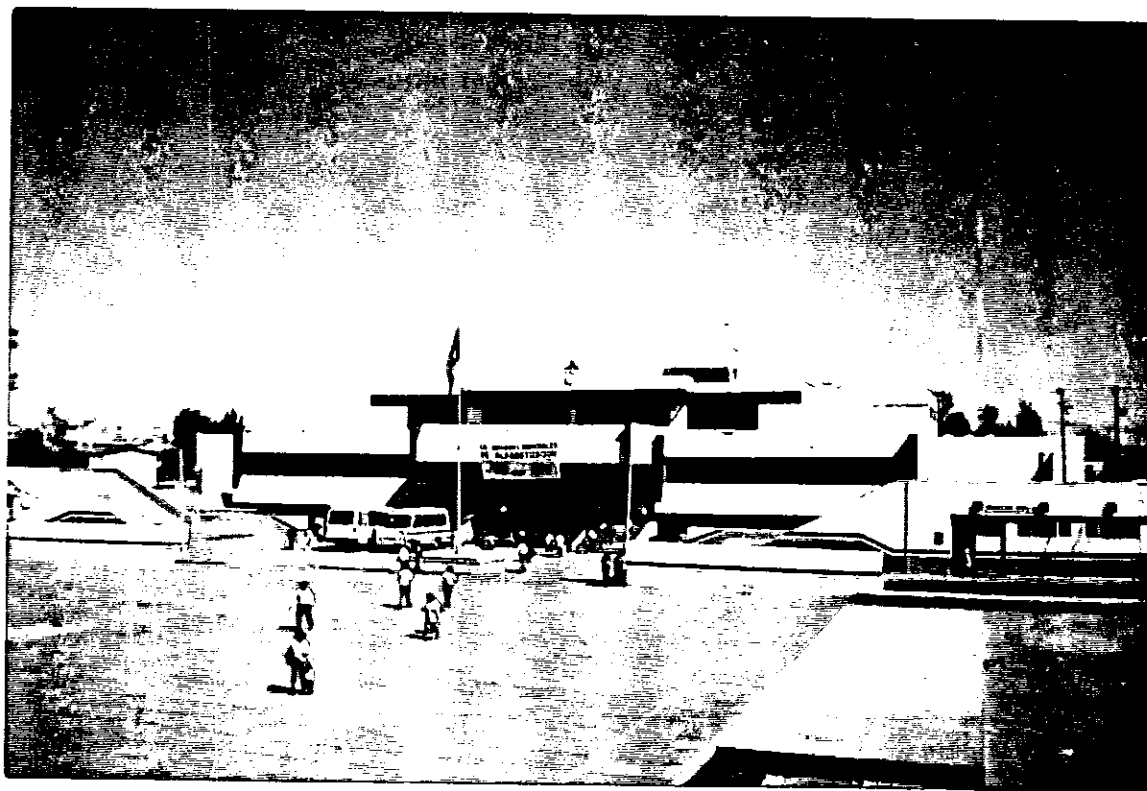
En la parte posterior del palacio se encuentra el estacionamiento para el personal administrativo, con una capacidad de 150 automóviles.

Sobre la entrada que da a la avenida Chimalhuacán, se encuentran colocadas dos esculturas de guerreros aztecas fundidas en bronce, que tienen una altura de 3.0 metros y se encuentran colocadas sobre cubos de concreto.

De igual forma sobre el camellón se encuentran las esculturas de Hidalgo y Morelos, con una altura de 5.0 metros, y al lado de éstas se encuentran dos torres de concreto en forma piramidal con una altura aproximada de 15.0 metros, base de 1.0 m. y 20 cm. en la punta.

El conjunto de edificaciones que integran el Palacio Municipal tiene una calidad satisfactoria de construcción y detalles estructurales que indican que se trata de construcciones realizadas con tecnología ingenieril, por lo que a priori se estima que estas edificaciones no representan un riesgo sísmico.

A continuación se presenta una fotografía del Palacio Municipal.



Hospital

En lo referente a servicios médicos Cd. Nezahualcóyotl cuenta con infraestructura pública y privada, prevaleciendo la pública, ya que existen clínicas del IMSS, ISSSTE, ISSEMyM, ISEM, además de Centros de Salud y un centro de atención de la Cruz Roja. En el aspecto privado sólo se cuenta con pequeñas clínicas que sólo están alcance de la población con una posición económica más elevada.

Hospital General "La Perla" (ISEM).

Dentro de las especialidades que brinda el hospital encontramos la de Pediatría, Gineco-Obstetricia, Medicina interna, y Cirugía, en el 1,2,3, y 4 piso respectivamente. Y en la planta baja se encuentra la Dirección, la Subdirección Administrativa, y la Enfermería.

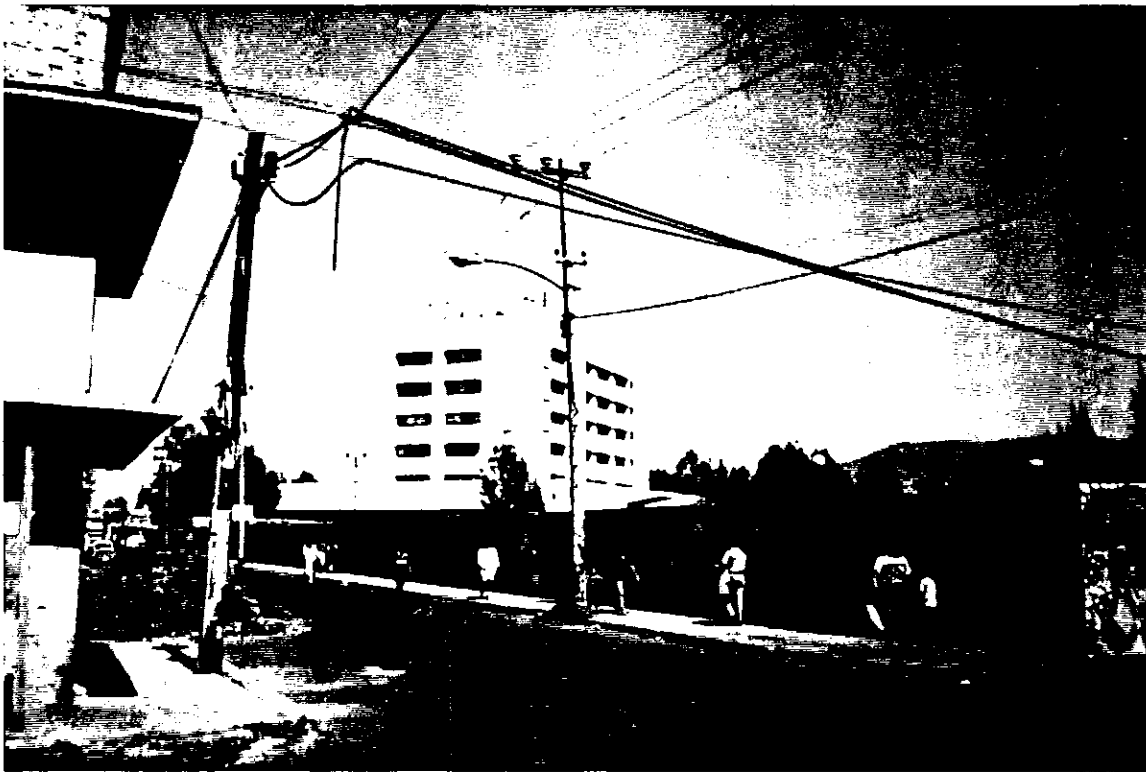
En la parte posterior del hospital se encuentra el acceso a urgencias, y en esta misma parte se encuentra el estacionamiento.

El hospital es una estructura con planta baja y 4 pisos, sobresaliendo en su longitud la planta baja, cuyo largo es de aproximadamente 45.0 metros, 25.0 metros en los siguientes pisos y 25.0 de ancho. Además se cuenta con un sótano, el cual tiene la función de bodega.

La altura del entrepiso del hospital es de aproximadamente 4.0 metros.

El hospital cuenta en el frente con escaleras, que tienen una amplitud, de 8.0 metros que dan a lo que es la entrada principal, en el interior se cuenta con elevadores y escaleras de emergencia.

La apariencia de la estructura es satisfactoria, sin embargo, como un hospital es una estructura importante según el Reglamento de Construcción del Distrito Federal estas edificaciones deben ser objeto de análisis detallado para verificar que cumplan con el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, y para definir su reforzamiento en caso de que no cumpla.

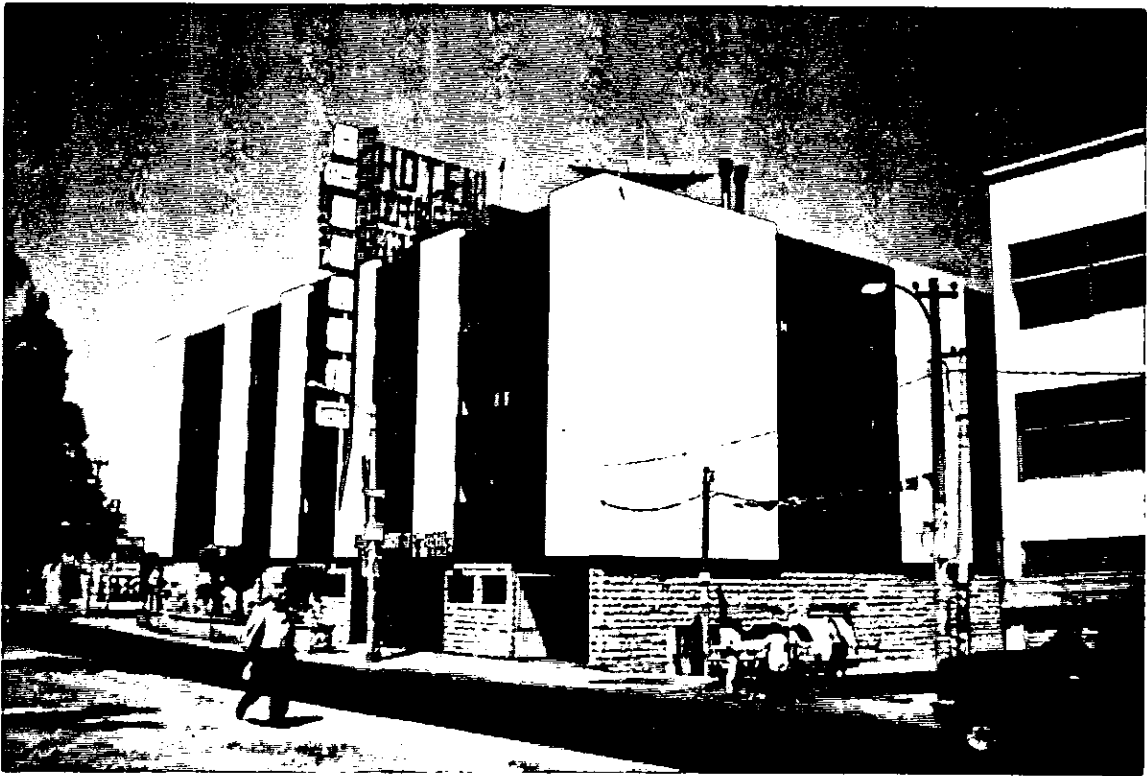


Fotografía del Hospital General La "Perla".

Hotel.

Son estructuras compuestas principalmente de planta baja y 3 niveles, construidas a base de marcos robustos, de 60X60 cm. de sección en columnas y trabes, las columnas se encuentran separadas a cada 3.0 metros, con una altura de entrepiso de 2.5 metros.

Estas estructuras presentan en general un buen diseño y construcción, por lo cual es difícil que en caso de sismo puedan presentar fallas en los elementos estructurales que como consecuencia, pongan en riesgo la integridad de los usuarios.



Fotografía de un Hotel Típico de la Zona.

Mercados y lecherías

Los mercados y lecherías son estructuras que por su función se encuentran juntas, y presentan características constructivas similares, destacando en los mercados que:

- Son construcciones de sólo planta baja
- Constan de 4 a 6 pasillos con un ancho aproximado de 2.0 metros
- Los locales en su mayoría son de 2.5X2.5 metros, con castillos y traveses de 20X20 cm.,
- La losa es de concreto con un espesor de 10 cm.
- Los muros son de mampostería (tabique 7x14x21 cm)
- La altura de los locales es de 2.30 metros.
- La losa de los pasillos sobresale por encima de la de los locales, con una altura de 1.0 metro, la cual descansa sobre la prolongación de los castillos del local.

En forma general estos locales, se encuentran en buen estado, y la circulación por los pasillos, sólo se encuentra afectada en las horas pico (10-13 horas p.m.)



Fotografía Típica de un Mercado.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE EDIFICIOS IMPORTANTES

5.0 Aclaración.

En este capítulo se presenta la revisión de edificios típicos de Cd. Nezahualcóyotl más que de edificios importantes. Como edificios típicos se ha escogido una casa habitación de dos plantas y un pequeño edificio de planta baja y tres pisos, dedicado a departamentos unifamiliares en los pisos superiores y pequeños comercios en la planta baja.

La razón del cambio estriba en que los edificios importantes dedicados a la administración pública ó a alojar instalaciones relacionadas con servicios públicos son en general construcciones de buena calidad, que han sido proyectadas, construidas y supervisadas por ingenieros por lo que presentan condiciones adecuadas de seguridad ante los sismos.

En cambio la mayor parte de las casas habitación y de los pequeños edificios dedicados a comercios y casa habitación como los típicos descritos anteriormente, son construidos artesanalmente por albañiles y maestros de obra, y en consecuencia presentan mayores peligros ante las sollicitaciones sísmicas.

5.1 Muros sujetos a cargas horizontales (sismos).

Las acciones horizontales que actúan sobre estructuras de mampostería pueden ser debidas a diversas causas. Sin embargo, la causa más frecuente e importante es el *sismo*. La acción sísmica produce efectos diversos de los cuales, el más trascendente es el de fuerza cortante en la estructura. Ésta debe resistir mediante los elementos estructurales (marcos rígidos, muros). En este apartado, consideramos que los elementos resistentes básicos son los muros de mampostería. Estableceremos la forma en que dicha estructura resiste la acción sísmica. describiremos los criterios de diseño contemplados por el R.C.D.F. para estructuras de mampostería y haremos énfasis en el criterio reglamentado denominado *método simplificado de análisis estático* del Reglamento de Construcciones del DF:

5.1.1 Criterios de análisis sísmico.

De acuerdo con el reglamento, todas las estructuras se clasifican según su uso y destino, conforme a lo establecido en el Art. 174, que toma en cuenta la importancia de las mismas, en términos de lo que significan para la sociedad durante un sismo. En el reglamento se establecen los procedimientos de cálculo, los cuales se denominan métodos de análisis sísmico y se clasifican en método estático y método de análisis dinámico.

Los *métodos estáticos*, cuyo empleo se recomienda para estructuras que no alcanzan grandes alturas, a su vez se clasifican en: *método de análisis sísmico estático*, el cual se emplea en estructuras que no exceden de 60.0 metros de altura y *método de análisis sísmico estático simplificado*, para análisis de estructura cuya altura no sea mayor de 13.0 metros.

El método de análisis dinámico no se limita a ningún tipo de estructura. Sin embargo, las NTC establecen la necesidad de realizar este análisis si la estructura rebasa los 60.0 metros de altura. Dado que las estructuras de mampostería rara vez exceden la altura mencionada, no es usual el empleo de este método en ellas.

5.1.2 Criterios de análisis estático.

Como se mencionó anteriormente, los elementos resistentes de la fuerza sísmica en estructuras de mampostería son los muros. Se considera que si la estructura está capacitada para resistir el total de la acción sísmica en cada dirección ortogonal, es obvio que también podrá resistir al sismo actuando en cualquier dirección oblicua, lo cual producirá componentes menores que el total de dicha acción.

El RCDF establece que la resistencia de cortante V_R de los muros en cada dirección de análisis debe ser mayor o cuando menos igual al cortante último V_U producido por la acción sísmica:

$$V_R \geq V_U$$

5.1.3 Cortante último

El Cortante Último V_U es el resultado de multiplicar el cortante sísmico V_s por el factor de carga FC:1.1, cuyo valor toma en cuenta que en el análisis esta involucrada una acción accidental (sismo). La obtención del cortante sísmico es producto de un análisis que puede obedecer a diversos modelos teóricos de comportamiento de una estructura de mampostería ante la acción sísmica.

5.2 Método simplificado de análisis estático del RCDF

Este método es aplicable a estructuras cuya altura no exceda 13.0 metros y que cumplan ciertas condiciones de regularidad en carga y rigidez.

Para garantizar que se cumplan las condiciones de regularidad y la distribución de carga y rigideces, el RCDF establece los siguientes requisitos para la aplicación del método simplificado¹⁴:

1. En cada planta, al menos el 75 % de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre si mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales y deberán satisfacer las condiciones que establecen las Normas Complementarias correspondientes. Será admisible cierta asimetría en la distribución de los muros cuando existan en todos los pisos dos muros de cargas perimetrales y paralelos, cada uno, con longitud al menos igual a la mitad de la dimensión mayor en planta del edificio. Los muros a que se refiere este párrafo podrán ser de mampostería, concreto reforzado o madera; en este último caso estarán arriostrados con diagonales.
2. La relación entre la longitud y anchura de la planta del edificio no excederá de dos, a menos que para fines de análisis sísmico, se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación entre longitud y anchura satisfaga esta restricción y cada tramo resista según el criterio que marcan las presentes normas.
3. La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5 y la altura del edificio no será mayor de 13.0 metros.

Además, cuando se use dicho método simplificado, la contribución a la resistencia a fuerza cortante de los muros cuya relación de altura de entrepiso, "H" a longitud, "L" es mayor que 1.33, se reducirá multiplicándola por el coeficiente $(1.33L/H)^2$.

¹⁴ GALLO, ESPINO, OLVERA. Diseño Estructural de Casas Habitación. p.67

Una vez verificado que se cumplan las anteriores condiciones, se procede a calcular la fuerza cortante sísmica a partir de los coeficientes sísmicos que proporciona el mismo RCDF. Para la correcta selección del coeficiente sísmico que corresponde a nuestra construcción, deberemos considerar:

a).-Tipo de Construcciones:

Las estructuras se clasifican en grupo A y son aquellas cuyo funcionamiento es indispensable inmediatamente después del sismo, pues son necesarias para atender la emergencia. Por ejemplo hospitales, Centrales de Bomberos, Centrales telefónicas, Plantas de Energía y aprovisionamiento de agua. De igual forma aquellas que albergan simultáneamente a un gran número de personas por ejemplo escuelas, cines, auditorios, y salas de reunión con capacidad para más de 200 personas

Las estructuras clasificadas dentro del grupo B son las de vivienda, oficinas, locales y las no incluidas en el grupo A.

b).- Tipo de Suelo.

El Reglamento clasifica el uso de suelo en tipo I para la zona de lomerío (poco compresible), tipo II para la zona de transición (compresible) y tipo III para la zona de Lago (muy compresible).

El valor del coeficiente sísmico, lo establece el reglamento para estructuras del grupo B, especificando que para estructuras del tipo A deberán multiplicarse los valores por 1.5

ZONA	COEFICIENTE SÍSMICO (Cs)
I	0.16
II	0.32
III	0.40

Tabla 5.1 Valores del Coeficiente Sísmico según el reglamento.

c).-Altura de la Construcción.

Los coeficientes del método simplificado se han obtenido a partir del periodo fundamental estimado en función de la altura, por lo que, en general, a mayor altura se considera una fuerza sísmica mayor

d).- Tipo de piezas de mampostería.

El coeficiente sísmico es afectado por un factor de ductilidad que toma en cuenta la capacidad de disipar energía de los diversos sistemas constructivos. Los tipos de piezas especificados (piezas macizas y piezas huecas) son los más comunes, por lo que se especifican los valores del coeficiente sísmico afectado por ductilidad para ellos en la tabla 5.2

ZONA	Muro de piezas macizas			Muro de piezas huecas		
	Altura de la Construcción			Altura de la Construcción		
	h<4.0 metros	4.0< h<7.0m	7.0< h<13.m	h<4.0 metros	4.0< h<7.0m	7.0< h<13.m
ZONA I	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11
ZONA II	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.23
ZONA III	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.23

Tabla 5.2 Coeficientes sísmicos reducidos por ductilidad para el método simplificado

5.3 Casa Habitación.

Se incluyen en seguida los planos de la planta baja, planta alta así como un corte transversal de una casa habitación unifamiliar típica, escogida para su revisión. (Ver Planos 5.4.a , 5.4.b, 5.4.c) La casa ocupa un predio de 9.0 m.x 17.0 m. y tiene una superficie total construida de 126.0 m² . La estructura consiste en losa de entrepiso maciza de concreto reforzado en el primer piso y en la azotea; apoyadas sobre muros de mampostería con piezas de cemento y arena, confinados con dadas y castillos. Los cimientos son zapatas de mampostería de piedra corridas bajo todos los muros. La casa fue construida por un maestro de obras. La construcción se realizó por etapas de acuerdo con las posibilidades económicas del dueño; primero se edificó la planta baja y diez años después la planta alta.

5.4 Revisión de muros sujetos a cargas horizontales (sismos)

La revisión se hará de acuerdo con el método simplificado de análisis sísmico estático, aplicable a estructuras que no rebasen los 13.0 metros de altura

5.4.1 Estimación del peso de la planta Alta.

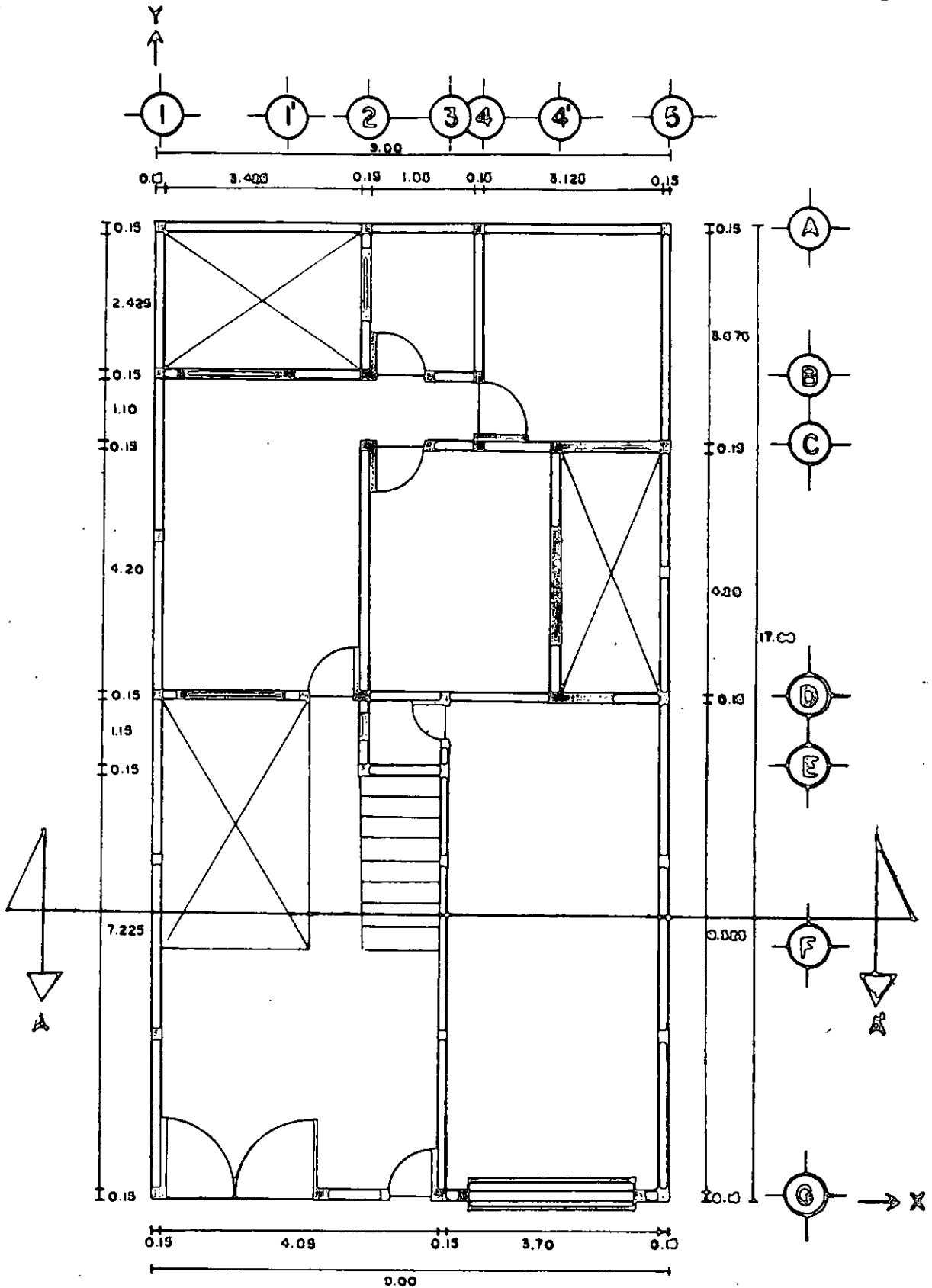
o Losa

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ ton/ m}^3$$

Espesor de la losa : 10 cm.

