

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ANALISIS ESTRUCTURAL DE 5 MODULOS DEL SISTEMA
780 PARA CENTROS EDUCATIVOS, USANDO LA NORMA
DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E.030 – 2003**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL

MARKO ANIBAL TORRES FLORES

Lima - Perú

2004

INDICE

Introducción.....	1
Capítulo 1 Descripción del Sistema 780 para Centros Educativos.....	4
1.1 Tipos de Cimentación.....	5
1.2 Sistema Estructural.....	11
1.3 Materiales.....	15
Capítulo 2 Modelamiento Estructural de 5 Módulos del Sistema 780 usando el Software ETABS.....	29
2.1 Geometría básica.....	29
2.2 Materiales.....	34
2.3 Definición de secciones, muros y losas.....	35
2.4 Sistemas de carga.....	39
Capítulo 3 Evaluación de desplazamientos con la Norma de diseño sismorresistente E030-2003 y esfuerzos de corte en los muros con la norma E0.70 de albañilería.....	45
3.1 Análisis de los 5 módulos con excentricidad 0%.....	47
3.2 Análisis de los 5 módulos con excentricidad 5% en el eje $x-x$	74
Capítulo 4 Nuevas propuestas de módulos del Sistema 780.....	105
Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones.....	113
Bibliografía	116

INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento general que las Edificaciones Educativas en nuestro país tienen una gran importancia no sólo porque se trata de Edificaciones pilares para el desarrollo intelectual, sino porque además albergan a una gran cantidad de alumnos, profesores y personal administrativo, es decir material humano muy valioso que deberían desempeñar sus funciones en un lugar apropiado y sobretodo seguro, por lo que se hace imprescindible que las personas involucradas en la construcción de este tipo de Edificaciones tomen todas las providencias del caso para asegurar que estas construcciones tengan un comportamiento estructural adecuado frente a acciones sísmicas, principal problema que afrontamos los involucrados en la Ingeniería Estructural debido a la ubicación geográfica desfavorable en la que se encuentra nuestro país.

Para ello el presente trabajo toma como base la Norma Técnica de Edificación E.030 de Diseño Sismorresistente que fue actualizada y aprobada por Resolución Ministerial N° 079-2003-VIVIENDA el 02 de Abril del 2003, así como la Norma E.070 de Albañilería y la Norma E.020 de Cargas vigentes.

Tratando de enfocar la forma de encontrar la solución mas apropiada para lograr un comportamiento estructural adecuado de las edificaciones educativas (consideradas estas edificaciones **esenciales** ya que a parte de su función primordial con la educación, estas construcciones tienen que ser diseñadas de tal forma que puedan servir de refugio y lugar de concentración de los pobladores alrededor después de un desastre) y sabiendo que muchas de estas ya han colapsado y muchísimas están en un estado deplorable es que se plantea el siguiente trabajo a fin de aportar algunas ideas con la finalidad de corregir los posibles defectos que esta clase de edificaciones pudieran

presentar y prevenir algún tipo de falla en la futura construcción de esta clase de edificaciones para lograr que estas cumplan con los requisitos mínimos que exige la Norma de Diseño Sismorresistente E.030.

Por lo tanto, el presente informe tiene como objetivo principal el Análisis Estructural de 5 Módulos del denominado Sistema 780 (Módulo de 2 Aulas-2 Pisos, Módulo 3 Aulas-2 Pisos, Módulo 4 Aulas-2 Pisos, Módulo 2 Aulas-3 Pisos y Módulo 3 Aulas-3 Pisos) usados por el INFES, entidad del Gobierno que tiene como función primordial todo lo concerniente a Infraestructura Educativa y de Salud, para la construcción de Centros Educativos en el País.

Estos módulos son modelados matemáticamente con la ayuda del programa de cómputo **ETABS** para las 3 zonas sísmicas existentes y los 3 tipos de suelos que indica la norma, verificando que los principales parámetros del análisis (desplazamientos y esfuerzos de corte en muros) cumplan con la Norma de Diseño Sismorresistente E030-2003 y la Norma de Albañilería E.070.

En el Capítulo 1 se da a conocer una descripción general de lo que viene a ser el Sistema 780 en sus diferentes Módulos, mostrando detalladamente sus características estructurales (materiales, sistemas estructurales, tipos de cimentación, etc) para así estar familiarizado con este Sistema, usado ya por el INFES en numerosas oportunidades, y así tener una idea más clara de que parámetros necesitamos para el respectivo modelamiento.

En el Capítulo 2 se verá exclusivamente todo lo concerniente al Modelamiento de los diferentes Módulos del Sistema 780 en el programa ETABS, el cual nos permite realizar un análisis dinámico de una forma práctica y rápida, así como obtener resultados precisos en un corto tiempo; se mostrará en forma resumida los principales parámetros que el programa requiere para modelar los diferentes Módulos.

En el Capítulo 3 se mostrará todo lo concerniente a los resultados obtenidos del análisis; asimismo se verificarán que los principales parámetros tales como

Distorsiones Angulares, Esfuerzos de Corte en Muros y Verificación de Cortantes Dinámicos vs. Cortantes Estáticos cumplan con las Normas vigentes.

En el Capítulo 4 , en base a los resultados presentados en el capítulo anterior, se plantean nuevas propuestas para los módulos que presentan problemas para así obtener un mejor comportamiento estructural de dichos módulos.

En el Capítulo 5 se dará a conocer las principales conclusiones y recomendaciones que se han encontrado en este trabajo.

CAPITULO I DESCRIPCION DEL SISTEMA 780 PARA CENTROS EDUCATIVOS

El Sistema 780 es un sistema que ha sido muy usado por el INFES en la edificación de Centros Educativos en el país, teniendo una variedad de Módulos que no sólo permiten el uso de estas instalaciones para aulas, sino para otro tipo de servicios también, tales como Biblioteca, Laboratorio, Auditorio, etc.

En el presente trabajo nos hemos concentrado en el Análisis de 5 tipos de Módulos del Sistema 780 de uso exclusivamente para aulas que son los siguientes

- Módulo de 2 Aulas y 2 Pisos.
- Módulo de 3 Aulas y 2 Pisos.
- Módulo de 4 Aulas y 2 Pisos.
- Módulo de 2 Aulas y 3 Pisos.
- Módulo de 3 Aulas y 3 Pisos.

En los siguientes sub-capítulos encontraremos una descripción del SISTEMA 780 en general. Para un mejor entendimiento del mismo y para conocer todo lo concerniente a los principales parámetros que se requiere para poder modelar matemáticamente los diferentes Módulos con la ayuda del programa de cómputo ETABS es que presentamos los siguientes subcapítulos:

- Tipos de Cimentación.
- Sistema Estructural.
- Materiales.

1.1 TIPOS DE CIMENTACIÓN

Partiendo del objetivo que nos trazamos en el presente trabajo que es el de realizar un Análisis Estructural de los diferentes Módulos del Sistema 780 para las 3 zonas sísmicas y los 3 tipos de suelos es que consideramos importante conocer un poco más acerca de los Tipos de Cimentación que se han estado usando en dichos Módulos.

En las figuras 1.1 a 1.5 se presentan los planos en planta de los tipos de cimentación para un Módulo Típico de 2 Aulas y 2 Pisos .

Se puede notar claramente que estos tipos de Cimentación han sido propuestos de acuerdo a la capacidad portante del terreno donde se vaya a emplazar la Edificación, encontrando desde cimentaciones clásicas sólo a base de cimientos corridos con sobrecimientos hasta cimentaciones basadas en un sistema de zapatas con vigas de conexión (zapatas conectadas).