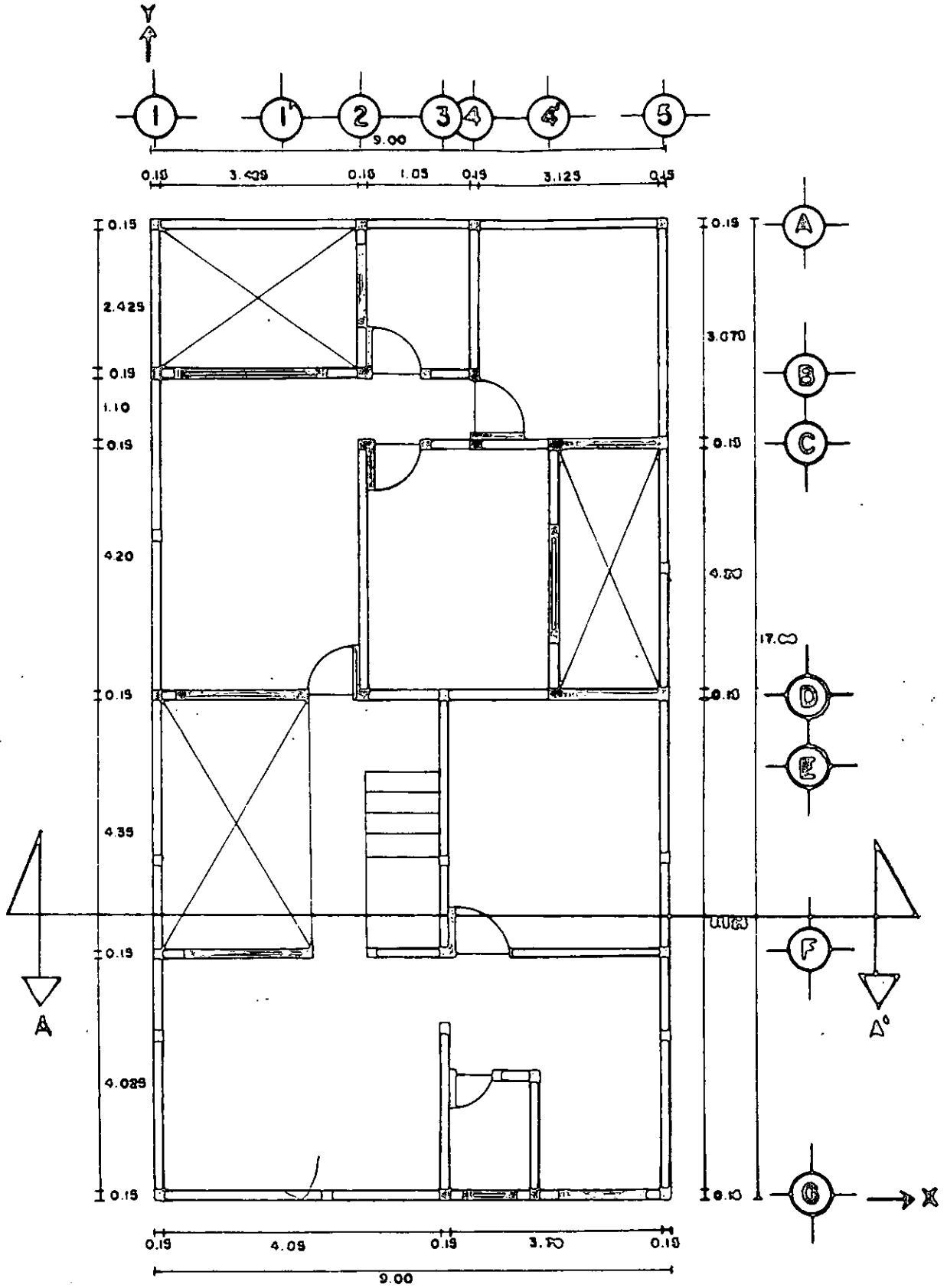
$$W \text{ viva} = 70 \text{ Kg/ m}^2$$

EJE "X"	EJE "Y"	Distancia "x" (metros)	Distancia "y" (metros)	W losa (Ton)	W viva (Ton)	W Total (Ton)
2.-4	A-B	2.15	2.575	1.33	0.39	1.72
4.-5	A-C	3.275	3.975	3.12	0.91	4.03
1.-2	B-D	3.725	5.75	5.14	1.50	6.64
2.-4	B-C	2	1.4	0.67	0.20	0.87
2.-4'	C-D	3.25	4.35	3.39	0.99	4.38
1'-3	D-F	1.75	4.5	1.89	0.55	2.44
3.-5	D-F	4	4.5	4.32	1.26	5.58
1.-3	F-G	5	4.175	5.01	1.46	6.47
3.-5	F-G	4	4.175	4	1.17	5.17
						37.30



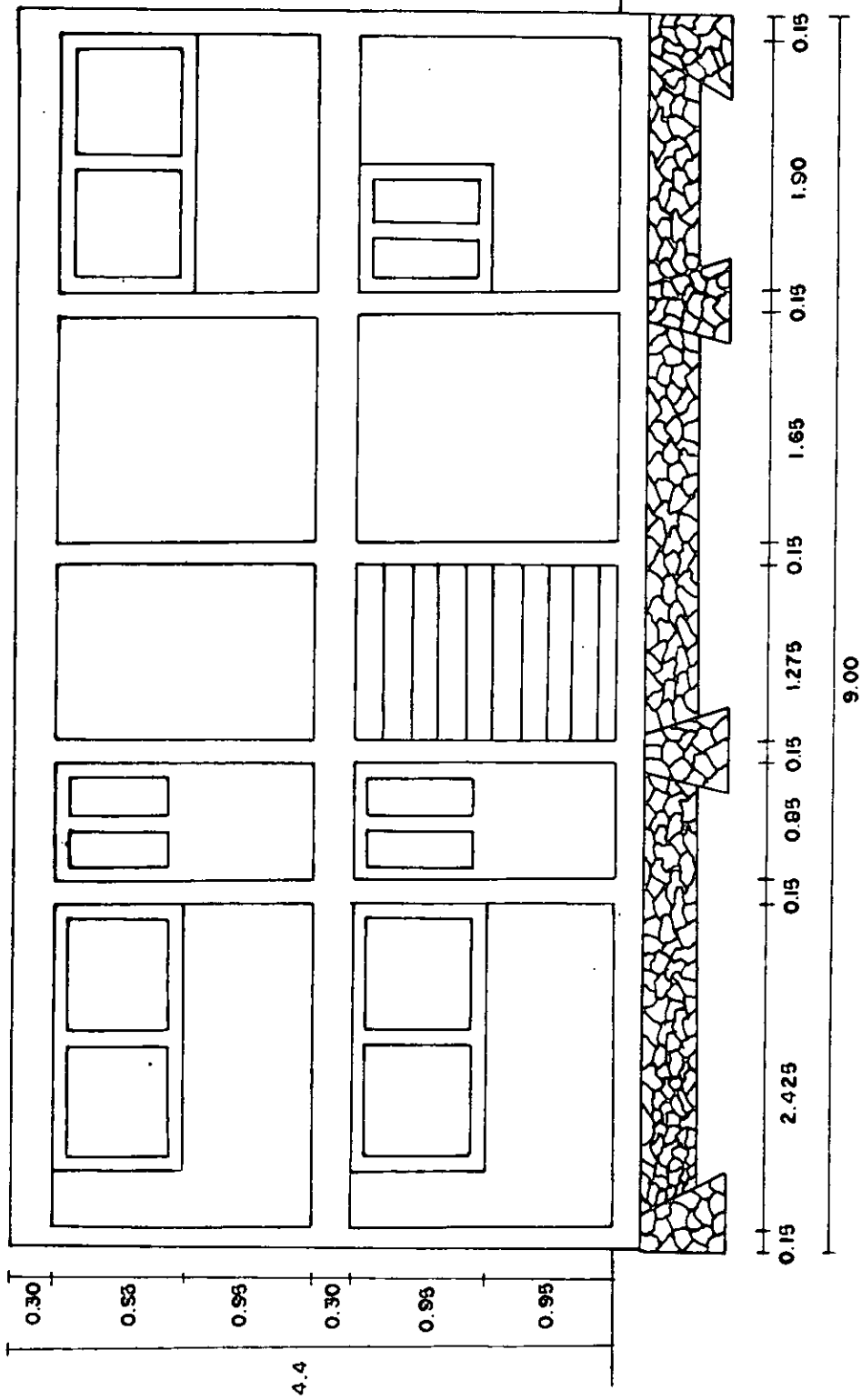
PLANTA BAJA
PLANO 5.4.0.

ACOT: MTS.
ESC: 1:100



PLANTA ALTA
PLANO 5.4.b.

ACQY: MTA
ESC: 1:100



ACOT: MTS.
ESC: 1:50

CORTE A-A'
PLANO 5.4.C.

o **Trabes**

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ ton} / \text{m}^3$$

EJE "X"	Dist. "Y" (mts).	Sección 0.15x0.30 m	W Trabes (Ton)
1	17	0.045	1.84
2	8.325	0.045	0.90
3	8.825	0.045	0.95
4	8.3	0.045	0.90
4'	4.5	0.045	0.49
5	17	0.045	1.84
W Trabes			6.91

EJE "Y"	Dist. "X" (mts).	Sección 0.15x0.30 m	W Trabes (Ton)
A	9	0.045	0.97
B	5.725	0.045	0.62
C	5.425	0.045	0.59
D	9	0.045	0.97
F	9	0.045	0.97
G	9	0.045	0.97
W Trabes			5.09

o **Muros**

Muro de tabique ligero de piezas macizas.

$$W \text{ muro} = 235 \text{ kg.} / \text{m}^2$$

Altura del muro= 1.90 metros.

Espesor del muro= 14 cm.

EJE "X"	Dist. "Y" (mts).	Altura del Muro.	W Muros (Ton)
1	15.3	1.9	6.83
2	5.5	1.9	2.46
3	6.95	1.9	3.10
4	4.85	1.9	2.17
4'	2	1.9	0.89
5	15.8	1.9	7.05
W Muro			22.50

EJE "Y"	Dist. "x" (mts).	Altura del Muro.	W Muros (Ton)
A	8.5	1.9	3.80
B	2.75	1.9	1.23
C	2.8	1.9	1.25
D	3.6	1.9	1.61
E	4.75	1.9	2.12
F	6.9	1.9	3.08
W Muro			13.08

◦ **Castillos**

Altura del Castillo=1.90metros.

$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ ton} / \text{m}^3$

EJE "X"	Dist. "Y" (mts).	Sección 0.15x0.15 m	W Castillos (Ton)
1	15.2	0.0225	0.82
2	13.3	0.0225	0.72
3	9.5	0.0225	0.51
4	13.3	0.0225	0.72
4'	7.5	0.0225	0.41
5	15.2	0.0225	0.82
W Castillos			4.00

EJE "Y"	Dist. "X" (mts).	Sección 0.15x0.15 m	W Castillos (Ton)
B	5.7	0.0225	0.31
C	1.9	0.0225	0.10
D	5.7	0.0225	0.31
F	5.7	0.0225	0.31
G	7.5	0.0225	0.41
W Castillos			1.43

◦ **Ventanas**

Altura de Ventanas= 0.95 metros

W ventanas= 100 kg. / m²

EJE "X"	Dist. "y" (mts).	Altura de Ventanas.(mts.)	W Ventanas (Ton)
2	1.25	0.95	0.12
4'	1.75	0.95	0.17
W Ventanas			0.29

EJE "Y"	Dist. "x" (mts).	Altura de Ventanas.(mts.)	W Ventanas (Ton)
B	2	0.95	0.19
C	1.75	0.95	0.17
D	3.75	0.95	0.36
F	2	0.95	0.19
G	1.5	0.95	0.14
W Ventanas			1.05

Resumen de resultados

(toneladas)	
Peso de la losa	37.3
Peso de trabes	12
Peso de Muros	35.58
Peso de Castillos	5.43
Peso de Ventanas	1.34
Peso de Planta Alta	91.65

5.4.2 Estimación del peso de la planta Baja.

o Losa

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ ton/ m}^3$$

Espesor de la losa : 10 cm.

$$W \text{ viva} = 90 \text{ Kg./ m}^2$$

EJE "X"	EJE "Y"	Distancia "x" (metros)	Distancia "y" (metros)	W losa (Ton)	W viva (Ton)	W Total (Ton)
2-4	A-B	2.15	2.575	1.33	0.50	1.83
4-5	A-C	3.275	3.975	3.12	1.17	4.29
1-2	B-D	3.725	5.75	5.14	1.93	7.07
2-4	B-C	2	1.4	0.67	0.25	0.92
2-4'	C-D	3.25	4.35	3.39	1.27	4.66
1'-3	D-F	1.75	4.5	1.89	0.71	2.60
3-5	D-F	4	4.5	4.32	1.62	5.94
1-3	F-G	5	4.175	5.01	1.88	6.89
3-5	F-G	4	4.175	4	1.50	5.50
						39.70

o Trabes

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ ton / m}^3$$

EJE "X"	Dist. "Y" (mts).	Sección 0.15x0.30 m	W Trabes (Ton)
1	17	0.045	1.84
2	8.325	0.045	0.90
3	8.825	0.045	0.95
4	8.3	0.045	0.90
4'	4.5	0.045	0.49
5	17	0.045	1.84
W Trabes			6.91

EJE "Y"	Dist. "X" (mts).	Sección 0.15x0.30 m	W Trabes (Ton)
A	9	0.045	0.97
B	5.725	0.045	0.62
C	5.425	0.045	0.59
D	9	0.045	0.97
F	9	0.045	0.97
G	9	0.045	0.97
W Trabes			5.09

o **Muros**

Muro de tabique ligero de piezas macizas.

W muro = 235 kg. / m²

Altura del muro= 1.90 metros.

Espesor del muro= 14 cm.

EJE "X"	Dist. "Y" (mts).	Altura del Muro.	W Muros (Ton)
1	15.3	1.9	6.83
2	5.5	1.9	2.46
3	6.95	1.9	3.10
4	4.85	1.9	2.17
4'	2	1.9	0.89
5	15.8	1.9	7.05
W Muro			22.50

EJE "Y"	Dist. "x" (mts).	Altura del Muro.	W Muros (Ton)
A	8.5	1.9	3.80
B	2.75	1.9	1.23
C	2.8	1.9	1.25
D	3.6	1.9	1.61
E	4.75	1.9	2.12
G	1.5	1.9	0.67
W Muro			10.67

◦ **Castillos**

Altura del Castillo=1.90metros.

$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ ton} / \text{m}^3$

EJE "X"	Dist. "Y" (mts).	Sección 0.15x0.15 m	W Castillos (Ton)
1	15.2	0.0225	0.82
2	13.3	0.0225	0.72
3	9.5	0.0225	0.51
4	13.3	0.0225	0.72
4'	7.5	0.0225	0.41
5	15.2	0.0225	0.82
W Castillos			4.00

EJE "Y"	Dist. "X" (mts).	Sección 0.15x0.15 m	W Castillos (Ton)
B	5.7	0.0225	0.31
C	1.9	0.0225	0.10
D	5.7	0.0225	0.31
F	5.7	0.0225	0.31
G	5.7	0.0225	0.31
W Castillos			1.33

◦ **Ventanas**

Altura de Ventanas= 0.95 metros

W ventanas= 100 kg. / m²

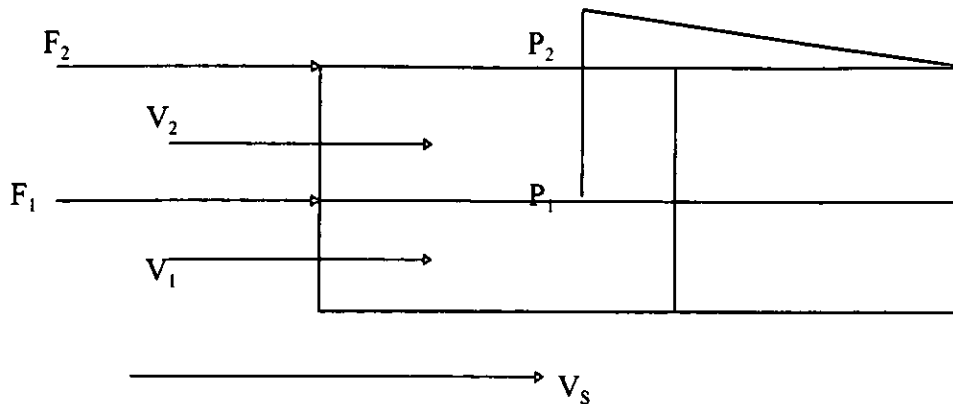
EJE "X"	Dist. "y" (mts).	Altura de Ventanas.(mts.)	W Ventanas (Ton)
2	1.25	0.95	0.12
4'	1.75	0.95	0.17
W Ventanas			0.29

EJE "Y"	Dist. "x" (mts).	Altura de Ventanas.(mts.)	W Ventanas (Ton)
B	2	0.95	0.19
C	1.75	0.95	0.17
D	3.75	0.95	0.36
F	2	0.95	0.19
G	6.5	1.9	1.24
W Ventanas			2.14

Resumen de resultados

(Toneladas)	
Peso de la losa	39.70
Peso de trabes	12
Peso de Muros	33.17
Peso de Castillos	5.33
Peso de Ventanas	2.43
Peso de Planta Baja	92.63

5.5 Cálculo de las fuerzas sísmicas y cortantes en cada nivel de la estructura.



Los muros son de tabique de concreto por lo que el esfuerzo cortante resistente de diseño $\sigma^* = 2.0 \text{ kg/cm}^2$.

La estructura se encuentra localizada en la zona III de acuerdo con la zonificación del RCDF, por lo que según el coeficiente sísmico correspondiente es: $c_s = 0.16$ (Tabla 5.2).

El peso del nivel 2 es: $P_2 = 91.65 \text{ ton}$.

El peso del nivel 1 es: $P_1 = 92.63 \text{ ton}$.

Por lo tanto, el peso total de la construcción se estima en $P_T = 184.28 \text{ ton}$.

A estas fuerzas hay que multiplicarlas por el factor de carga para sismo, es decir, por 1.1.

De lo anterior tenemos:

$$F_C \times P_T = 1.1 \times 184.28 \text{ ton} = 202.71 \text{ ton}.$$

luego entonces, la fuerza sísmica en la base de la estructura nos queda:

$$V_S = c_s P_T = 0.16 \times 202.71 \text{ ton} = 32.43 \text{ ton}.$$

Para determinar las fuerzas en cada nivel se emplea la siguiente expresión:

$$F_i = \left(\frac{P_i h_i}{\sum P_i h_i} \right) \circ V_S$$

Entonces:

$$F_2 = \left(\frac{91.65 \times 1.1 \times 4.4}{(91.65 \times 1.1 \times 4.4) + (92.67 \times 1.1 \times 2.2)} \right) \times 32.43$$

$$F_2 = 21.54 \text{ ton}.$$

$$F_1 = \left(\frac{92.67 \times 1.1 \times 2.2}{(91.65 \times 1.1 \times 4.4) + (92.67 \times 1.1 \times 2.2)} \right) \times 32.43$$

$$F_1 = 10.89 \text{ ton}.$$

Por lo tanto los cortantes son los siguientes:

$$V_2 = F_2 = 21.54 \text{ ton}$$

$$V_1 = F_1 + F_2 = 10.89 \text{ ton} + 21.54 \text{ ton} = 32.43 \text{ ton}.$$

Una vez calculadas las fuerzas sísmicas, procederemos a la determinación de la resistencia de los muros, iniciando con los de la planta baja y según el método simplificado establecido por el RCDF. Para lo anterior emplearemos la siguiente expresión:

$$V_R = F_R (0.5 v^* A_T + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v^* A_T$$

Para la aplicación de la expresión anterior es válido realizar la simplificación en la determinación del esfuerzo vertical que actúa en los muros respectivos, por lo que consideraremos que el esfuerzo vertical es el mismo en todos los muros de la planta respectiva, por lo tanto, el valor de éste lo obtendremos de la manera siguiente:

$$\sigma_p = P_T / t_l = 184\,280 \text{ kg.} / 14.0 \text{ cm} \times 7430 \text{ cm}$$

$$\sigma_p = 1.77 \text{ kg.} / \text{cm}^2$$

Por lo tanto.

$$V_R = (0.5 v^* + 0.3 \sigma_p) = ((0.5 \times 2.0) + (0.3 \times 1.77)) = 1.53 \text{ kg.} / \text{cm}^2$$

Ahora procederemos a calcular la resistencia de los muros mediante la expresión simplificada y además, tomando en cuenta la esbeltez del muro.

$$V_R = F_R v_R A_T$$

En este caso, como los muros son confinados, $F_R = 0.7$

5.6 Revisión de la resistencia de los muros de la planta baja en la dirección X-X

EJE	Longitud (cms.)	h/L	$1.33(h/L)$	Área de muros (14 cm x L)	VR (Kg.)
A	840.00	0.26	1.00	11760.00	12594.96
B	275.00	0.80	1.00	3850.00	4123.35
C	282.00	0.78	1.00	3948.00	4228.31
D	367.00	0.60	1.00	5138.00	5502.80
G	1500.00	0.15	1.00	21000.00	22491.00
					48940.42

Observamos que $V_R = 48.95 \text{ ton} > V_S = 32.43 \text{ ton.}$, por lo tanto los muros en esa dirección resisten adecuadamente.

5.7 Revisión de la resistencia de los muros de la planta baja en la dirección Y-Y

Ahora, revisaremos los muros de la planta baja pero en la dirección Y-Y

EJE	Longitud (cms.)	h / L	1.33(h/L)	Área de muros (14 cm xL)	VR (Kg.)
1.	1580.00	0.14	1.00	22120.00	23690.52
2.	550.00	0.40	1.00	7700.00	8246.70
3.	695.00	0.32	1.00	9730.00	10420.83
4.	485.00	0.45	1.00	6790.00	7272.09
4'	200.00	1.10	1.00	2800.00	2998.80
5.	1580.00	0.14	1.00	22120.00	52628.94
					52628.94

Aquí podemos observar que el V_R es también mayor que la fuerza sísmica, por lo tanto, los muros en esta dirección también resisten.

La revisión de los muros de la planta alta se puede considerar parecida dado que la cantidad de muros y su distribución es parecida a los de la planta baja, lo que nos lleva a concluir que esos muros resisten adecuadamente.

La construcción analizada satisface los requisitos del RCDF, sin embargo es conveniente revisar la conexión entre castillos; en la junta de las etapas de construcción para asegurarse de un buen comportamiento sísmico.

Las casas típicas más desfavorecidas son las que se ubican en las esquinas, porque en lugar de tener los muros de colindancia paralelos, los tiene formando un ángulo lo que incrementa las tensiones y en consecuencia las sollicitaciones sísmicas.

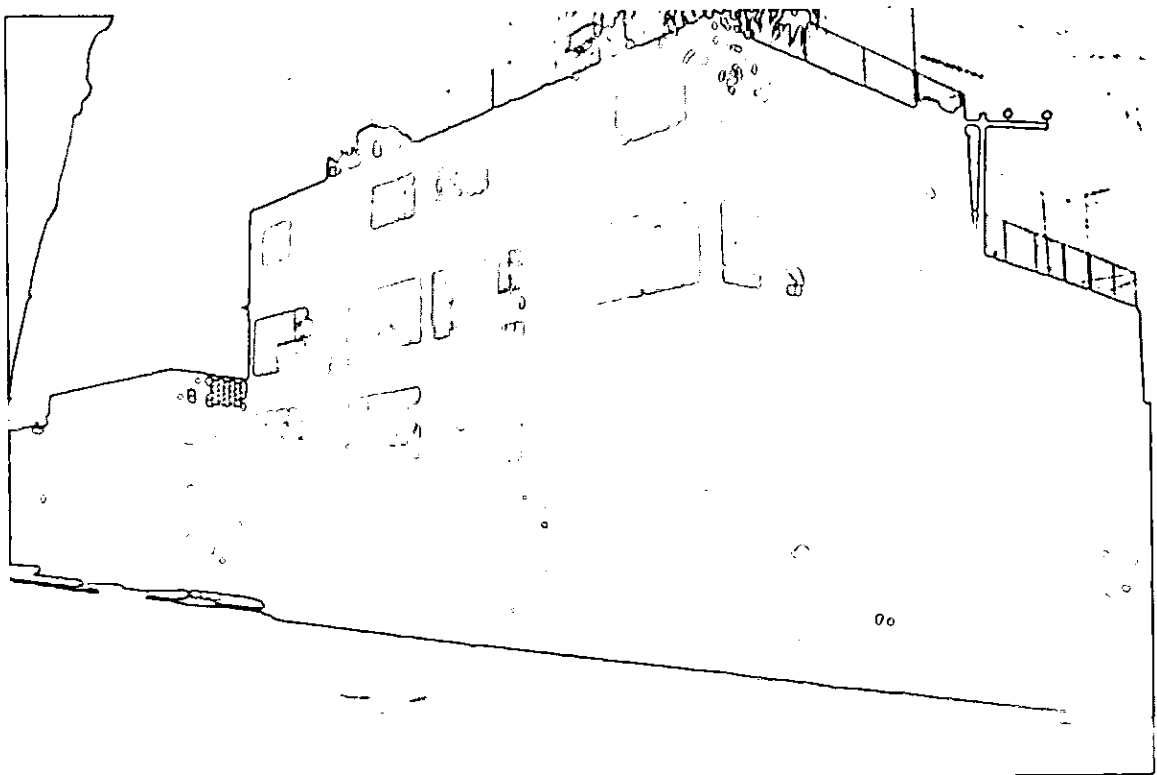
5.8 Análisis sísmico estático de un edificio de planta baja y tres niveles.

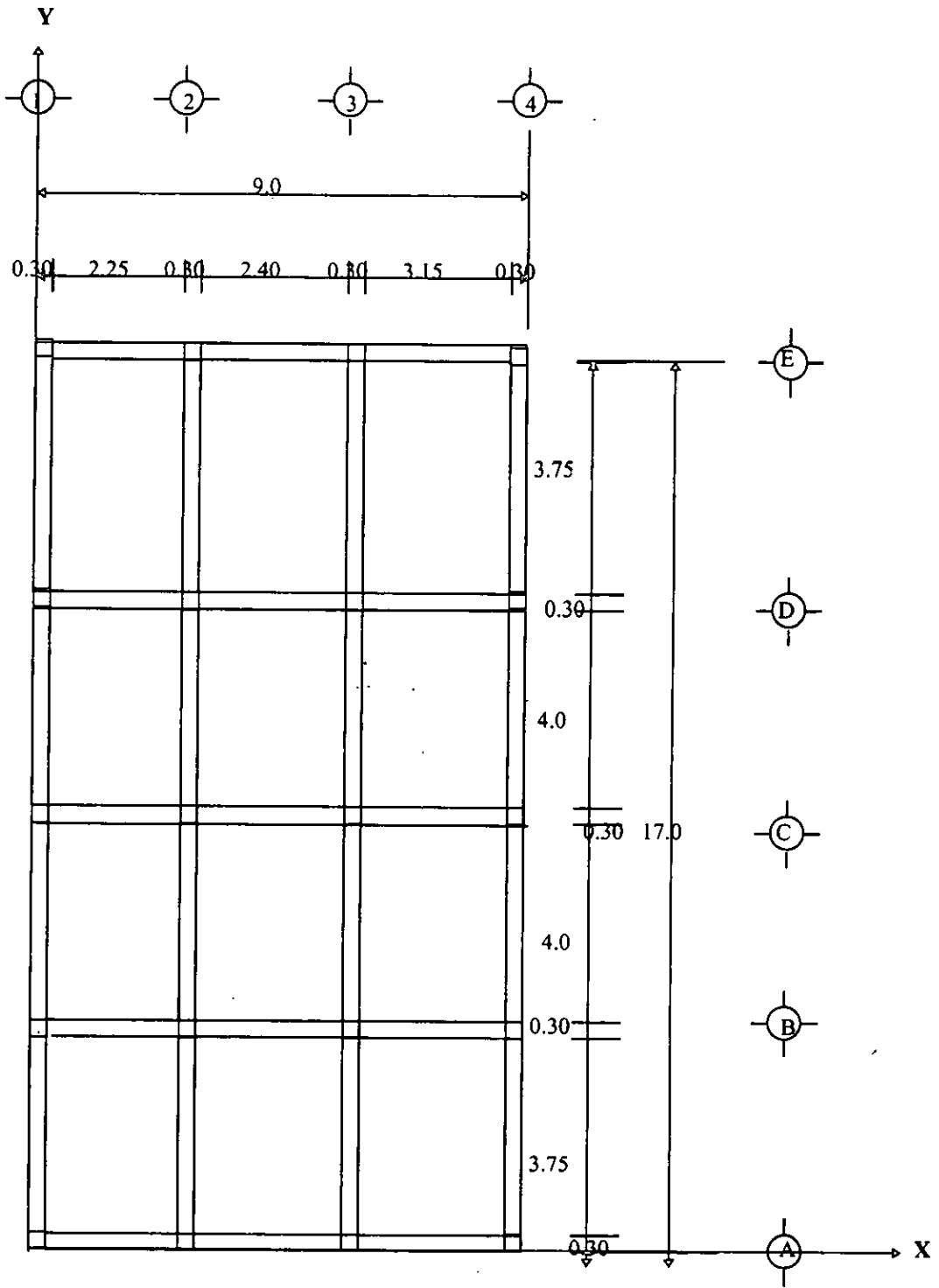
El edificio seleccionado ocupa totalmente un predio de 9.0m.x 17.0 m. y se ubica en una esquina. Sobre las calles las fachadas tienen ventanas en tanto que los muros de colindancia son ciegos, por lo que el edificio tiene una estructuración que incrementa los efectos de torsión sísmica.

La estructura está formada por losas de entrepiso de concreto macizo sobre marcos de trabes y columnas orientadas en las direcciones ortogonales principales de la planta. Estos marcos son también de concreto reforzado. La cimentación está formada por zapatas corridas de concreto reforzado en ambas direcciones. La estructura tiene muros de colindancia, de fachada y partitorios de mampostería con piezas de concreto reforzado.

Conservadoramente la revisión sísmica del edificio se realizó sin considerar la contribución de los muros.

El edificio fue construido artesanalmente por un maestro de obras y presenta una calidad modesta de construcción aunque no se aprecien defectos notorios. Por la falta de servicios de ingeniería en la construcción de la estructura se supondrá que los marcos no son dúctiles.

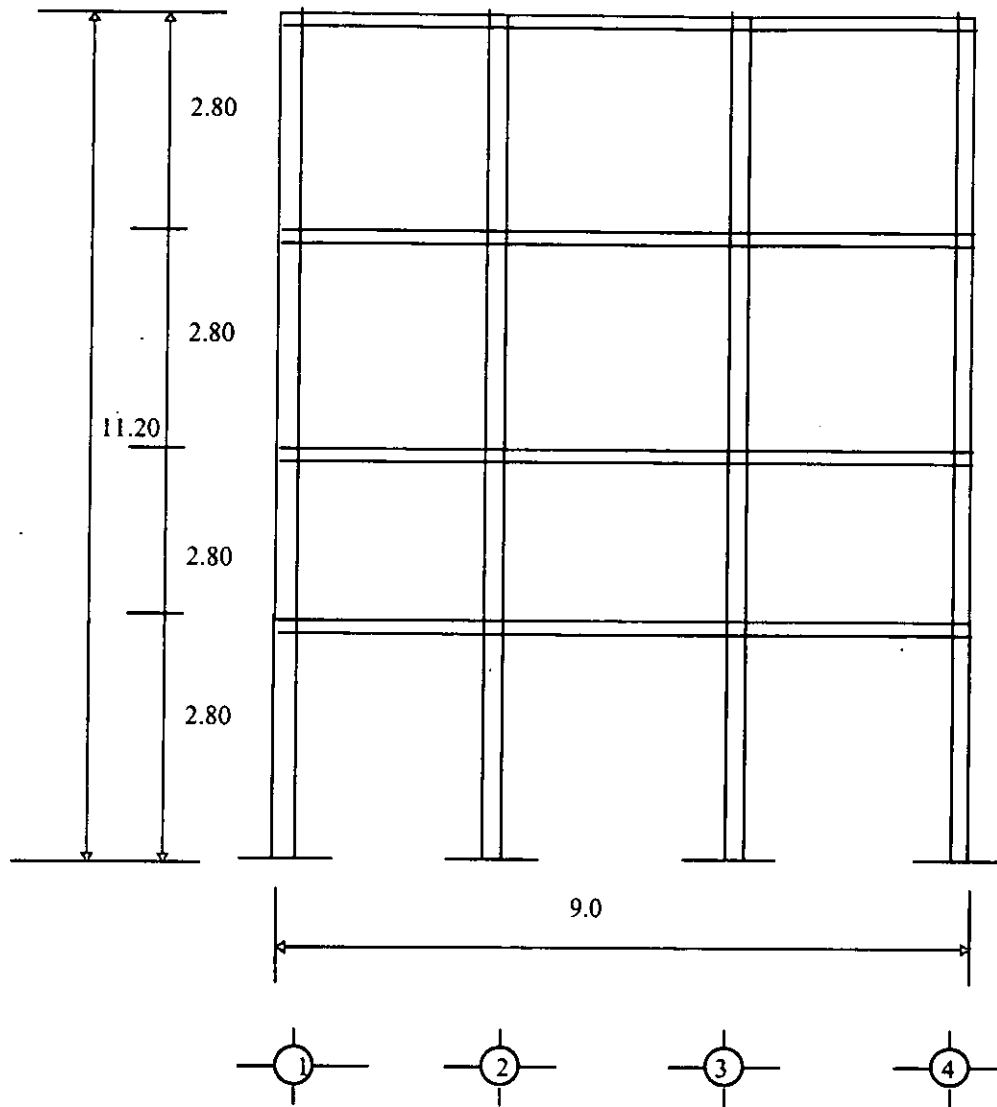




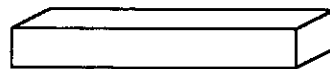
PLANTA

Acotación: metros

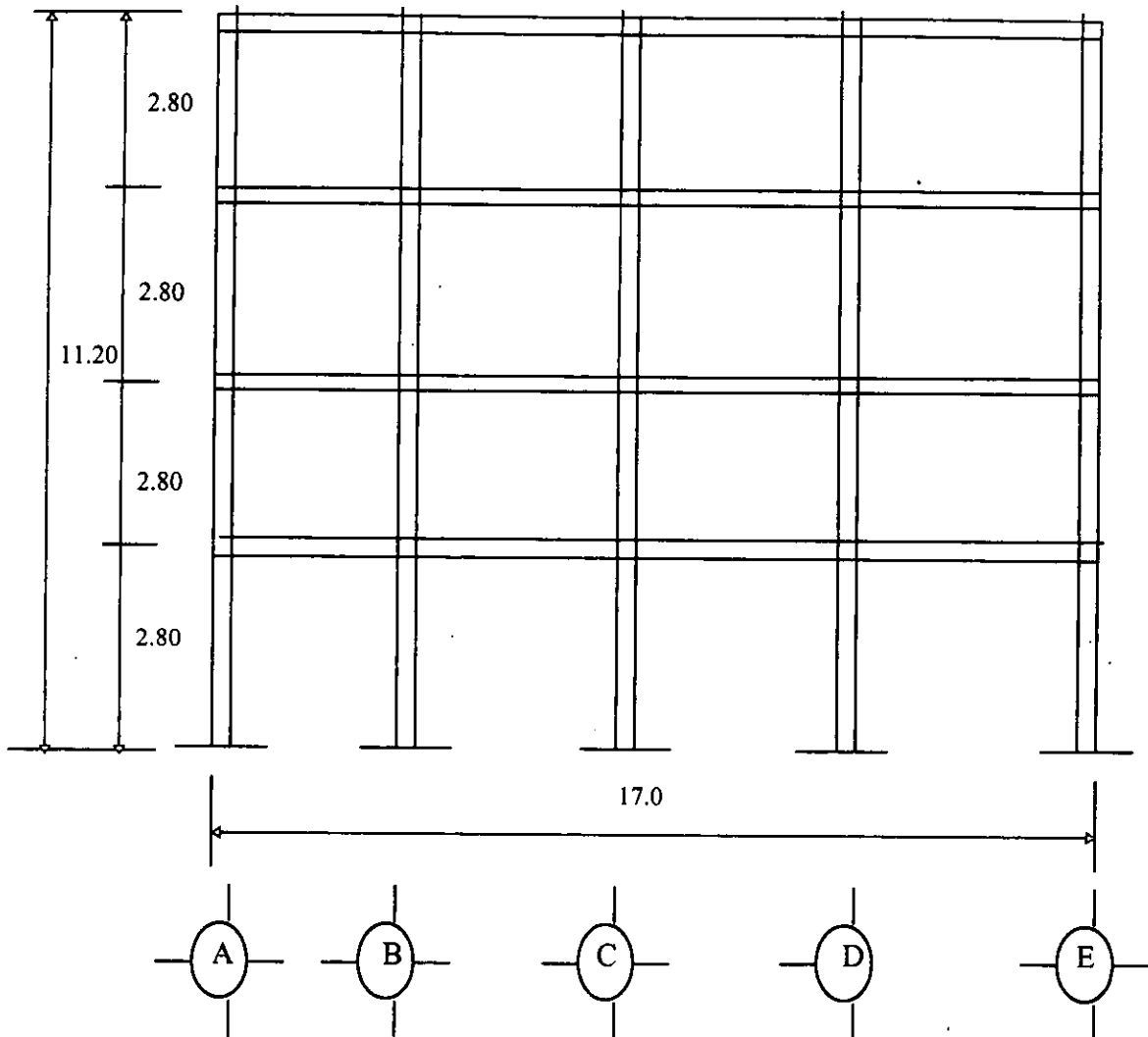
MARCO VISTO EN ALZADO. SENTIDO CORTO ("X")



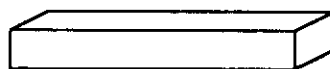
Columnas y traveses de sección 30cm. x 30 cm.



MARCO VISTO EN ALZADO SENTIDO LARGO ("Y")



Columnas y Trabes de sección 30 cm. x 30 cm.



5.9 Estimación del peso total por marcos.

Para el cálculo del peso total de la estructura, que se empleara para la realización del método estático, se tomara el mismo peso total de la estructura, en ambas direcciones ("X" e "Y").

CUARTO ENTREPISO

o Losa de Azotea

W Relleno de tezontle (peralte promedio de $h=15\text{cm.}$)

γ tezontle = $1500 \text{ Kg} / \text{m}^3$

W Relleno de tezontle = $(1500 \text{ Kg} / \text{m}^3) \times (0.15\text{m.}) = 225 \text{ Kg} / \text{m}^2$

W Entortado de mortero ($h=5.0 \text{ cm}$)

γ Entortado de mortero = $2000 \text{ Kg} / \text{m}^3$

W Entortado de mortero = $(2000 \text{ Kg} / \text{m}^3) \times (0.05\text{m}) = 100 \text{ Kg} / \text{m}^2$

W Plafón de Yeso ($h=1.0 \text{ cm}$)

γ Plafón de Yeso = $1500 \text{ Kg} / \text{m}^3$

Impermeabilizante ($1.0 \text{ kg} / \text{m}^2$)

Mortero ($h=1.0\text{cm}$) $\gamma = 2000 \text{ Kg} / \text{m}^3$

W mortero = $(2000 \text{ Kg} / \text{m}^3) \times (0.01\text{m}) = 20 \text{ Kg} / \text{m}^2$

Ladrillo ($h=2.0 \text{ cm}$) $\gamma = 1500 \text{ Kg} / \text{m}^3$

W Ladrillo = $(1500 \text{ Kg} / \text{m}^3) \times (0.02\text{m}) = 30 \text{ Kg} / \text{m}^2$

$\Sigma = 225 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 100 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 15 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 1.0 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 20 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 30 \text{ Kg} / \text{m}^2$

$W_{\text{ACABADOS Y RELLENO DE LOSA}} = (391 \text{ Kg} / \text{m}^2) \times (17.0\text{m} \times 9.0\text{m}) = 59,823 \text{ kg.} \approx 59.8 \text{ ton.}$

$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3$

Espesor de la losa = 10 cm.

Carga Viva $W_v = 70 \text{ Kg} / \text{m}^2$ según (R.C.D.F.)

W losa = $(17.0\text{m} \times 9.0\text{m} \times 0.10\text{m} \times 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3)$ W losa = 36.72 Ton

W viva = $(0.07 \text{ Ton} / \text{m}^2 \times (17.0\text{m} \times 9.0\text{m})) = 10.71 \text{ Ton.}$

W total de losa = $59.80 + 36.72 + 10.71 = 107.23 \text{ Ton}$

o Trabes

$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3$

Sección de la trabe = $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$

Sentido "X" Ejes A, B C D E

W trabes = $(9.0\text{m} \times 0.30\text{m} \times 0.30\text{m} \times 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3) = 1.94 \text{ Ton} \times 5 \text{ ejes} = 9.72 \text{ Ton.}$

Sentido "Y" Ejes 1, 2, 3, 4

W trabes = $(17.0\text{m} - 1.50\text{m}) \times (0.30\text{m} \times 0.30\text{m} \times 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3) = 3.34 \text{ Ton} \times 4 \text{ ejes} = 13.39 \text{ Ton.}$

W trabes_{X+Y} = $9.72 + 13.39 = 23.11 \text{ Ton.}$

o **Muros**

$$W \text{ muro} = 235 \text{ kg/m}^2$$

EJE "Y"	Distancia "Y" (metros)	Altura del Muro (metros)	Area (m 2)	W muro (kilogramos)
1	4	2.2	8.8	2068
2	10	2.2	22	5170
3	11.5	2.2	25.3	5945.5
4	15.5	2.2	34.1	8013.5
Sum.				21197

EJE "X"	Distancia "X" (metros)	Altura del Muro (metros)	Area (m 2)	W muro (kilogramos)
A	3	2.2	6.6	1551
B	6.3	2.2	13.86	3257.1
C	5.5	2.2	12.1	2843.5
D	6	2.2	13.2	3102
E	7.8	2.2	17.16	4032.6
Sum.				14786.2

$$W_{\text{TOTAL MUROS}} = 21197 \text{ Kg} + 14786.2 \text{ Kg} = 35983.2 \text{ Kg} \approx 36 \text{ Ton.}$$

Para el peso de último entrepiso se toman 18.0 ton ya que sólo se considera la mitad del muro.

o **Columnas**

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2.4 \text{ Ton / m}^3$$

Sección de la Columnas= 30 cm X 30 cm

Altura de Columnas 2.5m / 2.0= 1.25m

$$W \text{ columnas} = (1.25 \text{m} \times 0.30 \text{m} \times 0.30 \text{m} \times 2.4 \text{ Ton / m}^3) = 0.27 \text{ ton} \times 20 \text{ columnas} = 5.40 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{TOTAL DEL 4º ENTREPISO}} = (107.23 \text{ ton} + 23.11 \text{ ton} + 18 \text{ ton} + 5.40 \text{ ton}) = 153.74 \text{ ton}$$

CÁLCULO DEL PRIMERO, SEGUNDO Y TERCER ENTREPISO .

Dado que se presentan las mismas características estructurales en estos tres entrepisos, y la carga viva es la misma (90 kg/ m²), Los pesos se consideran iguales.

o **Losa de entrepiso**

W Relleno de tezontle (h=5cm.)

$$\gamma \text{ tezontle} = 1500 \text{ Kg / m}^3$$

$$W \text{ Relleno de tezontle} = (1500 \text{ Kg / m}^3) \times (0.05 \text{m.}) = 75 \text{ Kg / m}^2$$

W Entortado de mortero (h=4.0 cm)

$$\gamma \text{ Entortado de mortero} = 2000 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$W \text{ Entortado de mortero} = (2000 \text{ Kg} / \text{m}^3) \times (0.04\text{m}) = 80 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

W Plafón de Yeso (h=1.0 cm)

$$\gamma \text{ Plafón de Yeso} = 1500 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$W \text{ Plafón de Yeso} = (1500 \text{ Kg} / \text{m}^3) \times (0.01\text{m}) = 15 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

Loseta Vinílica (40 Kg / m²)

$$\Sigma = 80 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 75 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 15 \text{ Kg} / \text{m}^2 + 40 \text{ Kg} / \text{m}^2 = 210 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$W_{\text{ACABADOS DE LOSA}} = (210 \text{ Kg} / \text{m}^2) \times (9.0\text{m} \times 17.0\text{m}) = 32130 \text{ Kg} \approx 32.10 \text{ Ton.}$$

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

Espesor de la losa = 10 cm.

Carga Viva $W_v = 90 \text{ Kg} / \text{m}^2$ Según R.C.D.F.

$$W \text{ losa} = (17.0\text{m} \times 9.0\text{m} \times 0.10\text{m} \times 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3) \quad W \text{ losa} = 36.72 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{viva}} = (0.09 \text{ Ton} / \text{m}^2 \times (17.0\text{m} \times 9.0 \text{ m})) = 13.77 \text{ Ton.}$$

$$W \text{ total losa} = 32.10 \text{ ton} + 36.72 + 13.77 = 82.59 \text{ Ton}$$

o Trabes

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

Sección de la trabe = 30 cm X 30 cm

Sentido "X" Ejes A, B C D E

$$W_{\text{trabes}} = (9.0\text{m} \times 0.30\text{m} \times 0.30\text{m} \times 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3) = 1.94 \text{ Ton} \times 5 \text{ ejes} = 9.72 \text{ Ton.}$$

Sentido "Y" Ejes 1, 2, 3, 4

$$W_{\text{trabes}} = (17.0\text{m} - 1.50\text{m}) \times (0.30\text{m} \times 0.30\text{m} \times 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3) = 3.34 \text{ Ton} \times 4 \text{ ejes} = 13.39 \text{ Ton.}$$

$$W_{\text{trabes}_{X+Y}} = 9.72 + 13.39 = 23.11 \text{ Ton.}$$

o Columnas

$$\gamma_{\text{CONCRETO}} = 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3$$

Sección de la Columnas = 30 cm X 30 cm

Altura de Columnas 2.5m

$$W \text{ columnas} = (2.50\text{m} \times 0.30\text{m} \times 0.30\text{m} \times 2.4 \text{ Ton} / \text{m}^3) = 0.54 \text{ ton} \times 20 \text{ columnas} = 10.80 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{TOTAL DEL 1º, 2º, 3º ENTREPISO}} = W \text{ losa} + W_{\text{trabes}} + W \text{ muros} + W_{\text{columnas}}$$

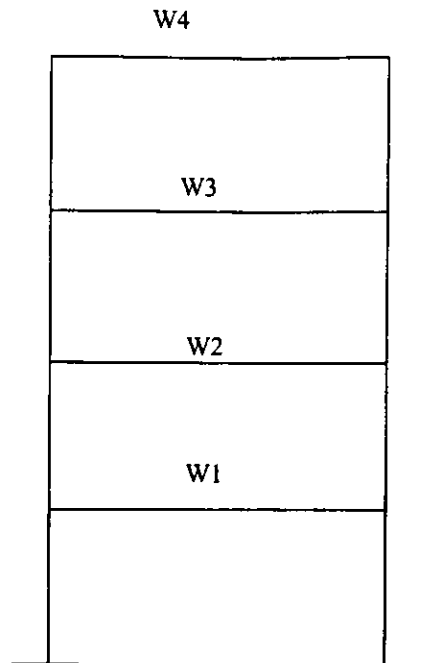
$$W_{\text{TOTAL DEL 1º, 2º, 3º ENTREPISO}} = (82.59\text{ton} + 23.11\text{ton} + 36.00\text{ton} + 10.80 \text{ ton}) = 152.50 \text{ ton}$$

$$W_{4 \text{ ENTREPISO}} = 153.74 \approx 153.70 \text{ Ton}$$

$$W_{3 \text{ ENTREPISO}} = 152.50 \text{ Ton}$$

$$W_{2 \text{ ENTREPISO}} = 152.50 \text{ Ton}$$

$$W_{1 \text{ ENTREPISO}} = 152.50 \text{ Ton}$$



5.10 Cálculo de rigideces (ecuaciones de Wilbur)

Se denomina rigidez de entrepiso a la fuerza cortante que provoca un desplazamiento relativo unitario entre los dos pisos que limitan a ese entrepiso.

Las ecuaciones de Wilbur permiten calcular de una manera aproximada las rigideces de entrepiso de marcos regulares que cumplan con las siguientes condiciones:

- Tengan tres o más claros
- Tengan tres ó más pisos
- Entrepisos y claros aproximadamente iguales (máxima diferencia admisible de $\pm 20\%$ respecto al promedio).

Que todas las vigas corran en todo lo ancho del marco y todas las columnas corren en todo lo alto del marco.

Ecuaciones de Wilbur para marcos empotrados en la base

Primer entrepiso

$$K_1 = 48 E / h_1 \left(\left(4 h_1 / \sum kc_1 \right) + \left(h_1 + h_2 \right) / \left(\sum kt_1 + \left(\sum kc_1 / 12 \right) \right) \right)$$

Segundo entrepiso

$$K_2 = 48 E / h_2 ((4 h_2 / \sum kc_2) + ((h_1 + h_2) / (\sum kt_1 + (\sum kc_1 / 12))) + ((h_1 + h_3) / (\sum kt_2)))$$

"n" entrepiso

$$K_n = 48 E / h_n ((4 h_n / \sum kc_n) + ((h_m + h_n) / (\sum kt_m)) + ((h_n + h_o) / (\sum kt_n)))$$

K_n = Rigidez del entrepiso en cuestión

kt_n = Rigidez relativa (I / L) de las vigas del nivel sobre el entrepiso n

kc_n = Rigidez relativa (I / L) de las columnas del entrepiso n

m, n, o = Índices que identifican tres niveles consecutivos de abajo hacia arriba.

E = Módulo de Elasticidad del Concreto (kg / cm²)

Para el cálculo del último entrepiso se considera $h_m = 2h_n$, y $h_o = 0$

Cálculo de Rigideces en el sentido "X"

$$f_c = 200 \text{ kg / cm}^2$$

$$E = 14000 \sqrt{200} \text{ kg / cm}^2 = 197989.90 \text{ kg / cm}^2$$

Sección de columnas y trabes = 0.30m x 0.30m

Inercia de Trabes y Columnas

$$I = bh^3 / 12 \quad I = ((30 \text{ cm})^4 / (12)) = 67\,500 \text{ cm}^4$$

Rigideces relativas

$$K_t = I / L = ((67\,500 \text{ cm}^4) / (375 \times 2 \text{ trabes})) = 360 \text{ cm}^3$$

$$K_t = I / L = ((67\,500 \text{ cm}^4) / (400 \times 2 \text{ trabes})) = 337.5 \text{ cm}^3$$

$$K_t = 360 \text{ cm}^3 + 337.5 \text{ cm}^3 = 697.5 \text{ cm}^3$$

$$K_c = K_c = I / L = ((67\,500 \text{ cm}^4) / (250 \times 5 \text{ columnas})) = 1350 \text{ cm}^3$$

Primer entrepiso

$$K_1 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1350) + ((280 + 280) / (697.5 + (1350 / 12))))$$

$$K_1 = 22315.18 \text{ kg / cm} \times 3 \text{ marcos} = 67.0 \text{ Ton / cm}$$

Segundo entrepiso

$$K_2 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1350) + ((280 + 280) / ((697.5 + (1350 / 12)))) + ((280 + 280) / (697.5)))$$

$$K_2 = 14605.50 \text{ kg / cm} \times 3 \text{ marcos} = 44.0 \text{ Ton / cm}$$

Tercer entrepiso

$$K_3 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1350) + ((280 + 280) / (697.5)) + ((280 + 280) / (697.5)))$$

$$K_3 = 9291.18 \text{ kg/cm} \times 3 \text{ marcos} = 28.0 \text{ Ton/cm}$$

Cuarto entrepiso

$$K_4 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1350) + ((280 \times 2 + 280) / (697.5)) + (280 / 697.5))$$

$$K_4 = 4645.59 \text{ kg/cm} \times 3 \text{ marcos} = 14.0 \text{ Ton/cm}$$

Cálculo de Rigideces en el sentido "Y"

$$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 14000 \sqrt{200} \text{ kg/cm}^2 = 197989.90 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Sección de columnas y trabes} = 0.30 \text{m} \times 0.30 \text{m}$$

Inercia de Trabes y Columnas

$$I = bh^3 / 12 = ((30 \text{ cm})^4 / (12)) = 67\,500 \text{ cm}^4$$

Rigideces relativas

$$K_t = I / L = ((67\,500 \text{ cm}^4) / (225)) + ((67\,500 \text{ cm}^4) / (240)) + ((67\,500 \text{ cm}^4) / (315)) = 795.54 \text{ cm}^3$$

$$K_c = K_c = I / L = ((67\,500 \text{ cm}^4) / (250 \times 4 \text{ columnas})) = 1080 \text{ cm}^3$$

Primer entrepiso

$$K_1 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1080) + ((280 + 280) / (795.54 + (1080 / 12))))$$

$$K_1 = 20331.09 \text{ kg/cm} \times 4 \text{ marcos} = 81.0 \text{ Ton/cm}$$

Segundo entrepiso

$$K_2 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1080) + ((280 + 280) / ((795.54 + (1080 / 12)))) + ((280 + 280) / (795.54)))$$

$$K_2 = 14300.97 \text{ kg/cm} \times 4 \text{ marcos} = 57.0 \text{ Ton/cm}$$

Tercer entrepiso

$$K_3 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1080) + ((280 + 280) / ((795.54)) + ((280 + 280) / (795.54))))$$

Cuarto entrepiso

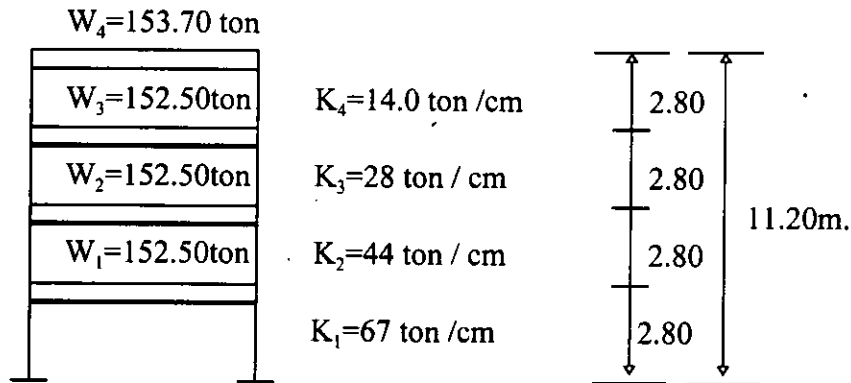
$$K_3 = 9254.73 \text{ kg/cm} \times 4 \text{ marcos} = 37.0 \text{ Ton/cm}$$

$$K_4 = 48 \times 197989.90 / 280 ((4 \times 280 / 1080) + ((280 \times 2 + 280) / ((795.54)) + (280 / 795.54)))$$

$$K_4 = 4627.37 \text{ kg/cm} \times 4 \text{ marcos} = 19.0 \text{ Ton/cm}$$

5.11 Método sísmico estático aplicado al edificio.

SENTIDO "X"



Edificio habitacional catalogada dentro del grupo "B"

Ubicación del edificio: Ciudad Nezahualcóyotl Zona Sísmica "E"

Tipo de Suelo III

Coeficiente de ductibilidad $Q=2.0$ (Marcos no ductiles)

Con los datos anteriores se obtiene del espectro de diseño (Ref 5.a) los siguientes parámetros:

$$a_0 = 0.10$$

$$c = 0.40$$

$$c/Q = 0.40 / 2.0 = 0.20 > a_0, \text{ por lo que rige } 0.20$$

$$V_1 = (c/Q) \sum W_i = 0.20 ((152.50 \times 3 \text{ entrepisos}) + (153.70)) = 122.20 \text{ ton}$$

Wi	Hi	Wi Hi
$W_4 = 153.70 \text{ ton}$	11.20	1721.44
$W_3 = 152.50 \text{ ton}$	8.40	1281.00
$W_2 = 152.50 \text{ ton}$	5.60	854.00
$W_1 = 152.50 \text{ ton}$	2.80	427.00
$\sum W_i = 611.20 \text{ ton}$		$\sum W_i H_i = 4283.44$

$$a_n = a_4 = c / Q \times h_4 \times (\sum W_i / \sum W_i H_i) = 0.20(11.20) \times (611.20 / 4283.44) = 0.3196$$

$$a_3 = a_n (h_3 / h_2) = 0.3196 \times (8.40 / 11.20) = 0.2397$$

$$a_2 = a_n (h_2 / h_4) = 0.3196 \times (5.60 / 11.20) = 0.1598$$

$$a_1 = a_n (h_1 / h_4) = 0.3196 \times (2.80 / 11.20) = 0.0799$$

Fuerzas y Cortantes.

$$F_4 = a_4 W_4 = 0.3196 \times 153.70 = 49.12 \text{ ton}$$

$$V_4 = 49.12 \text{ ton}$$

$$F_3 = a_3 W_3 = 0.2397 \times 152.50 = 36.55 \text{ ton}$$

$$V_3 = 85.67 \text{ ton}$$

$$F_2 = a_2 W_2 = 0.1598 \times 152.50 = 24.37 \text{ ton}$$

$$V_2 = 110.04 \text{ ton}$$

$$F_1 = a_1 W_1 = 0.0799 \times 152.50 = 12.18 \text{ ton}$$

$$V_1 = 122.22 \text{ ton} = 122.2 \text{ ton}$$

Desplazamientos relativos y totales.

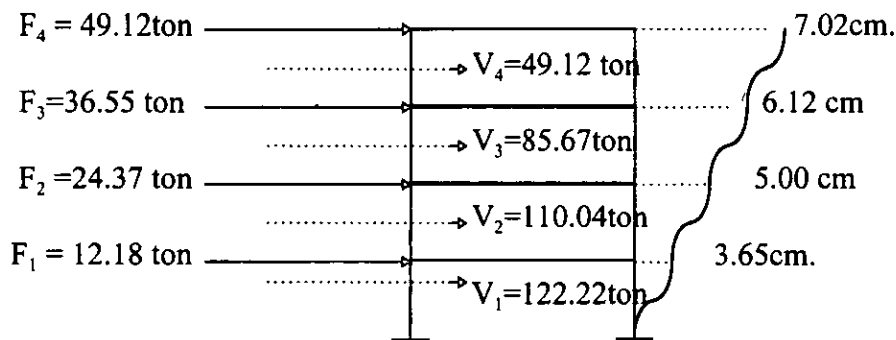
$$\Delta_4 = (V_4 / K_4) \times Q = (49.12 / 14.0) \times 2.0 = 7.02 \text{ cm.}$$

$$\Delta_3 = (V_3 / K_3) \times Q = (85.67 / 28.0) \times 2.0 = 6.12 \text{ cm.}$$

$$\Delta_2 = (V_2 / K_2) \times Q = (110.04 / 44.0) \times 2.0 = 5.00 \text{ cm.}$$

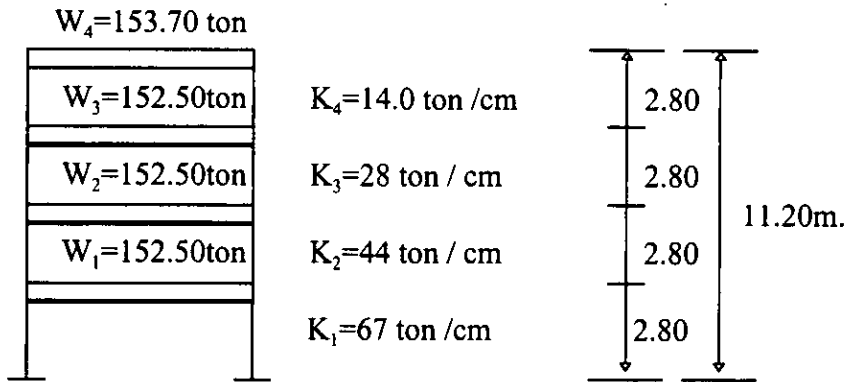
$$\Delta_1 = (V_1 / K_1) \times Q = (122.22 / 67.0) \times 2.0 = 3.65 \text{ cm.}$$

Resumen de Resultados.



5.12 Método sísmico estático aplicado al edificio

SENTIDO "Y"



Edificio habitacional catalogada dentro del grupo "B"

Ubicación del edificio: Ciudad Nezahualcóyotl Zona Sísmica "E"

Tipo de Suelo III

Coefficiente de ductibilidad Q=2.0 (Marcos no ductiles)

Con los datos anteriores se obtiene del espectro de diseño (Ref 5.a) los siguientes parámetros:

$a_0 = 0.10$

$c = 0.40$

$c / Q = 0.40 / 2.0 = 0.20 > a_0$, por lo que rige 0.20

$V_1 = (c / Q) \sum W_i = 0.20 ((152.50 \times 3 \text{ entrepisos}) + (153.70)) = 122.20 \text{ ton}$

W _i	H _i	W _i H _i
W ₄ =153.70ton	11.20	1721.44
W ₃ =152.50ton	8.40	1281.00
W ₂ =152.50ton	5.60	854.00
W ₁ =152.50ton	2.80	427.00
$\sum W_i = 611.20 \text{ ton}$		$\sum W_i H_i = 4283.44$

$$a_n = a_4 = c / Q \times h_4 \times (\sum W_i / \sum W_i H_i) = 0.20(11.20) \times (611.20 / 4283.44) = 0.3196$$

$$a_3 = a_n (h_3 / h_2) = 0.3196 \times (8.40 / 11.20) = 0.2397$$

$$a_2 = a_n (h_2 / h_4) = 0.3196 \times (5.60 / 11.20) = 0.1598$$

$$a_1 = a_n (h_1 / h_4) = 0.3196 \times (2.80 / 11.20) = 0.0799$$

Fuerzas y Cortantes.

$$F_4 = a_4 W_4 = 0.3196 \times 153.70 = 49.12 \text{ ton}$$

$$V_4 = 49.12 \text{ ton}$$

$$F_3 = a_3 W_3 = 0.2397 \times 152.50 = 36.55 \text{ ton}$$

$$V_3 = 85.67 \text{ ton}$$

$$F_2 = a_2 W_2 = 0.1598 \times 152.50 = 24.37 \text{ ton}$$

$$V_2 = 110.04 \text{ ton}$$

$$F_1 = a_1 W_1 = 0.0799 \times 152.50 = 12.18 \text{ ton}$$

$$V_1 = 122.22 \text{ ton} = 122.2 \text{ ton}$$

Desplazamientos relativos y totales.

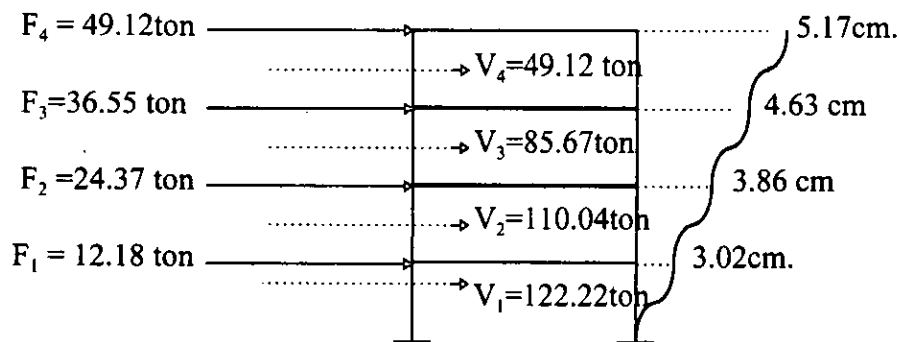
$$\Delta_4 = (V_4 / K_4) \times Q = (49.12 / 19.0) \times 2.0 = 5.17 \text{ cm.}$$

$$\Delta_3 = (V_3 / K_3) \times Q = (85.67 / 37.0) \times 2.0 = 4.63 \text{ cm.}$$

$$\Delta_2 = (V_2 / K_2) \times Q = (110.04 / 57.0) \times 2.0 = 3.86 \text{ cm.}$$

$$\Delta_1 = (V_1 / K_1) \times Q = (122.22 / 81.0) \times 2.0 = 3.02 \text{ cm.}$$

Resumen de Resultados.

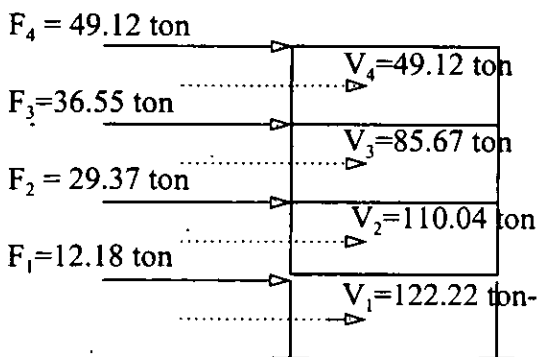


5.13 Distribución de Cortantes.

Dada la simetría de la estructura (sin considerar los muros) se supondrá que en cada entrepiso el cortante se distribuye de la siguiente forma:

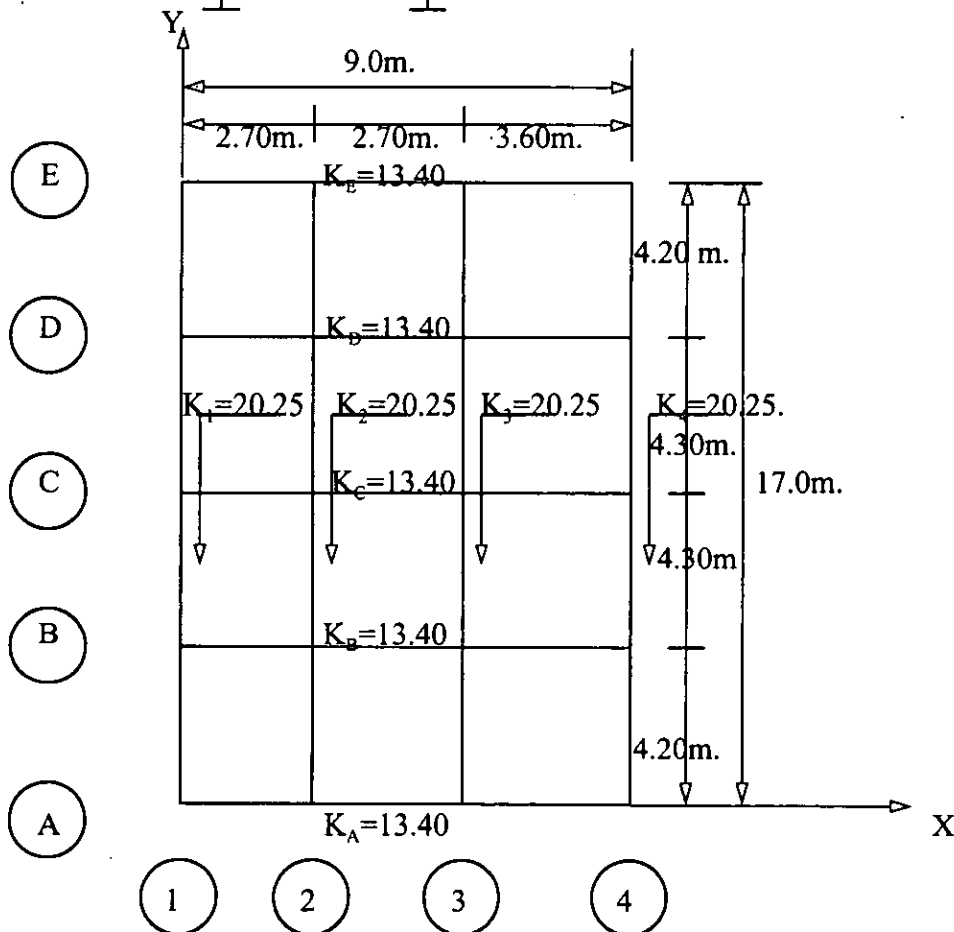
- Un Cortante directo en cada marco igual al cortante total entre el número de marcos.
- Un Cortante de torsión producido por una excentricidad igual al 10 % del ancho de la planta en la dirección perpendicular de la de análisis.

Distribución del Cortante Sísmico del primer entrepiso del edificio.



Posición de los centros de masa.

	X	Y
Piso 4 CM ₄	(4.50	8.50)
Piso 3 CM ₃	(4.50	8.50)
Piso 2 CM ₂	(4.50	8.50)
Piso 1 CM ₁	(4.50	8.50)



Obtención de las Coordenadas del centro de cortante (C.V)

$$X_v = ((49.12\text{ton} \times 4.5 \text{ m.}) + (36.55\text{ton} \times 4.50\text{m.}) + (29.37\text{ton} \times 4.50\text{m}) + (12.18\text{ton} \times 4.50\text{m})) / (49.12\text{ ton} + 36.55\text{ton} + 29.37\text{ton} + 12.18\text{ton})$$

$$X_v = 4.50 \text{ m.}$$

$$Y_v = ((49.12\text{ton} \times 8.50 \text{ m.}) + (36.55\text{ton} \times 8.50 \text{ m.}) + (29.37\text{ton} \times 8.50\text{m}) + (12.18\text{ton} \times 8.50\text{m})) / (49.12\text{ ton} + 36.55\text{ton} + 29.37\text{ton} + 12.18\text{ton})$$

$$Y_v = 8.50 \text{ m.}$$

$$\text{C.V.} = (4.50\text{m} , 8.50\text{m})$$

Obtención de las Coordenadas del centro de Torsión. (C.T.) y Cálculo del Momento Polar de inercia.

K_y	X	$K_y X$	$\bar{X} = X - X_t$	$K_y \bar{X}$	$K_y \bar{X}^2$
20.25	0.00	0.00	-4.28	-86.57	370.08
20.25	2.70	54.68	-1.58	-31.89	50.23
20.25	5.40	109.35	1.13	22.78	25.63
20.25	9.00	182.25	4.73	95.68	452.09
81.00		346.28		0.00	898.04

$$X_t = ((346.28)/(81)) \quad X_t = 4.28\text{m.}$$

K_x	Y	$K_x Y$	$\bar{Y} = Y - Y_t$	$K_x \bar{Y}$	$K_x \bar{Y}^2$
13.40	0.00	0.00	-8.50	-113.90	968.15
13.40	4.20	56.28	-4.30	-57.62	247.77
13.40	8.50	113.90	0.00	0.00	0.00
13.40	12.80	171.52	4.30	57.62	247.77
13.40	17.00	227.80	8.50	113.90	968.15
67.00		569.50		0.00	2431.8

$$Y_t = ((569.50)/(67)) \quad Y_t = 8.50$$

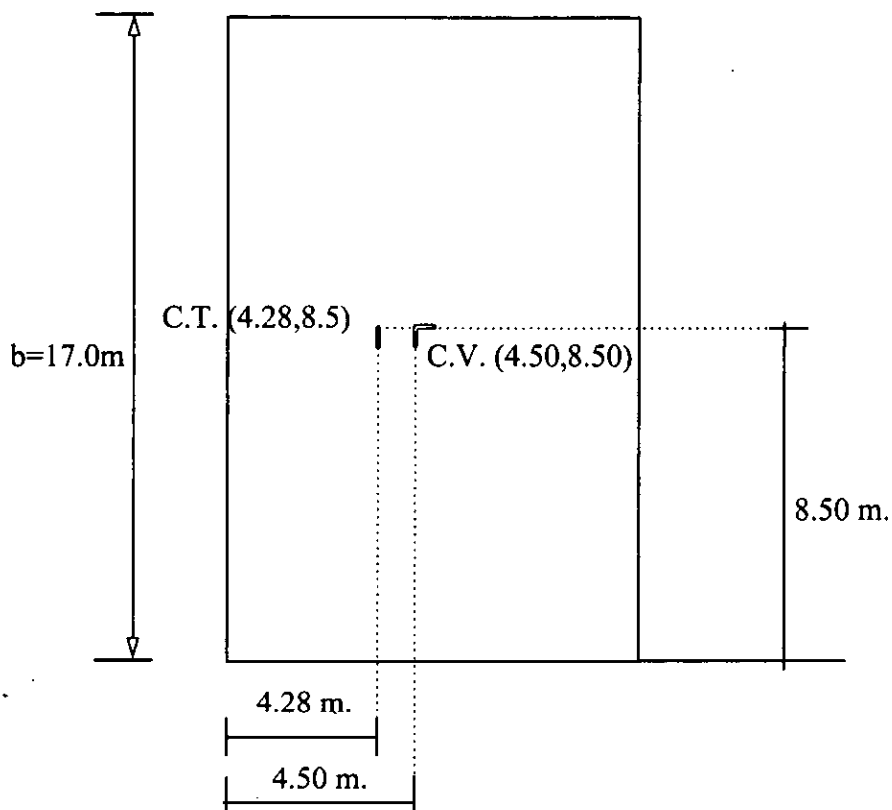
$$\text{C.T.:} (4.28\text{m}, 8.50)$$

Momento Polar de Inercia. (J)

$$J = 898.04 + 2431.83$$

$$J = 3329.87$$

Análisis en la dirección "X"



Excentricidad teórica calculada

$$e = |Y_v - Y_t|$$

$$e = 8.50 - 8.50 \quad e = 0.00\text{ m} \quad b = 17.0\text{ m}.$$

Excentricidades reglamentarias

$$e_1 = 1.5e + 10\% b$$

$$e_1 = 1.5 \times (0.00\text{ m}) + (0.10 \times 17.0\text{ m})$$

$$e_1 = 1.70\text{ m}$$

$$e_2 = e - 0.10b$$

$$e_2 = 0.00\text{ m} - (0.10 \times 17.0\text{ m})$$

$$e_2 = -1.70\text{ m}$$

Cortante directo

$$V_d = \frac{V}{\sum K_x} K_x$$

$$V_d = \frac{122.22 \text{ ton}}{67} K_x$$

$$V_d = 1.82 K_x$$

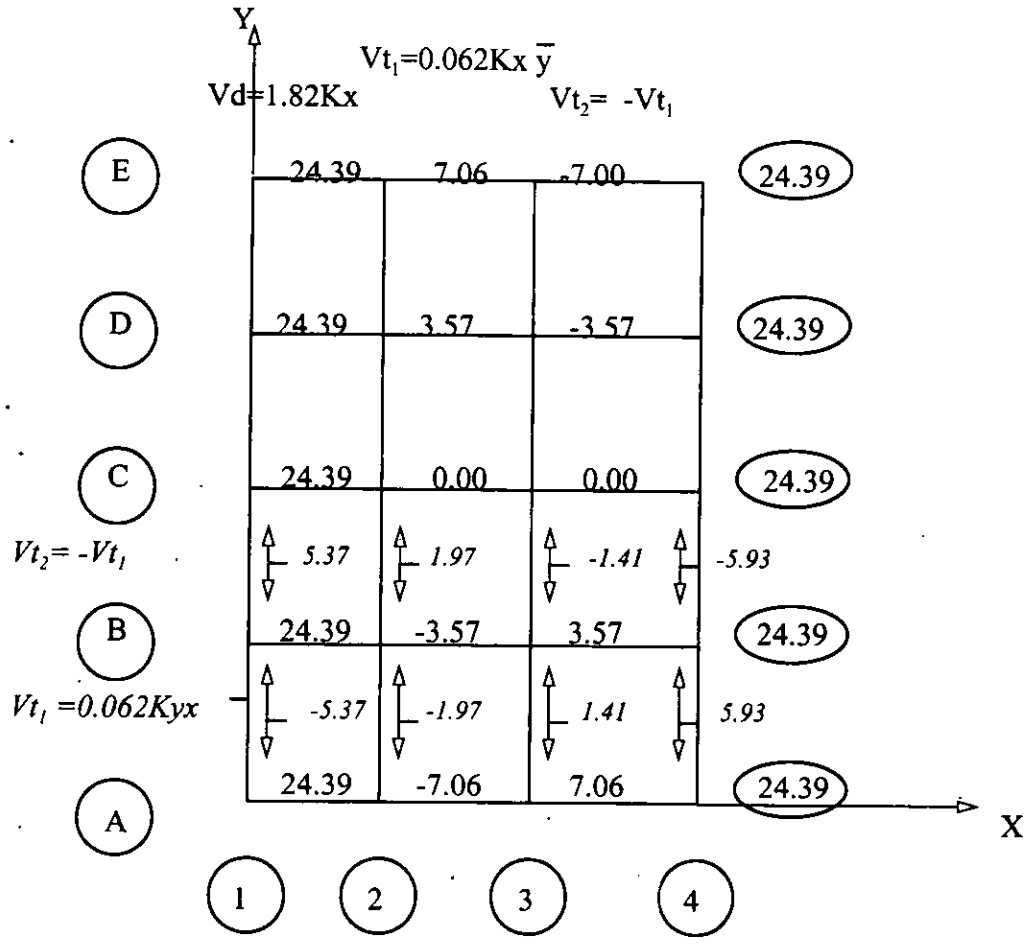
Cortante de torsión

$$V_{t_1} = \frac{V e_1}{J} K_x \bar{y}$$

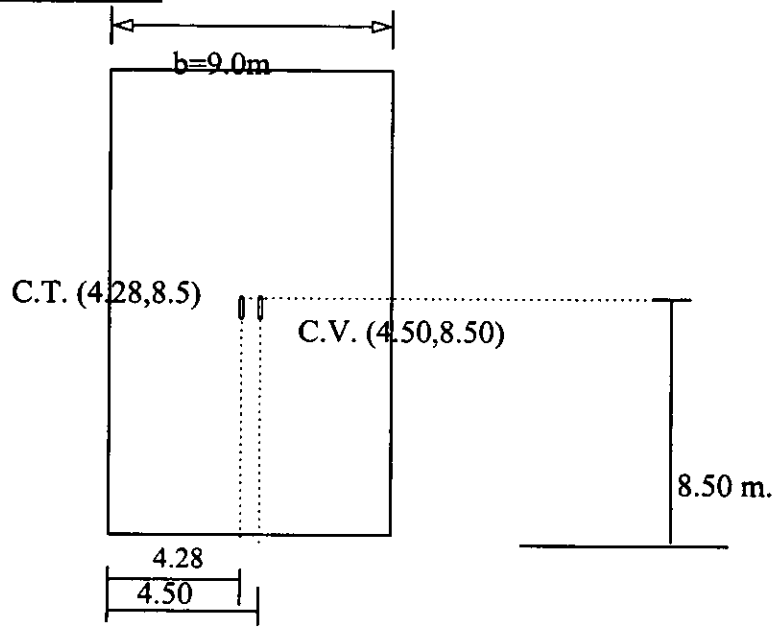
$$V_{t_1} = \frac{(122.22 \text{ ton}) \times (1.70 \text{ m})}{3329.87} K_x \bar{y}$$

$$V_{t_1} = 0.062 K_x \bar{y}$$

$$V_{t_2} = \frac{V e_2}{J} K_x \bar{y} = V_{t_1} \frac{e_2}{e_1} = V_{t_1} = \frac{-1.70}{1.70} = -V_{t_1}$$



Análisis en la dirección "Y"



Excentricidad teórica calculada

$$e = |X_v - X_t|$$

$$e = 4.50 - 4.28 \quad e = 0.22\text{m} \quad b = 9.0\text{m}.$$

Excentricidades reglamentarias

$$e_1 = 1.5e + 10\% b$$

$$e_1 = 1.5 \times (0.22\text{m}) + (0.10 \times 9.0\text{m})$$

$$e_1 = 1.12\text{m}$$

$$e_2 = e - 0.10b$$

$$e_2 = 0.22\text{m} - (0.10 \times 9.0\text{m})$$

$$e_2 = -0.68\text{m}$$

Cortante directo

$$V_d = \frac{V}{\sum K_y} K_y$$

$$V_d = \frac{122.22\text{ ton}}{81.0} K_y$$

$$V_d = 1.51 K_y$$

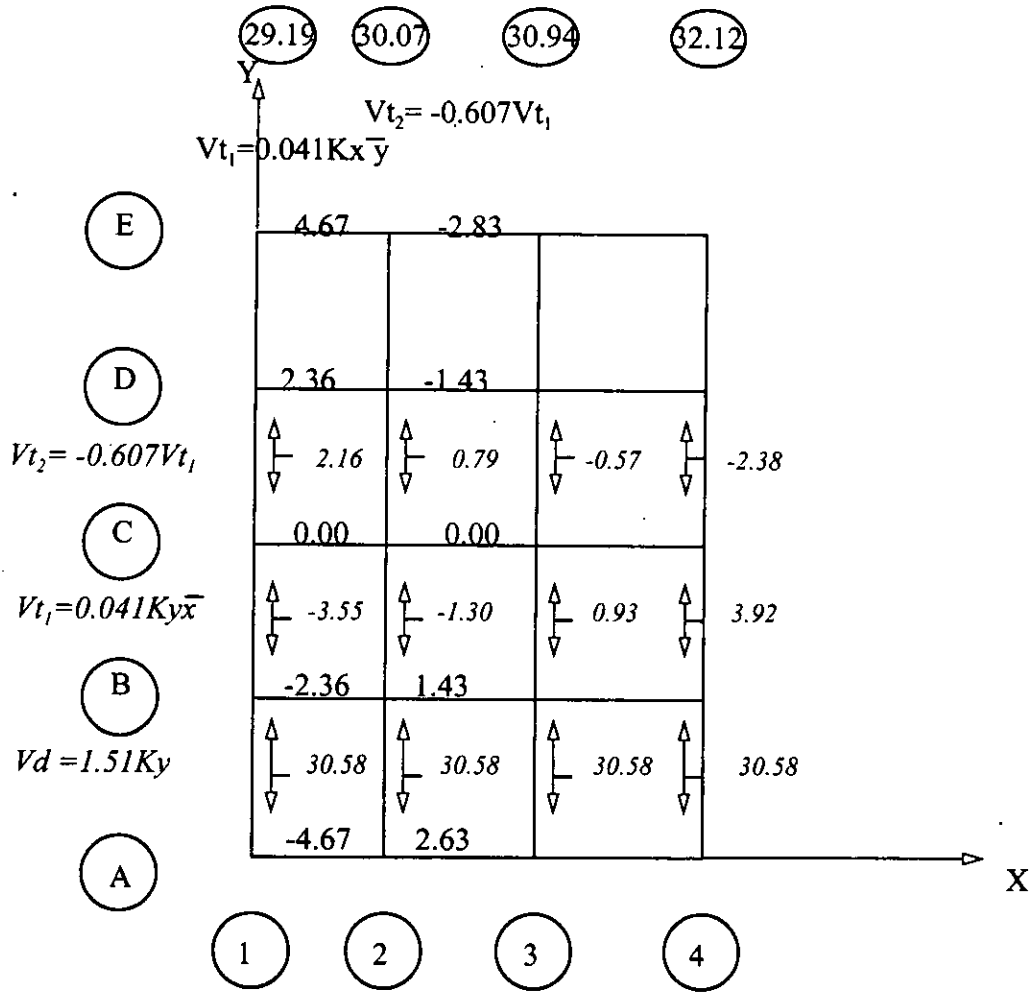
Cortante de torsión

$$V_{t_1} = \frac{V e_1}{J} K_y \bar{x}$$

$$V_{t_1} = \frac{(122.22\text{ton}) \times (1.12\text{ m})}{3329.87} K_y \bar{x}$$

$$V_{t1} = 0.041 K y \bar{x}$$

$$V_{t2} = \frac{V e_2}{J} K y \bar{x} = V_{t1} \frac{e_2}{e_1} = V_{t1} = \frac{-0.68}{1.12} = -0.607 V_{t1}$$

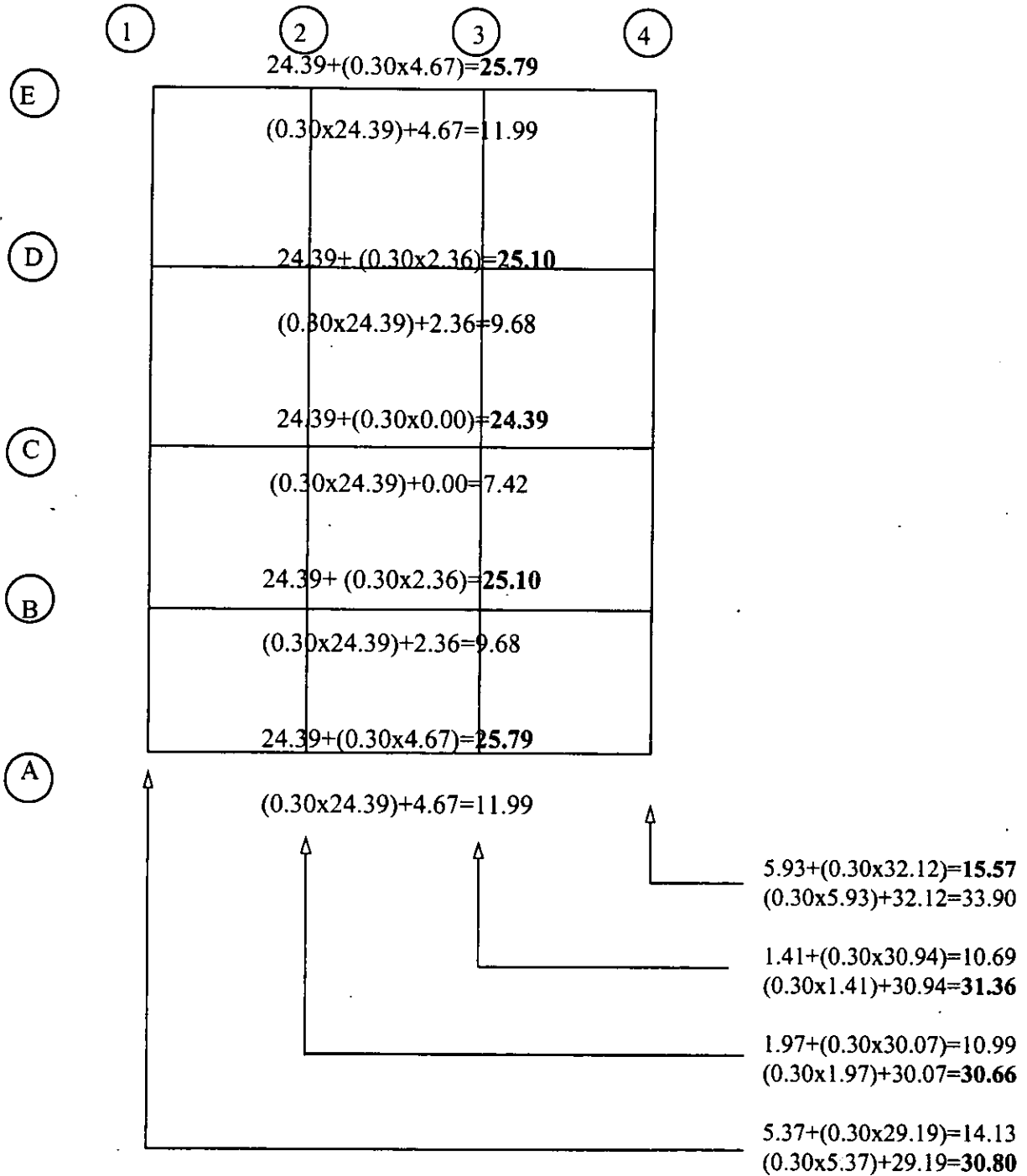


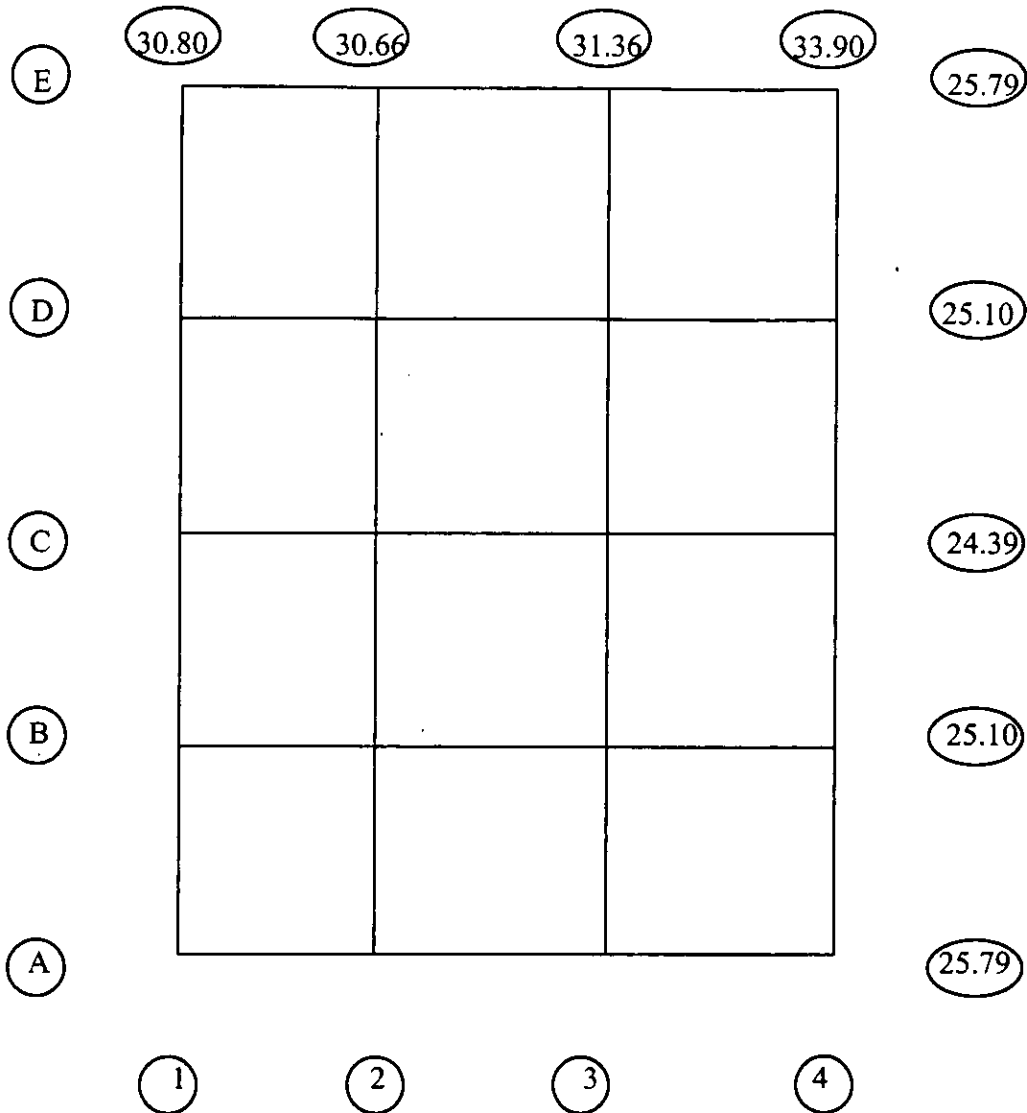
Combinación de Resultados

Dichas combinaciones se realizan sin signo, ya que el sismo es alternante

$V_x + 0.30 V_y$

$0.30 V_x + V_y$





Analizando los cortantes mas desfavorables en ambos sentidos tenemos:

$$\text{En "Y"} \quad V_{\text{columnas}} = 33.90 \text{ ton} / 5 \text{ columnas} = 6.78 \text{ ton}$$

$$\text{En "X"} \quad V_{\text{columnas}} = 25.79 \text{ ton} / 4 \text{ columnas} = 6.45 \text{ ton}$$

$$M_Y = (V_{\text{columnas}}) \times (h/2) \quad M = (6.78 \text{ ton}) \times (1.25 \text{ m.}) = 8.48 \text{ t.m.}$$

$$M_X = (V_{\text{columnas}}) \times (h/2) \quad M = (6.45 \text{ ton}) \times (1.25 \text{ m.}) = 8.06 \text{ t.m.}$$

Tomaremos el Momento mayor para calcular la sección de las columnas.

$$\text{Peso Total del Edificio} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

$$W_{\text{TOTAL DEL EDIFICIO}} = 153.74 \text{ ton} + (3 \times 152.5 \text{ ton}) = 611.24 \text{ ton.}$$

$$P_{\text{columna}} = ((W_{\text{TOTAL DEL EDIFICIO}}) / (\text{No de columnas}))$$

$$P_{\text{columna}} = ((611.24 \text{ ton}) / (20 \text{ columnas})) = 30.56 \text{ ton.}$$

5.14 Diseño de columnas

$$f'c = 200 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$f_y = 2530 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$f^*c = 0.80 f'c = (0.80 \times 200 \text{ Kg} / \text{cm}^2) = 160 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$f''c = 0.85 f^*c = (0.85 \times 160 \text{ Kg} / \text{cm}^2) = 136 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$m = ((f_y) / (f''c)) = ((2530 \text{ kg} / \text{cm}^2) / (136 \text{ Kg} / \text{cm}^2)) = 18.60$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times ((f''c / f_y) \times (4800 / 6000 + f_y))$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \times ((136 / 2530) \times (4800 / 6000 + 2530)) = 0.0227$$

Afectando el peso (P_{columnas}) y el Momento (M_V) por el factor de reducción F.R.=0.70

$$(P_{\text{columnas}}) / (0.7) = ((30.56 \text{ ton}) / (0.7)) = 43.66 \text{ ton.}$$

$$(M_V) / (0.7) = ((8.48 \text{ t.m.}) / (0.7)) = 12.11 \text{ t.m.}$$

$$M_U = \rho_{\text{máx}} f_y \left((1 - (\rho_{\text{máx}} m) / 2) \right) b d^2 \quad \text{Ⓜ}$$

Suponiendo una sección cuadrada $b=d$ y despejando "b" de la ecuación Ⓜ

$$b = ((M_U) / (\rho_{\text{máx}} f_y (1 - (\rho_{\text{máx}} m) / 2)))^{1/3}$$

$$b = ((12.11 \times 10^5 \text{ Kg.cm}) / (0.0227 \times 2530 \text{ Kg/cm}^2 \times (1 - (0.0227 \times 18.60) / 2)))^{1/3}$$

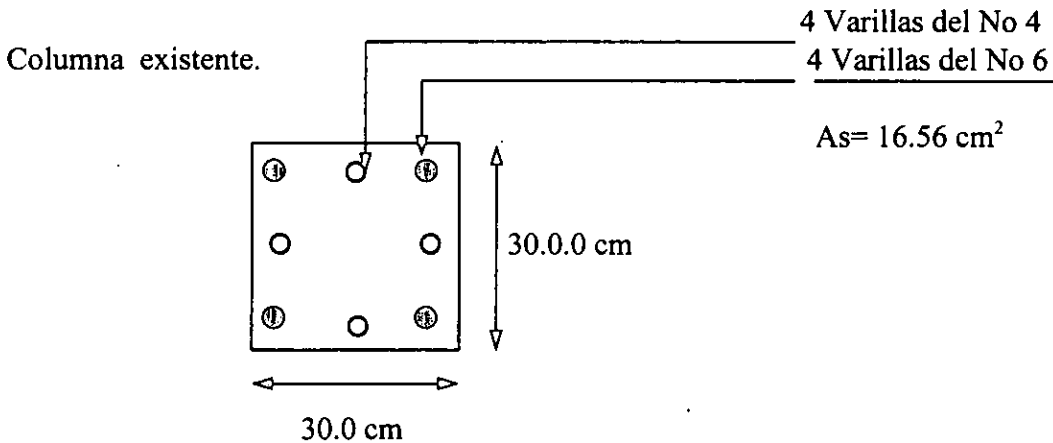
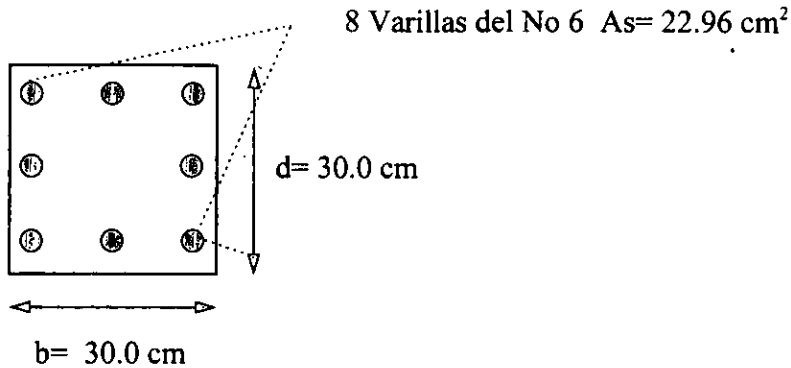
$$b = 29.90 \text{ cm.} \approx 30.0 \text{ cm.}$$

Cálculo del Área de Acero.

$$A_s = \rho_{\text{máx}} b d$$

$$A_s = (0.0227 \times 30 \times 30) = 20.43 \text{ cm}^2$$

$$\text{Proponiendo 8 Varillas del No 6 } \odot \dots\dots\dots = 22.96 \text{ cm}^2$$



En base al análisis sísmico estático se puede apreciar que la sección de columna diseñada, es igual que la sección existente en el edificio, sin embargo el área de acero es menor en relación a la calculada, razón por la cual nos hace suponer que el edificio puede presentar daños estructurales, e inconvenientes para las personas que lo habitan, al igual que para construcciones alledañas, en el caso de que ocurriese un evento sísmico.

Por miles de años, la mampostería se ha empleado en construcciones que protegen a los pueblos y sus bienes. Con diferentes modalidades en su uso y con materiales distintos, la construcción de mampostería permanece hasta nuestros días como uno de los sistemas constructivos más usados en países con antigua historia o con desarrollo tecnológico moderado o bajo.

A lo largo de estos años, las estructuras de mampostería han sufrido el embate del intemperismo y las acciones de fenómenos naturales. Los sismos han sido, probablemente, los responsables del mayor número de fallas, entendidas como colapsos o derrumbes de estructuras de mampostería.

Especialmente sensibles han sido las fallas de viviendas y residencias, que han causado un gran número de muertes.

Desastres como éstos han llevado a países, como el Japón, por ejemplo a abandonar, incluso prohibir, la construcción con mampostería. Así, la mampostería ha cedido el paso a materiales como el concreto reforzado y el acero estructural. En contraste en otros países se han adoptado soluciones de refuerzo y confinamiento que han mejorado la capacidad resistente de la mampostería, haciéndola un material apto para ser usado en zonas sísmicas. El buen desempeño de estructuras de mampostería ante sismos en Europa y América Latina constituye un ejemplo que robustece la afirmación anterior.

En México la mampostería confinada (en la cual los muros de mampostería son rodeados o confinados por elementos de concreto reforzado de pequeña sección transversal, los muros pueden estar reforzados horizontalmente en la hilada o no.), es el tipo más usado en la construcción de viviendas y edificios nuevos. Sin embargo, existe un enorme inventario de viviendas de mampostería simple (de adobe, por ejemplo) ubicado en estados del país, con alto o moderado peligro sísmico; estas estructuras son altamente vulnerables.

La resistencia a compresión del tabique o bloque es una de las características estructurales más importantes. Se ha encontrado que los resultados de ensayos a la compresión sólo son comparables si las piezas son del mismo tipo, y que la resistencia a la compresión es afectado por el confinamiento lateral que ejercen los cabezales de la máquina universal o de pruebas. En general, este confinamiento depende de la relación de esbeltez de la pieza (altura/ anchura menor) y del material empleado en la fabricación de la pieza¹⁵.

¹⁵ SERGIO M. Alcocer.. Estructuras de Mampostería. Comportamiento Sísmico. pp. 38-40

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE INSTALACIONES IMPORTANTES.

6.1 Central telefónica.

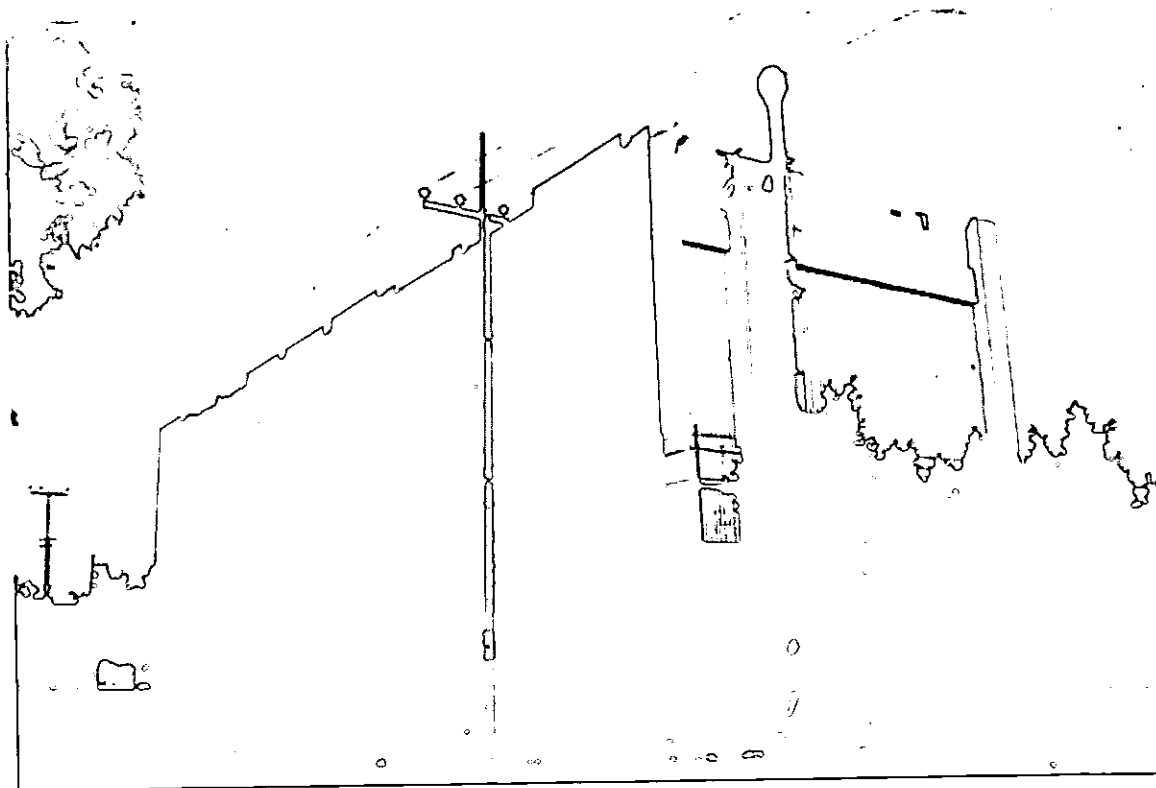
La central telefónica se ubica en el perímetro del municipio, en lo que es la Av. Bordo de Xochiaca y la calle Valle de los Remedios.

El objetivo de la central es servir de puente y apoyo para la entrada y salida de llamadas al municipio.

Dicha estructura como se aprecia en la fotografía, es una estructura maciza, de concreto reforzado, con una altura aproximada de 8.0 metros de altura, columnas rectangulares de sección aproximada de 50x70 cm. La forma de la estructura es rectangular, de 30m. de largo por 15 m. de ancho.

En forma general este tipo de estructuras se encuentra en muy buen estado, y bien diseñado por lo que no presenta riesgos en caso de sismo. Es importante mencionar que la distribución de líneas telefónicas se hace a través de postes de madera, y en forma subterránea. Esto trae algunos inconvenientes como lo es: que algunos postes se encuentren flojos y agrietados por el impacto de vehículos, o bien por el paso del tiempo, lo cual puede ocasionar la caída, provocando graves accidentes en caso de sismo.

Fotografía de la Central Telefónica. (ver plano 6.A)



6.2 Central de bomberos.

En caso de algún siniestro el municipio cuenta con sólo una central de bomberos, la cual se encuentra fuera de la zona de estudio, sobre la Cuarta Avenida y calle 22.

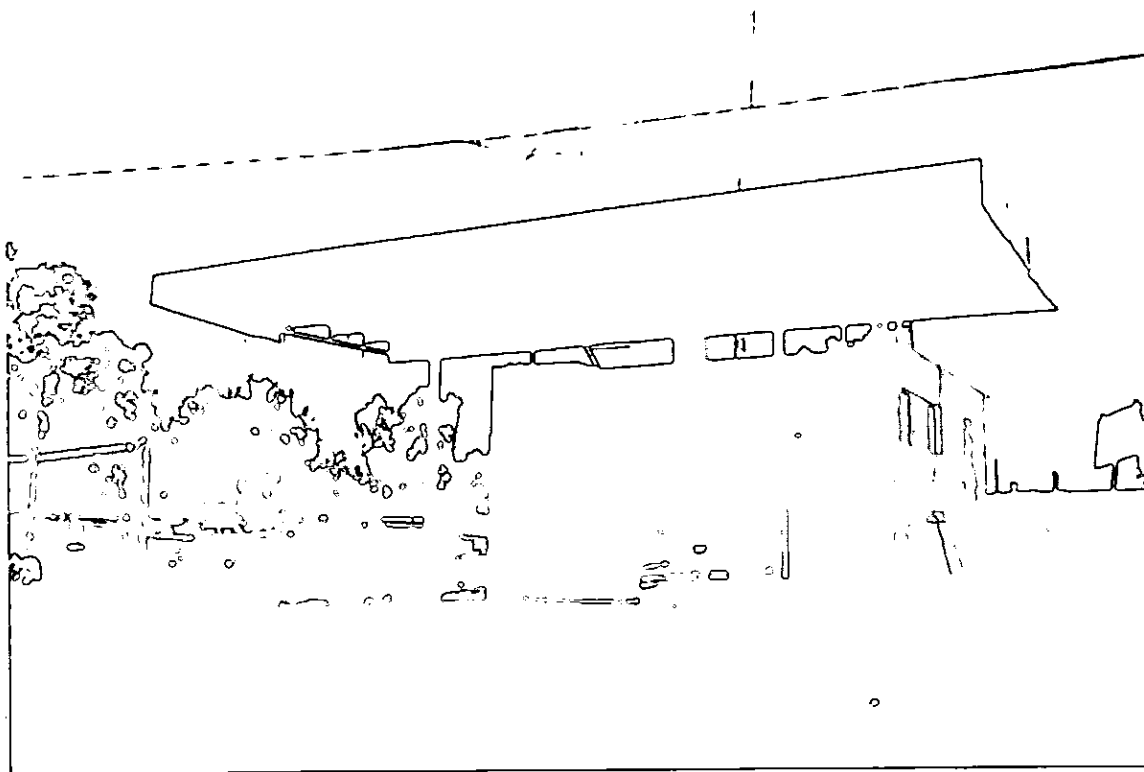
La infraestructura de la central de bomberos es la siguiente:

- o 3 Camiones.
- o 3 Motobombas.
- o 2 Camionetas
- o 3 Motos
- o 1 Patrulla.
- o Un tanque cisterna con toma directa de la red, con capacidad de 50,000 litros.

El personal con que cuenta la central es de 28 bomberos.

Para la población de Ciudad Nezahualcóyotl y su grado de desarrollo económico, esta central resulta insuficiente para dar servicio, en caso de sismo u otro siniestro, ya que las carencias son grandes en lo referente a equipo el cual es ya obsoleto y el personal que resulta insuficiente para cubrir una ciudad tan grande. A pesar de que esta central se apoya en los municipios y delegaciones cercanas resulta insuficiente este apoyo, debido a las grandes distancias que tienen que cubrir. (ver plano 6.A)

Fotografía donde se muestra la Central de Bomberos.



6.3 Distribución de la energía eléctrica.

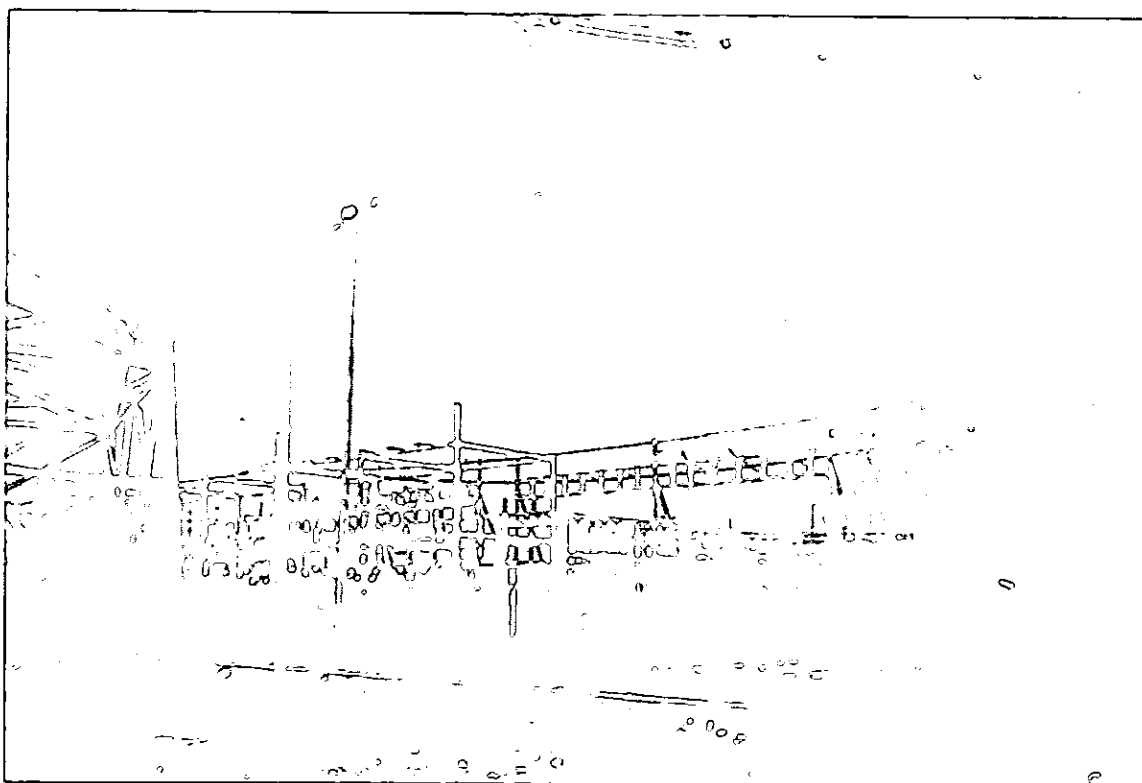
La energía eléctrica que llega al municipio proviene de la Subestación "Aurora" ubicada en el municipio de Chimalhuacán, la cual se alimenta de la hidroeléctrica de Necaxa.

De la subestación Aurora se transmite esta energía a través de torres de alta tensión, las cuales se encuentran a lo largo del canal y el Bordo de Xochiaca, y llega a la Subestación de apoyo "Nezahualcóyotl" ubicada en el Bordo de Xochiaca, Esquina con calle Vergelito.

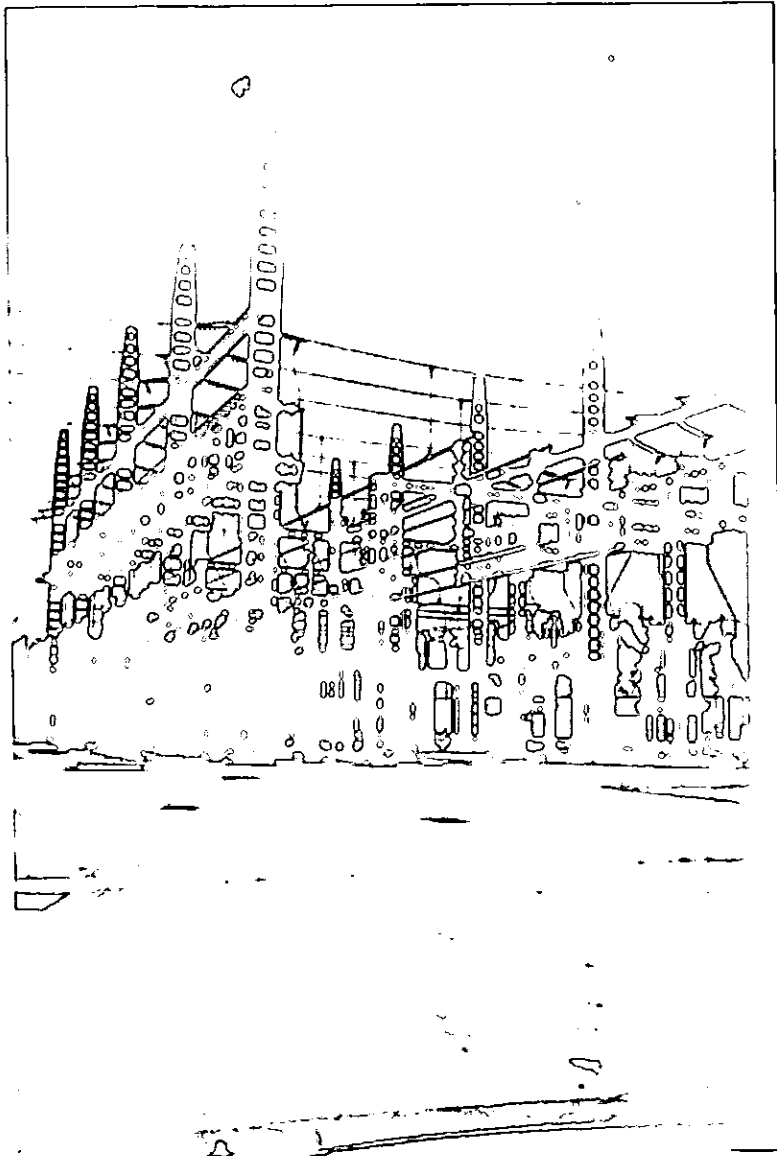
En la subestación de apoyo "Nezahualcóyotl" la energía es recibida por los alimentadores, y se distribuye en forma subterránea a un sistema de posteo cuya función es distribuir y alimentar a toda la red de postes los cuales alimentan directamente a los predios. (Ver Plano 6.A)

Las instalaciones de esta subestación son estructuras muy ligeras que tienen solicitaciones sísmicas bajas por lo que no existen peligros importantes siempre y cuando dichas instalaciones reciban un mantenimiento adecuado.

En la siguiente fotografía se muestra las instalaciones de la subestación "Aurora"



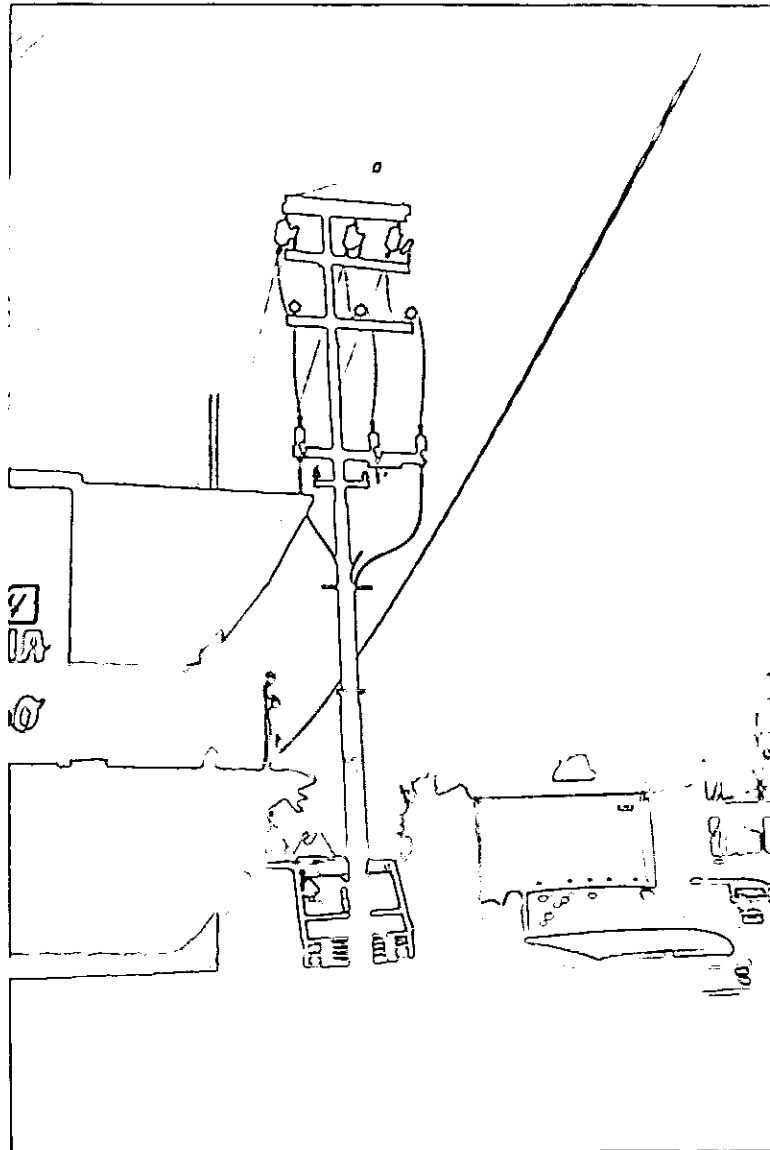
Fotografía donde se muestra las instalaciones de la subestación de apoyo “Nezahualcóyotl”.



Podemos apreciar que cuenta con estructuras metálicas esbeltas de 10.0 metros de altura de aproximadamente de 40 cm. de sección, empotradas en bases de concreto.

Podemos apreciar que se encuentran rodeadas de un gran patio, por lo que en caso de sismo es difícil que puedan provocar problemas a la comunidad que vive alrededor de ella.

Se puede observar que la energía que sale de forma subterránea directamente al poste disminuye su voltaje a través del transformador.



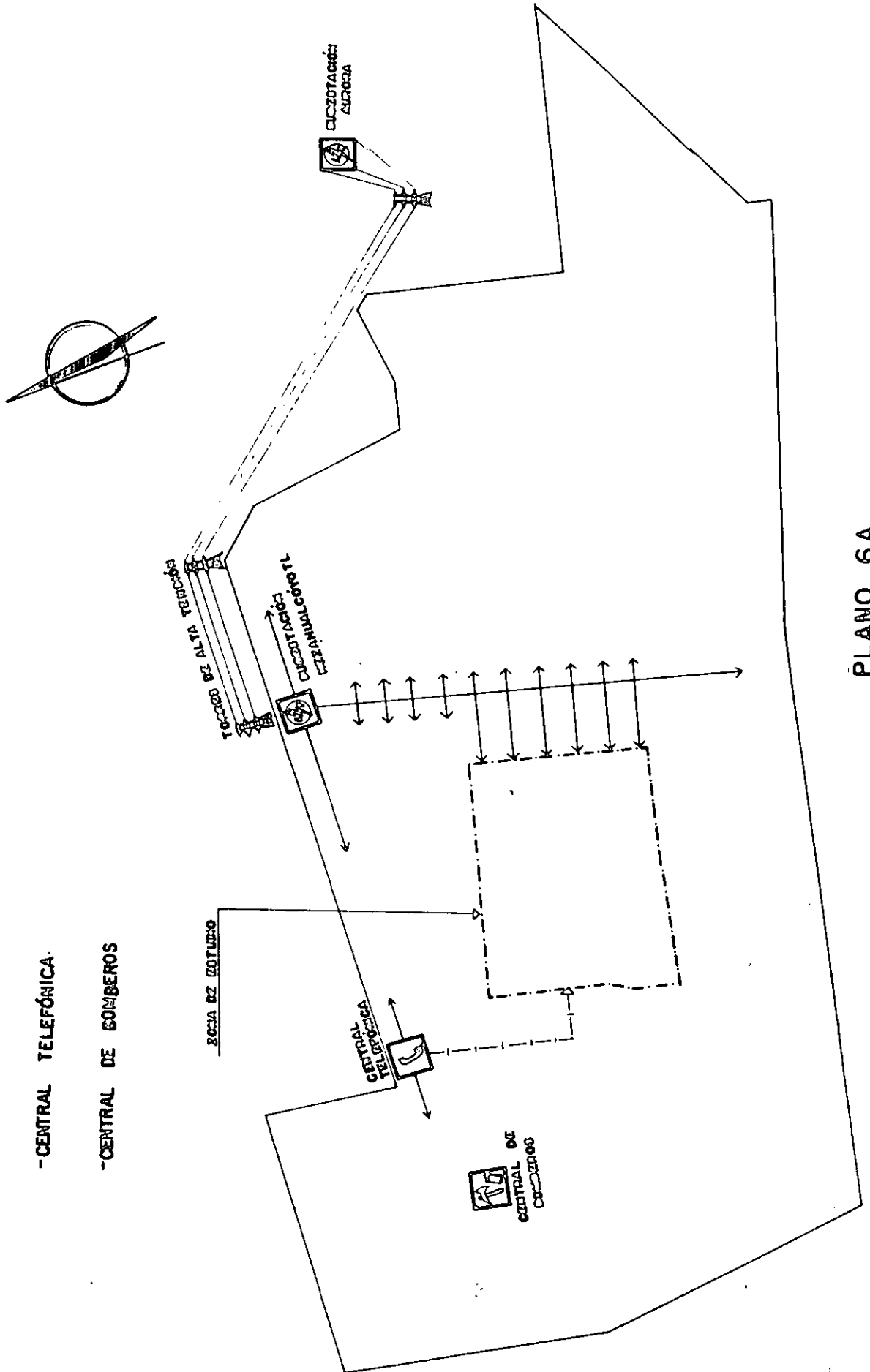
Los dispositivos para la distribución local de la energía son por lo general precarios, por lo que pueden generar problemas durante un sismo por caída de transformador, desplome de postes o desprendimiento de cables. Estos problemas generarían daños locales pero de cualquier modo deben de ser objeto de medidas correctivas para prevenir esos daños.

CIUDAD DE NEZAHUALCÓYOTL

-DISTRIBUCION DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

-CENTRAL TELEFÓNICA

-CENTRAL DE BOMBEROS



6.4 Instituciones de salud pública.

De acuerdo con el Anuario Estadístico del Estado de México (1995), en Nezahualcóyotl las diferentes instituciones de seguridad social, como el IMSS, ISSSTE, ISSEMyM, ISEM y DIF, atienden cada año a un total de un millón 694 mil 427 consultas externas, 73, 847 consultas especializadas, 117 mil 956 urgencias y 165 mil 216 odontológicas en las siguientes instalaciones¹⁶ :

INFRAESTRUCTURA DE SALUD.

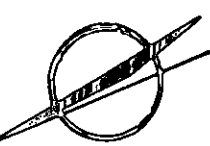
- 1 Clínica Materno Infantil
 - 2 Hospitales Generales del ISEM
 - 17 Centros de Salud del ISEM
 - 1 Clínica del ISSEMyM
 - 4 Unidades de Medicina Familiar del IMSS
 - 2 Clínicas del ISSSTE
 - 2 Clínicas dentales UNAM
 - 1 Clínica Mexfam
 - 1 Centro de Integración Juvenil
 - 2 Albergues para drogadictos Anónimos
-

En forma general podemos decir que estas estructuras presentan una calidad satisfactoria de construcción y detalles estructurales que indican que se trata de construcciones realizadas con tecnología ingenieril, por lo que se estima que no corren el riesgo de verse en peligro en caso de sismo.





Cabe mencionar que si Ciudad Nezahualcóyotl se viese afectada por un movimiento telúrico importante, a raíz del cual fuese necesario contar con servicios médicos, las instalaciones enlistadas arriba serían insuficientes porque no se cuenta con hospitales de gran capacidad que puedan brindar ayuda a toda la comunidad y sería necesario contar con el apoyo de los servicios médicos de municipios y delegaciones cercanas. En el plano 6.B sólo están indicados las instalaciones más importantes para la comunidad en caso de sismo.

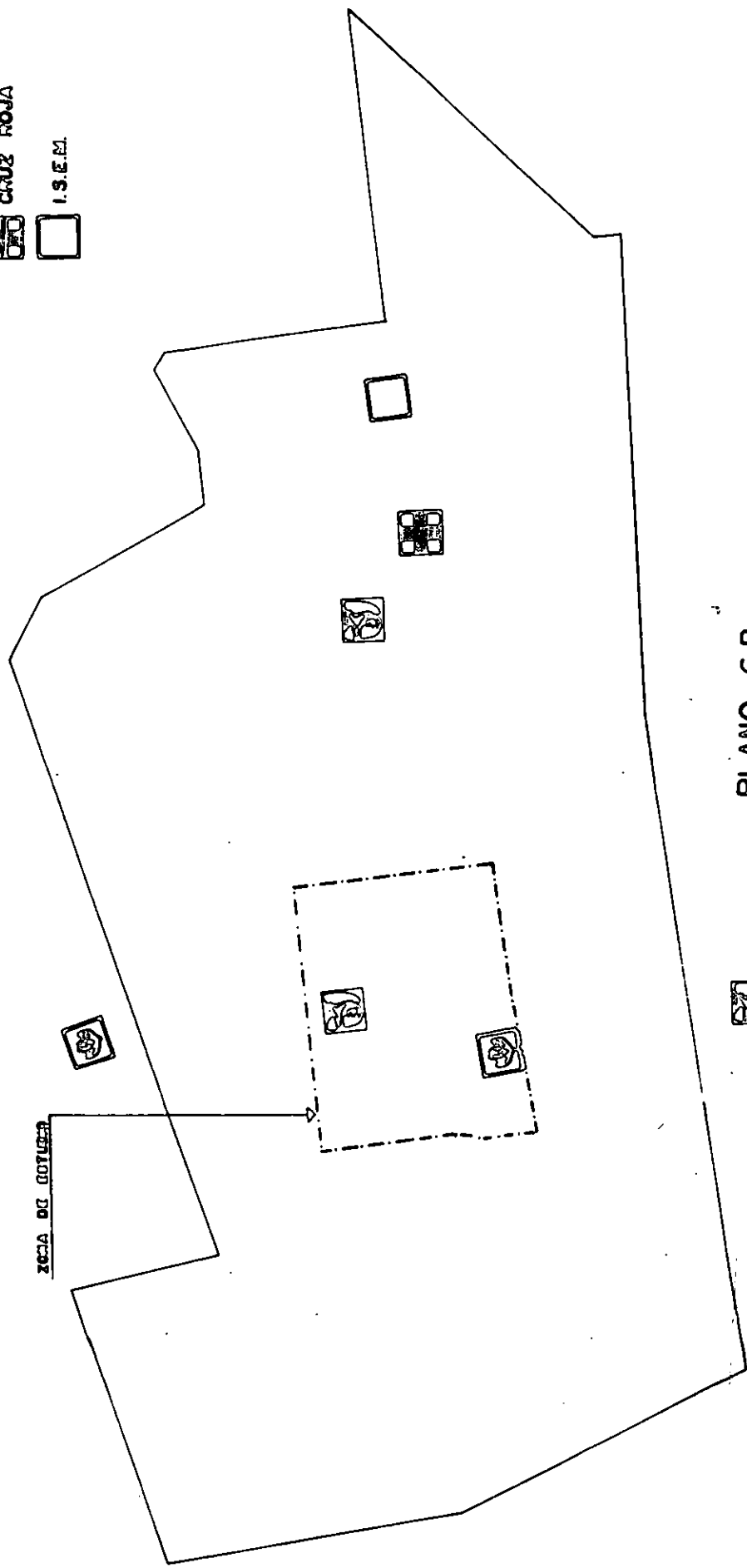
¹⁶ JAVIER gutierrez zavalá, JUAN ANTONIO garcía . Salud. p.15

INSTITUCIONES DE SALUD PÚBLICA
CIUDAD DE NEZAHUALCOYOTL

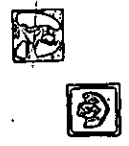


SIMBOLOGIA

-  I.S.S.S.T.E.
-  I.M.S.S.
-  CRUZ ROJA
-  I.S.E.M.



PLANO 6.B



CAPITULO VII

ANÁLISIS DE LÍNEAS VITALES

7.1 Líneas vitales.

Se define como línea vital a cualquier sistema cuyo funcionamiento resulte fundamental para la vida de una población. Por ejemplo los sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Los de Alcantarillado, los sistemas de Comunicación y Transporte, los sistemas de Generación y Distribución de Energía y finalmente los sistemas de acopio y distribución de víveres.

La importancia del buen estado de las líneas vitales es una prioridad para cualquier ciudad, dada la importancia, de las mismas y como parte de la infraestructura encargada de proveer de servicios indispensables a la comunidad.

Dicha importancia se basa en el hecho de que después de la ocurrencia de un sismo de considerable magnitud, las líneas vitales deben estar funcionando en forma óptima para que la ciudadanía siga realizando sus principales actividades.

Por su importancia destacan: el sistema de abastecimiento de agua potable, y el sistema de alcantarillado, los cuales son indispensables para la salud, y si se vieran afectados se producirían diversas enfermedades.

En lo que se refiere a los accesos viales, es responsabilidad del municipio mantener todas las vías de acceso y salida en buenas condiciones, esto con el fin de mantener una comunicación con los municipios y delegaciones adyacentes que pudiesen brindar apoyo, en caso de que se necesitara.

7.2 Análisis de líneas vitales

7.2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable en Ciudad Nezahualcóyotl.

En Nezahualcóyotl la red de agua potable cuenta con una infraestructura de 8 pozos federales, que opera directamente el municipio a través del Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS), con un caudal promedio de 800 litros por segundo, más de 2 mil 700 que proporciona la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) por medio de pozos federales y estatales.

Es decir, en las 86 colonias del municipio se recibe un total de 3500 litros de agua por segundo.

El líquido se reparte en edificios públicos federales, estatales y municipales, como lo son: La Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl (UTN), hospitales e inclusive los reclusorios de la ciudad. Lo que hace un total de 782 edificios públicos, más 179 mil tomas en la ciudad, de las cuales 143 mil son domésticas, 26 mil 700 comerciales y ocho mil 900 industriales¹⁷.

El sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de Nezahualcóyotl se realiza de la siguiente manera:

¹⁷ ALEJANDRA Sánchez Ramos. ¿Sabes de dónde proviene el agua que consumimos?. En Revista: Neza Hoy. No 3 Revista del Ayuntamiento Abril 98 pp. 1-2

a).-Extracción de agua de 8 pozos.

Estos pozos se encuentran ubicados dentro del municipio y el gasto extraído se destina únicamente para uso del mismo.

<i>NOMBRE DEL POZO</i>	<i>GASTO (l.p.s)</i>	<i>UBICACIÓN.</i>
NEZA 3 VILLADA	100.00	Av. V.Villada entre Av. Texcoco e Indio Triste.
NEZA 4 SOR JUANA	138.00	Av. Sor Juana Inés de La Cruz, entre Av. Texcoco e Indio Triste.
NEZA 5 BONDOJITO	150.00	Calle Bondojito Esquina con Av. Texcoco.
NEZA 7 SIFÓN.	116.00	Av. V. Villada y Calle Sifón.
NEZA 8 ESCALERILLAS	105.00	Av. Sor Juana Inés de la Cruz y Calle Escalerillas.
303 AV. CHIMALHUACÁN.	76.20	Av. Chimalhuacán Esquina con Calle 17.
329 TEPOZANES.	95.00	Av. Tepozanes y Circuito Rey Neza.
330 LA CIGARRA.	100.00	Calle Cigarra y Circuito Rey Neza.

b).-Alimentación a la red del municipio, mediante fuentes externas.

Debido al aumento de la población en los últimos años, fue necesario que existiera una alimentación de fuentes externas para poder cubrir las demandas de agua de los habitantes, las cuales son:

- **Tanque Superficial La Caldera** con capacidad para 25, 000 metros cúbicos, de concreto reforzado, dicho tanque se encuentra fuera del municipio a un costado de la salida a la carretera México Puebla. La conducción del gasto de este tanque se realiza a través de una tubería de acero de 42 pulgadas de diámetro, la cual se conecta sobre la red primaria del municipio que es de Asbesto-Cemento de 36 pulgadas a la altura de la Av. Villada y Texcoco.
- **Planta Pantitlán** Ubicada a un costado del municipio en el Distrito Federal, abastece aproximadamente de 147 l.p.s. a la estación de Rebombeo que se encuentra en Av. Pantitlán y Av. José del Pilar.
- **Otros pozos.** Estos se encuentran ubicados en Los Reyes, Chimalhuacán, y Texcoco. Su aportación es menor en relación a los ocho principales, y a las otras dos fuentes externas.

c).-Rebombeos.

Cabe señalar que uno de los problemas que afecta el funcionamiento óptimo de la red en Nezahualcóyotl es que el terreno es plano, y la presión del agua no es suficiente para llevar el agua a los puntos más alejados de la red, por lo que es necesario rebompear el agua.

Los Rebombeos que se hallan en el Municipio son:

- Rebombeo Zaragoza. Ubicado sobre Av. Pantitlán y Av. José del Pilar.
- Rebombeo Carmelo Pérez.

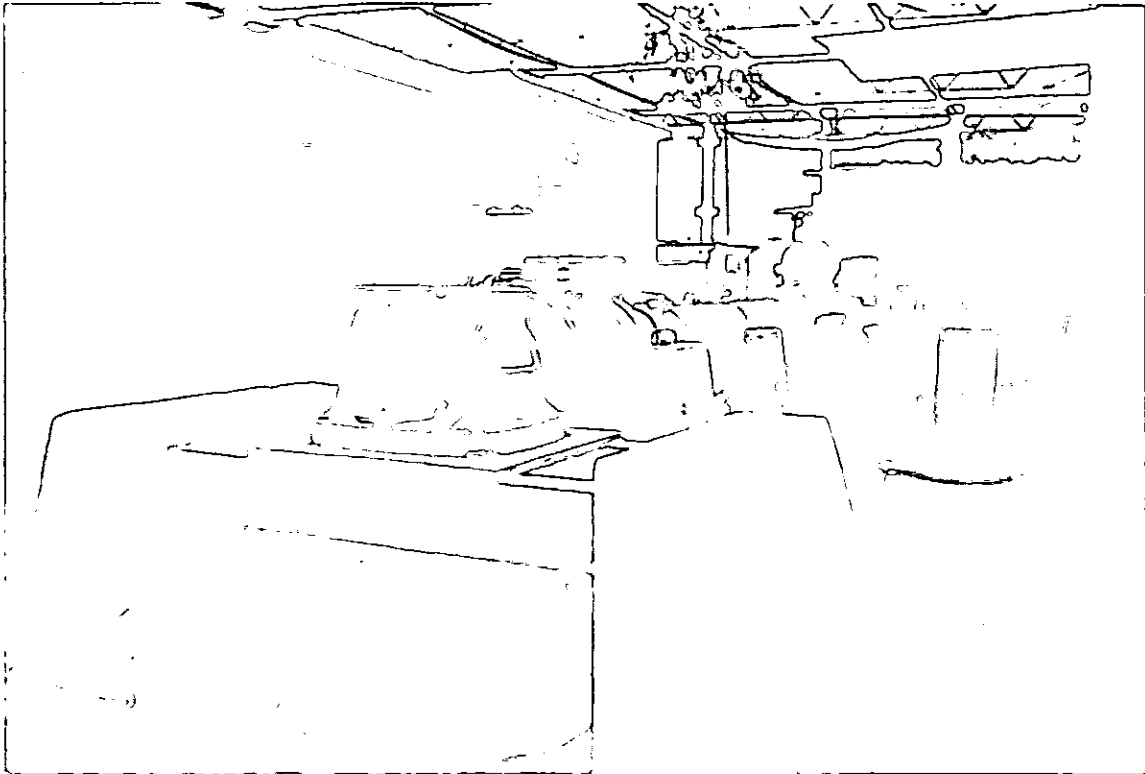
En Cd. Nezahualcóyotl se vive un gran problema debido a que la Comisión Nacional de Agua (CNA) y CEAS suministran el vital líquido para un millón 300 mil habitantes, según lo registrado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), mientras que la población real que se estima en el municipio es de casi 3 millones de habitantes.

Es importante mencionar que el sistema en su periodo de construcción no tuvo una buena supervisión, ya que nunca se realizó un proyecto integral de agua potable además de que ha sufrido constantes adaptaciones, y reparaciones, ello debido al incremento de la población, y a la insuficiencia presupuestal de las diferentes administraciones públicas para solucionar dichos problemas, lo cual ha provocado que exista una desorganización total, en cuanto a la distribución del agua, y a saber en forma confiable que red se abastece de determinado pozo. Todo estas causas son el origen de que haya perdidas físicas de hasta un 60 %.

La falta de mantenimiento del sistema lo hace altamente vulnerable a los efectos sísmicos, como se puso de relieve en los terremotos de 1985 en los que aproximadamente la mitad de la población del área conurbada de la Ciudad de México se vio privada del agua por fallas de válvulas y otros dispositivos de control. La situación se ha agravado desde la ocurrencia de ese sismo, y es posible que una interrupción de la distribución de agua potable en Cd. Nezahualcóyotl sea el problema más grave que haya que afrontar ante un terremoto eventual.

La falta de agua a parte de causar molestias personales a los habitantes y obstáculos a los sistemas productivos propiciaría la difusión de enfermedades gastrointestinales (ver plano 7.2.1)

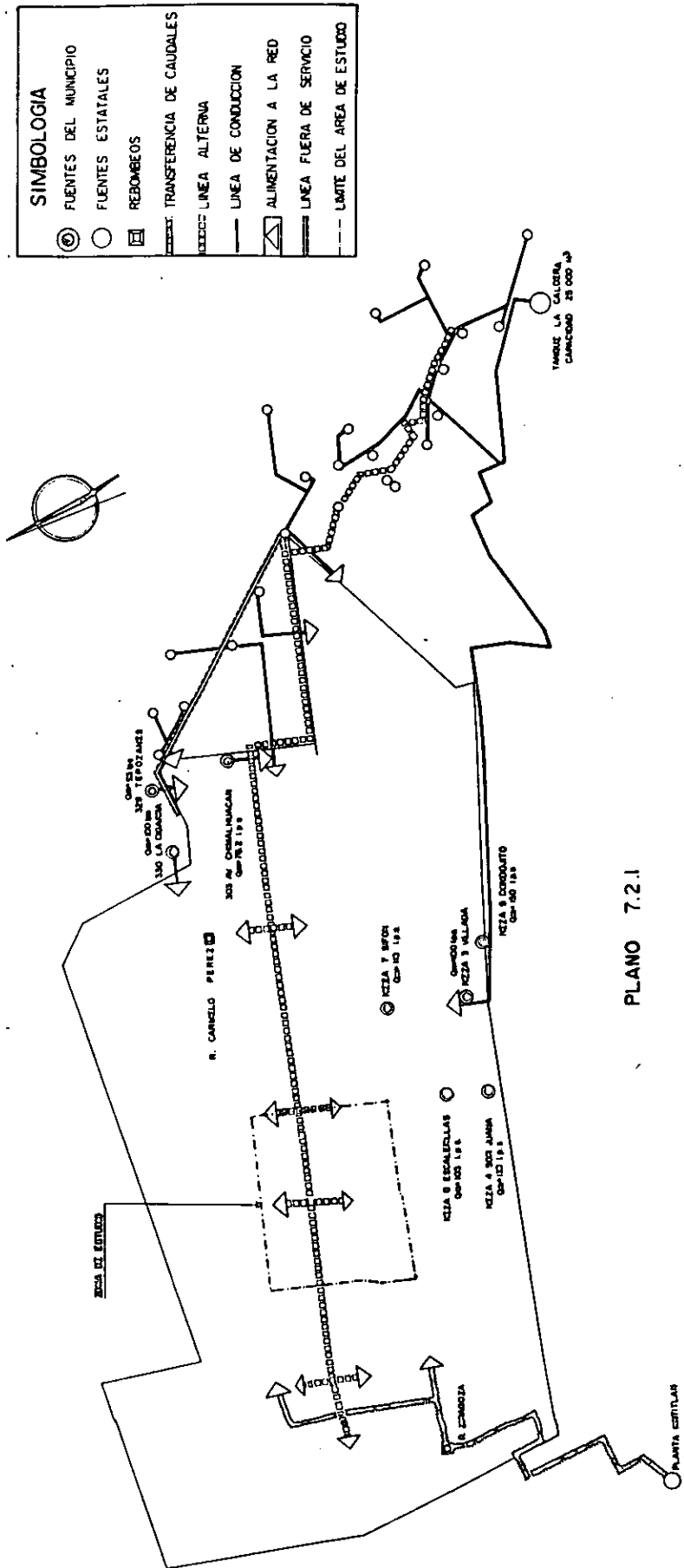
A continuación se muestra la fotografía del pozo Neza 3 Villada.



La profundidad del pozo es de 200 a 250 metros. El tratamiento que se le da al agua consiste únicamente en aplicación de cloro, el cual es inyectado, a la tubería y mandada directamente a la red. Sin embargo el municipio a través de ODAPAS¹ debe de ser más cuidadoso en este sentido, ya que la salud de la ciudadanía no tiene precio

¹ ODAPAS : Organismo Descentralizado de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Cd. Nezahualcóyotl.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN
CIUDAD DE NEZAHUALCOYOTL EDO. DE MEX.



PLANO 7.2.1

7.2.2 Sistema de alcantarillado sanitario en Ciudad Nezahualcóyotl.

Antecedentes.

Las obras de desagüe de la cuenca de México mediante el túnel de Tequisquiac, realizadas a principio del siglo XX aceleraron el proceso de desecación del Lago de Texcoco, reduciéndose su área de embalse.

La tierra desecada sobre la porción próxima a la carretera de Puebla comenzó a servir de asiento para personas que construían viviendas con materiales precarios, pero hacia el año de 1933, la corriente migratoria se incrementó surgiendo algunas colonias por los rumbos de la Paz, Chimalhuacán y Ecatepec.

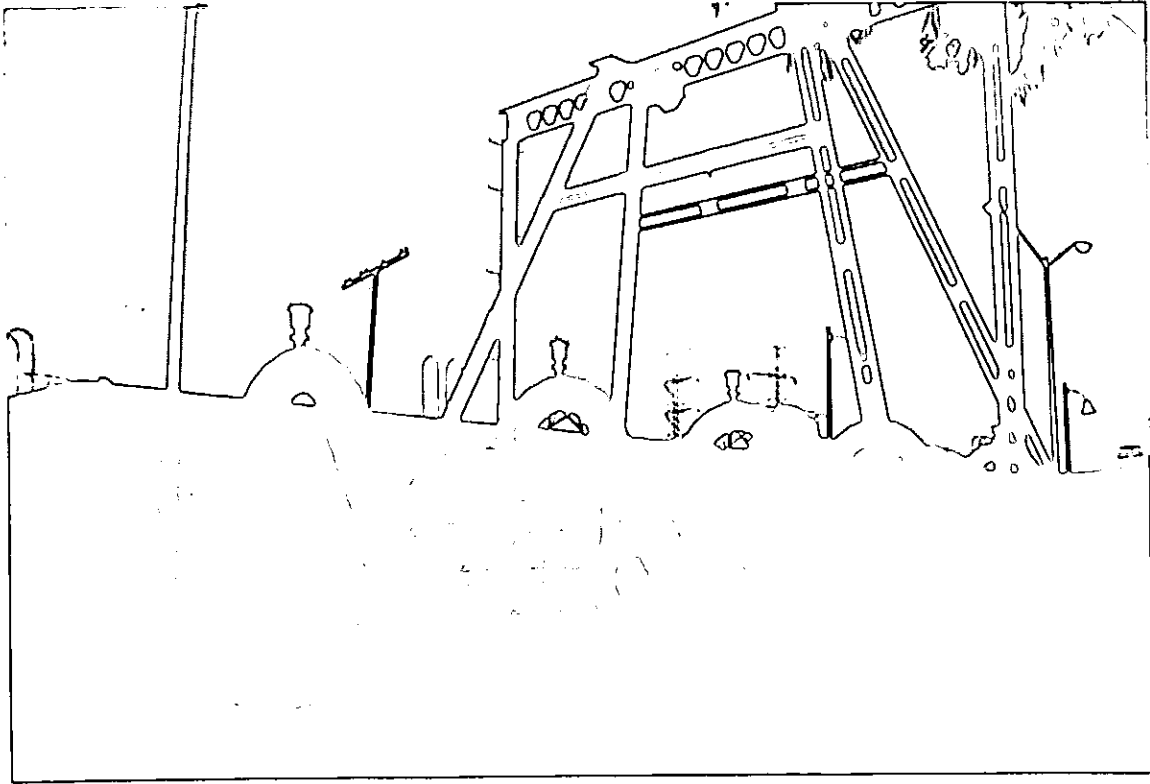
La construcción del Bordo de Xochiaca cuya función era impedir inundaciones en caso de elevarse el nivel de las aguas de lo que quedaba del lago, propició y estimuló la afluencia de pobladores hacia la zona, lo que vendría a coincidir con disposiciones político-administrativas de los funcionarios del entonces Gobierno Federal.

Situación Actual.

Para el desalojo del volumen diario de aguas residuales, existen 10 cárcamos de bombeo con mas de 25 años de antigüedad, ocho de ellos se ubican en la Zona Oriente, de los cuales tres descargan al Río de la Compañía y el resto al Dren Xochiaca. Estas aguas producto del consumo humano, lavado de coches, y aportación de lluvia, representan la aportación de aguas negras de un 75% de la dotación de agua potable, considerando que el 25 % restante se consume antes de llegar a las atarjeas, el sistema se ha deteriorado, a través de los años, debido también al incremento de la población. Estas circunstancias han originando que el municipio cuente con un sistema de alcantarillado incapaz de desalojar las aguas residuales sobre todo en época de lluvias, generando inundaciones sobre todo en Avenidas principales como: Av. Vicente Villada, en donde actualmente se construye una descarga de aguas negras y pluviales del cárcamo Vicente Villada al Dren Xochiaca. Las características de esta obra son las siguientes:

- o Descarga del cárcamo al tanque de transición (tubería de acero).
- o Emisor de concreto reforzado.
- o Tanque de transición con capacidad de 538.0 metros cúbicos.
- o Rehabilitación electromecánica del cárcamo (1.25 H.P.)

En la presente fotografía podemos apreciar el Cárcamo de bombeo que se encuentra en Av. Vicente Villada.



El sistema de alcantarillado funciona de la siguiente manera:

1. Del albañal se recoge las aguas del interior de los predios y se manda a las atarjeas.
2. Una vez en las atarjeas las aguas residuales son entregadas a los subcolectores.
3. A su vez, de los subcolectores, se manda a los colectores, los cuales se encuentran ubicados en las principales avenidas perpendiculares al bordo de Xochiaca.
4. Posteriormente de la llegada de los colectores a los cárcamos que se encuentran ubicados en el Bordo de Xochiaca, el agua residual es bombeada al Dren Xochiaca, y al río de la Compañía. Finalmente estas aguas del Dren Xochiaca toman una derivación hacia el lago Nabor Carrillo en donde se les da un tratamiento (ver plano 7.2.2).

Al nororiente de la ciudad de México se encuentra localizado el lago Texcoco, hoy una extensión seca de aproximadamente 150 kilómetros cuadrados, debido a las obras de desagüe del valle realizadas en diferentes ocasiones a partir de la época colonial. Esta región desértica se ocupa parcialmente con aguas negras, bombeadas y con las provenientes de la desviación combinada y los ríos del oriente, en la temporada de lluvias. A consecuencia del hundimiento de la ciudad, el fondo del lago se encuentra hoy a 4.0 metros arriba del terreno en el área urbana antigua. Los bordos poniente y Xochiaca con alturas variables entre 1.0 y 1.5 metros protegen a la ciudad y zonas vecinas de inundación, siendo la capacidad actual para este objetivo de 165 millones de metros cúbicos.^{N.B.}

De igual forma que en el sistema de agua potable, el sistema de alcantarillado, se ha vuelto insuficiente a través de los años, debido al incremento de la población y la falta de mantenimiento, si aumentamos el hecho de que el sistema tiene mas de treinta años de funcionamiento.

La Ciudad de Nezahualcóyotl por su ubicación geográfica se encuentra en una zona plana, lo cual dificulta la salida de las aguas residuales, por lo tanto se hace necesario el bombeo de dichas aguas. Los cárcamos de bombeo son puntos estratégicos, que deben de trabajar siempre en forma óptima, por lo cual se hace necesario que tengan un mantenimiento constante, ya que en caso de ocurrir un sismo, el desalojo de las aguas negras debe ser lo suficiente para que no se provoque inundaciones que afecten la salud de la comunidad. El sistema se encuentra en regulares condiciones trabajando lo indispensable en época de lluvias.

Se observa que el sistema de alcantarillado y desagüe presenta problemas crónicos de falta de mantenimiento y de autosuficiencia ante la demanda; en forma permanente. En el caso de un sismo seguramente algunos de esos problemas se agravarían por la ruptura de un bordo de contención, o la descompostura de equipos de rebombeo; sin embargo estas eventualidades sísmicas pierden importancia ante la gravedad de los problemas permanentes.

^{N.B.} NABOR Carrillo. El Hundimiento de la Ciudad de México y el Proyecto Texcoco.

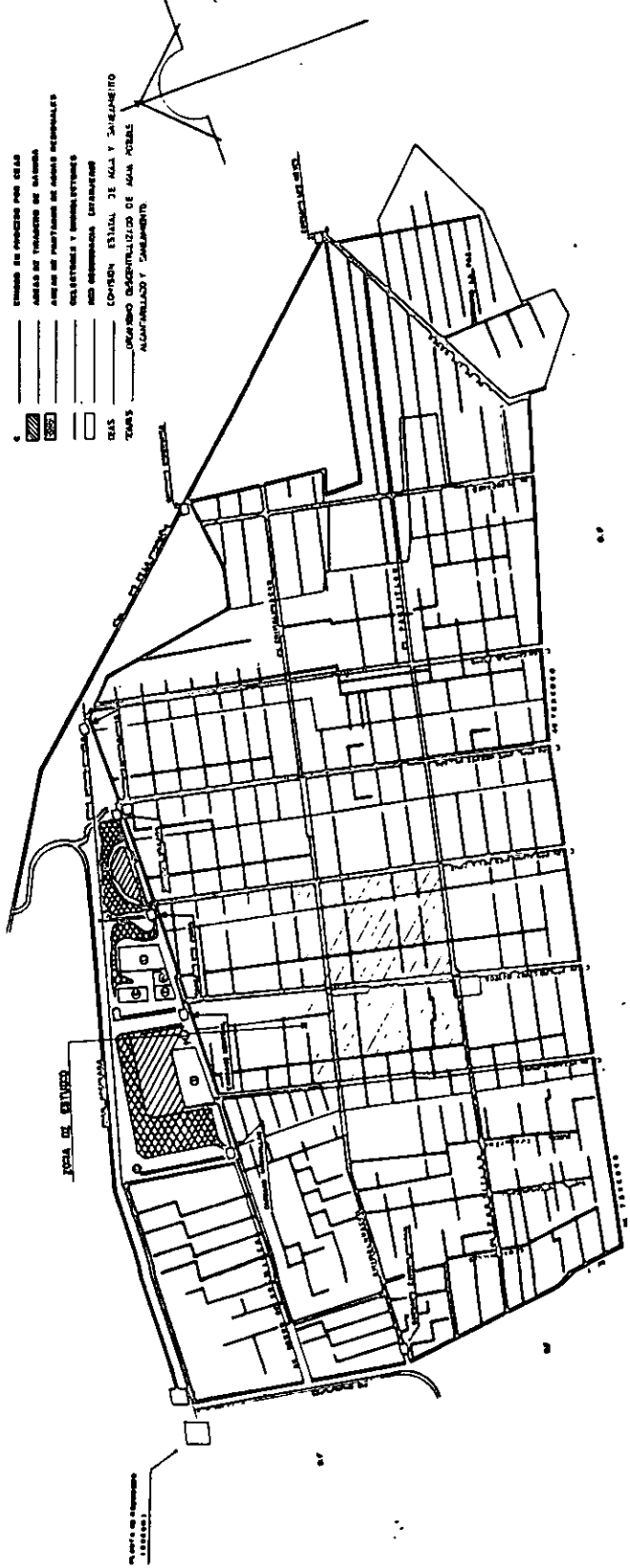
En esta fotografía podemos observar la salida de las aguas negras del cárcamo Carmelo Pérez hacia el río de la Compañía.



VASO DEL LAGO DE TEICOCO

SIMBOLOGIA

- ① VASO DEPOSITIVO
- ② ALFARERA MUNICIPAL
- ③ HOSPITAL GENERAL
- ④ MELICORARIO ESTATAL
- ⑤ ESCUELA PRIMARIA
- ⑥ ALFARERA DE PUEBLO
- ⑦ ESTACION CONDUCTORAS (CAFES - CASAS)
- ⑧ TERRENO DE PROTECCION POR CELAS
- ⑨ AREAS DE TRABAJO DE ALFARERA
- ⑩ AREAS DE TRABAJO DE ALFARERA RESERVALES
- ⑪ COLECTORES Y MANOSTIERNOS
- ⑫ CANALIZACION
- ⑬ COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
- ⑭ CUERPO DESCENTRALIZADO DE AGUA NOBLE
- ⑮ ALcantarillado y saneamiento



SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE NEZAHUALCOYOTL EDO. DE MEX.

PLANO 7.2.2

7.2.3 Sistema de transporte y vías de acceso y salida

Debido a que una gran parte de la población activa de Cd. Nezahualcóyotl labora fuera de la ciudad y tiene que viajar grandes distancias, el uso de las principales vías de acceso y salida de la ciudad, requiere de especial atención.

Dichas arterias no solo comunican a la ciudad con los diferentes municipios y delegaciones, si no que también servirían de enlace en caso de que se produjera un sismo y se requiera ayuda de fuera.

Las principales rutas de transporte ya sea de microbuses y combis, corren a lo largo de las principales avenidas, las cuales convergen en el Metro Pantitlán. Dichas avenidas son:

- Av. Pantitlán
- Av. Chimalhuacán.
- Av. Texcoco.
- Av. Bordo de Xochiaca.

Dichas avenidas a través del tiempo, han ido perdiendo eficiencia dado que el aumento de la población ha provocado que se saturan en las horas pico, sin embargo, a pesar de ello la mayor parte del tiempo son lo suficientemente solventes para la demanda. Estas avenidas (Pantitlán y Chimalhuacán) presentan tres carriles por sentido.

De forma perpendicular a las avenidas mencionadas anteriormente encontramos una serie de avenidas que corren desde el Bordo de Xochiaca hasta la Avenida Ignacio Zaragoza, donde se encuentran las estaciones del metro férreo que corre a lo largo de la misma. Estas avenidas son:

- Av. Tepozanes.
- Av. Carmelo Pérez.
- Av. Vicente Villada.
- Av. Sor Juana Inés de la Cruz.
- Av. Adolfo López Mateos.
- Av. Nezahualcóyotl
- Av. Siete.

Es importante recalcar la importancia de la Avenida Ignacio Zaragoza, ya que además de ser una de las más importantes entradas hacia la Ciudad de México, representa la única salida vial para toda la gente que vive en Chalco y sus alrededores, lo cuales junto con los habitantes de Cd. Nezahualcóyotl, encuentran en esta importante vía una salida y entrada para ir a sus trabajadores (ver plano 7.2.3).

En una eventualidad sísmica se detecta el peligro de que los rieles de la línea del metro superficial que corre por la Avenida Zaragoza se desalíe originando la suspensión del servicio y la consiguiente sobrecarga de las líneas de microbuses que corren por las avenidas de Nezahualcóyotl paralelas a la Av. Zaragoza, por lo que la eficacia de las vías de comunicación en Cd. Nezahualcóyotl a raíz de una emergencia sísmica depende de las medidas preventivas que se tomen en la línea del metro mencionada.

7.2.4 Centros de aprovisionamiento de víveres (centros comerciales y mercados).

Debido a que Ciudad Nezahualcóyotl tiene un alto índice poblacional, se encuentra en la necesidad de abastecer de víveres a toda la comunidad, por lo que es necesario que dentro del municipio existan centros comerciales, mercados y mercados sobre ruedas, que se encuentren lo más cercanos posibles para poder brindar un mejor servicio.

La red comercial de distribución de alimentos en Nezahualcóyotl está integrada por 67 mercados públicos, 80 tianguis, 49 lecherías sociales, un rastro municipal y 7 tiendas de autoservicio. Los víveres (abarrotes, frutas, verduras, legumbres, etc.) provienen principalmente de la Central de Abastos ubicada en la Delegación de Iztapalapa y se distribuyen en todos los mercados y tianguis de la comunidad¹⁸.

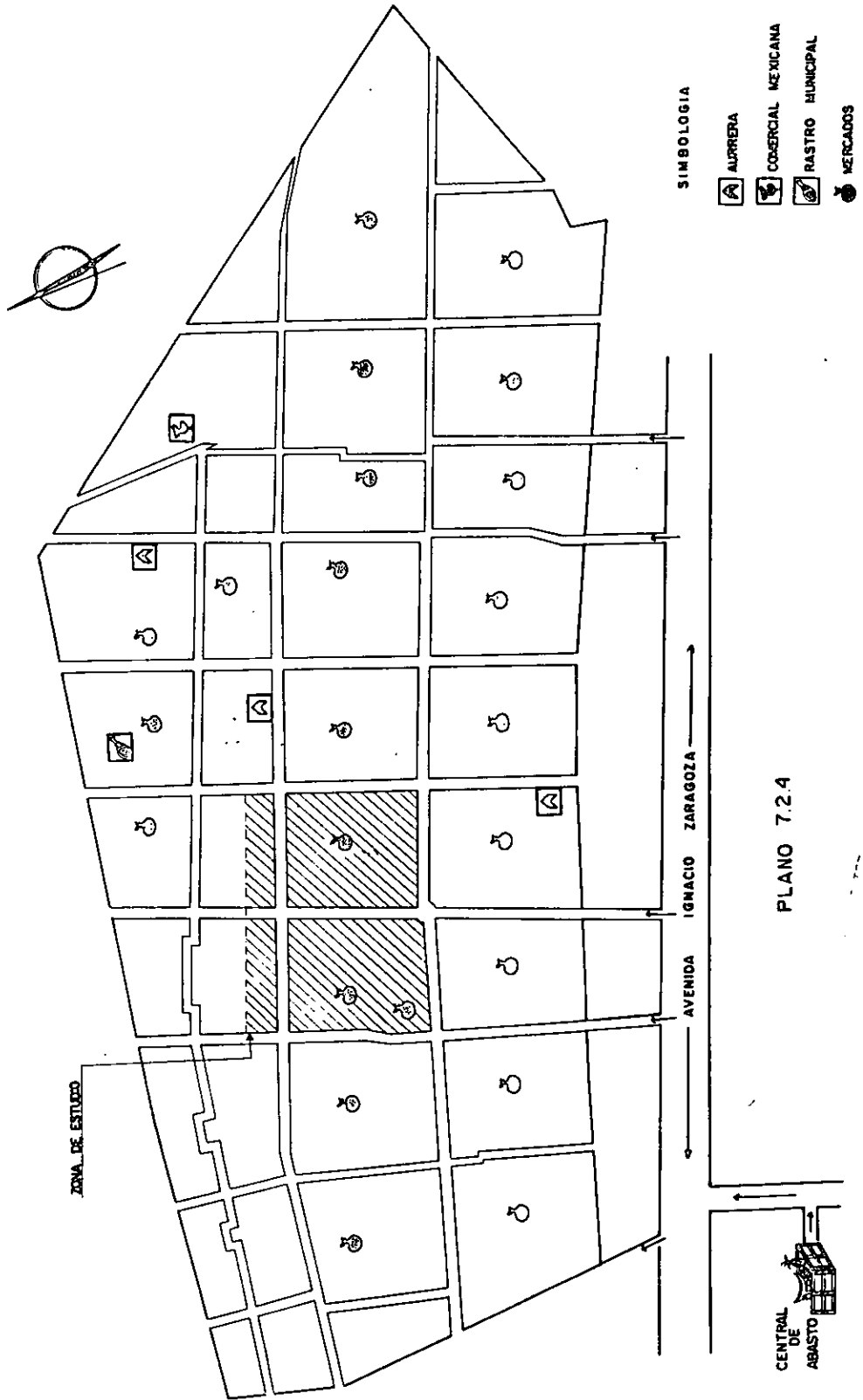
En lo referente a Centros Comerciales podemos encontrar que son muy pocos para el total de la población, dado que es uno de los municipios más grandes del Estado de México, en cuanto a población (ver plano 7.2.4).

Los centros comerciales de las grandes cadenas disponen de estructuras de buena calidad sin problemas mayores de comportamiento sísmico.

Los mercados públicos, edificados por el gobierno del Estado de México también son estructuras bien concebidas pero se pueden presentar problemas en un sismo en razón de su falta de mantenimiento y de su congestión ya que no han aumentado su capacidad en forma acorde con el incremento poblacional.

¹⁸ EDMUNDO Jardón Arzate En Revista: Nezahualcóyotl historia de una gran Ciudad. H, Ayuntamiento Constitucional. 1997-2000. Serie Publicaciones Municipales.p.3

CENTROS DE APPROVISIONAMIENTO DE VIVERES (CENTROS COMERCIALES Y MERCADOS)



PLANO 7.2.4

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1.-Gran parte de la República Mexicana se encuentra alojada en zonas de alto riesgo sísmico. El alto crecimiento demográfico experimentado en las últimas décadas ha incrementado notablemente los peligros sísmicos especialmente en las ciudades, porque éstas tienen un crecimiento aún mayor motivado por la migración de la población rural a las zonas urbanas en busca de empleo y otros satisfactores como salud y educación.

Es importante que se hagan en las ciudades medianas y grandes del país estudios de evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

2.-Las edificaciones importantes generalmente están adecuadamente diseñadas y construidas para la acción sísmica porque son responsabilidad de instituciones ó empresas privadas que cuentan con los recursos económicos, materiales, y humanos que le permiten vigilar la calidad de la construcción e imponer la observancia de los reglamentos de construcción. Se exceptúan de esta regla general los templos que son construidos a menudo por asociaciones religiosas que cuentan con pocos recursos las que son proclives a edificar construcciones precarias y poco resistentes. Se sugiere que la autoridad local vigile con mayor atención la construcción de templos y asesore a las asociaciones religiosas para el desarrollo de sus proyectos.

3.-La mayor parte de las edificaciones (del orden del 95% del total) son construcciones para viviendas que se edifican sin servicios de ingeniería, y que son construidas por maestros albañiles o directamente por los propietarios. Es importante que las instituciones académicas desarrollen técnicas sencillas para incrementar en forma económica la seguridad sísmica de las edificaciones comunes y que se diseñen medios de difusión de esas técnicas en un lenguaje claro y comprensible para todo el mundo y con abundancia de figuras explicativas. El Estado debe buscar la capacitación de los albañiles y maestros de obra, así como encauzar la autoconstrucción para asesorar a aquellos propietarios de bajo nivel económico que por su propia cuenta edifican su vivienda.

El análisis de la casa realizado en el capítulo V fue satisfactorio, sin embargo, cabe aclarar que puede haber deficiencias constructivas graves como: asentamientos diferenciales, intemperismo o humedades que deterioran los muros, reduciendo su capacidad.

No obstante lo anterior a raíz de los sismos de 1985 se incrementarán los coeficientes sísmicos de diseño para las estructuras hechas de cualquier material.

El aumento de los coeficientes sísmicos se traduce en un incremento de la cantidad de los muros, medida en área transversal de éstos, lo que ha obligado a modificar los diseños de proyectos tipo de vivienda para el D.F.

4.-En cuanto a las instalaciones importantes y a las líneas vitales, se encuentra que los mayores problemas de seguridad sísmica nacen de una falta de planeación adecuada. La elevada tasa de crecimiento demográfico de las ciudades desborda a la autoridad e implica que muchas de esas instalaciones primordiales nazcan mal, sin una consideración sobre su expansión y crecimiento a futuro, lo que posteriormente ocasiona un desarrollo distorsionado que origina problemas de seguridad sísmica.

La escasez de recursos no puede aducirse como una excusa para permitir que se generen los problemas señalados. Lo importante es que la autoridad conserve la rectoría sobre la planeación y tome medidas preventivas oportunas para encauzar el crecimiento y permitir el desarrollo armónico de las instalaciones.

5.- Se han desarrollado métodos muy elaborados para el cálculo y revisión del comportamiento sísmico de edificios que se auxilian con procedimientos de cómputo. Sin embargo en una revisión extensa de la vulnerabilidad sísmica de una ciudad o una región no existe la posibilidad de aplicar esos métodos. Se requiere disponer de un procedimiento sencillo que de una manera gruesa permita evaluar la seguridad del edificio con base también en la observancia del estado que guarda éste después de una emergencia sísmica. Algunos de estos métodos sencillos están disponibles por investigaciones realizadas en otros países; también en México se han desarrollado procedimientos con el fin señalado, entre los que destacan los propuestos por la Universidad Autónoma Metropolitana, sin embargo éste es un campo en que todavía se requiere de investigación y desarrollo.

6.-Es importante señalar que los estudios de vulnerabilidad sísmica de una ciudad tienen numerosas implicaciones sociales. Deben desarrollarse con cuidado y en la planeación de las acciones que se desprendan de ellos no podrá atenderse exclusivamente el aspecto técnico; se debe incluir el aspecto social de manera primordial. La imposición de reglamentos de construcción debe tener en cuenta las posibilidades económicas reales de la población. Las medidas de seguridad también se harán en función de los problemas sociales que puedan suscitarse porque de lo contrario pueden resultar contraproducentes, al generar mayores problemas que los que pretenden resolver.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARENAS Ruíz Lorenzo, MARTÍNEZ Garibaldi Leoncio. **Monografía de Ciudad Nezahualcóyotl**. Centro de Información y Documentación del Municipio de Nezahualcóyotl. 1996. pp.33-58, 141-144.
2. CARRILLO Nabor **El Hundimiento de la Ciudad de México y el Proyecto Texcoco**. S.H.C.P.: México 1969 s/r.
3. C.E.N.A.P.R.E.D. **Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones en las Ciudades de Colima y Villa de Alvarez**. Universidad de Colima 1995 8p.
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE NEZAHUALCÓYOTL. **Panorama Socioeconómico Municipio de Nezahualcóyotl** pp. 229-304.
5. CONTRERAS, González Luis Mariano **La participación del Ingeniero Civil Ante un Sismo**. s/r.
6. DESPHANDE, B. G. **Reducción de las Catástrofes en zonas Urbanas: Conceptos Sencillos**. En Revista: Stop Disasters No 26 Abril de 1995. pp. 5-6
7. DOMEISEN Natalie, PALM Elina. **Crecimiento Urbano Rápido e Incontrolado=Mayor Número de Personas en Zonas Peligrosas +Mayor Riesgo de Desastres**. En Revista Stop Disasters No 26 Abril de 1995 p.4
8. DURAN Hernández Roberto. **Respuesta Sísmica de Edificios de Mampostería**. s/r.

9. **ESPÍNDOLA J. M:** y **JIMÉNEZ Z. .** **Terremotos y Ondas Sísmicas. Una Breve Introducción.** Cuadernos del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. México D.F 1984 45 p.
10. **FLORES Romero Emilio.** **Sismicidad en Pinotepa Nacional Oaxaca.** Tesis de licenciatura de la carrera de Ingeniería Civil. México. 1996 U.N.A.M. Facultad de Ingeniería, pp. 1-27
11. **GALINDO Solorzano Amilcar.** **Apuntes de la Materia de Ingeniería Sísmica.** México U.N.A.M. E.N.E.P. ARAGON. s/f 100 p.
12. **GALLO, ESPINO, OLVERA.** **Diseño Estructural de Casas-Habitación.** Editorial Mc Graw Hill ESIA I.P.N. 200 p.
13. **GRASES G.J.** **Peligro Sísmico en Áreas Urbanas. Acciones de Mitigación (Venezuela)** 15 p.
14. **INSTITUTO DE INGENIERÍA** **Comentarios y Ejemplos a las Normas Técnicas complementarias para Diseño por Sismo, D.D.F.** Series del Instituto de Ingeniería Coordinación Editorial: Universidad Nacional Autónoma de México. C.U. Mayo de 1991. 269 p.
15. **M. ALCOCER Sergio.** **Estructuras de Mampostería Comportamiento Sísmico.** En Revista: Ingeniería Civil No 350 Junio de 1998. México Organó Oficial del Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. pp.38-47
16. **MASKEY, Andrew** **Urbanización y Vulnerabilidad Sísmica en Lima Metropolitana.-** Lima Perú. 122 p.
17. **MELÍ Roberto.** **Prevención de Desastres. La Reducción de la Vulnerabilidad** Entrevista en Revista: Ingeniería Civil No 318 Octubre de 1995. México Organó Oficial del Colegio de Ingenieros Civiles de México. A.C. pp.9-13
18. **MELI Roberto** **"Manual de Diseño Sísmico de Edificios"** Editorial Limusa México D.F. 1990 s/r.

19. OBRAS **La Ciudad Auge y Decadencia** Abril 91 pp 23-28. s/r.
20. PÉREZ Rocha Eduardo et. al. **Predicción de Intensidades Sísmicas** En Revista Ingeniería Civil No 350 Junio de 1998. México Organó Oficial del Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. pp.7-37
21. PLAISANT Zendejas Octavio **Predicción de Terremotos, Un Sueño del Hombre** En Revista: Investigación Hoy. Divulgación y Periodismo Científico de Fondo INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL Mayo-Agosto 1996 pp 29-33
22. ROSENBLUETH Emilio. **Evaluación de la Sismicidad en México.** Instituto de Ingeniería, UNAM y centro de Investigación Sísmica, A. C., México, D.F. 15 p.
23. SÁNCHEZ Ramos Alejandra. **“El Agua que consumimos. ¿Sabes de donde proviene?”** En Revista: Neza Hoy No 3. Revista del Ayuntamiento Cd. Nezahualcóyotl Abril 1998 pp. 1-3
24. SECRETARIA DE GOBERNACIÓN Sismos Fascículo No 2 **“Zonas Sísmicas en el Mundo”, “Riesgo Sísmico en México”, “Regionalización Sísmica”**. Sistema Nacional de Protección Civil México D.F. 1995. pp. 12-16
25. SHRIK Shingh. **Sismicidad y Movimientos Fuertes en México, Una Visión Actual.** s/r.
26. TERAN Gilmore Amador. **Replanteamiento de los Métodos Actuales de Diseño Sismorresistente Mediante el uso de Conceptos de Desempeño.** En Revista: Ingeniería Civil No 333. Enero de 1997 México. Organó Oficial del Colegio de Ingenieros Civiles de México. A.C. pp.7-18
27. ZAVALA Gutierrez Javier, GARCÍA Juan Antonio. **“Industria y Comercio”, “Educación y Cultura”, “Salud”** En Revista: NEZAHUALCOYOTL Historia de una gran Ciudad. H. Ayuntamiento de Nezahualcóyotl 1997-2000 Serie: Publicaciones Municipales. Abril 1998 pp. 12-15

ORGANISMOS CONSULTADOS

1. (O.D.A.P.A.S.) ORGANISMO DESCENTRALIZADO DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL.
2. (D.G.C.O.H.) DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRÁULICA DEL D.F.
3. COMPAÑÍA DE LUZ Y FUERZA SUCURSAL NEZAHUALCÓYOTL.
4. PALACIO MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE NEZAHUALCÓYOTL (OFICINAS DE PROTECCIÓN CIVIL).
5. CENTRO CULTURAL MUNICIPAL JAIME TORRES BODET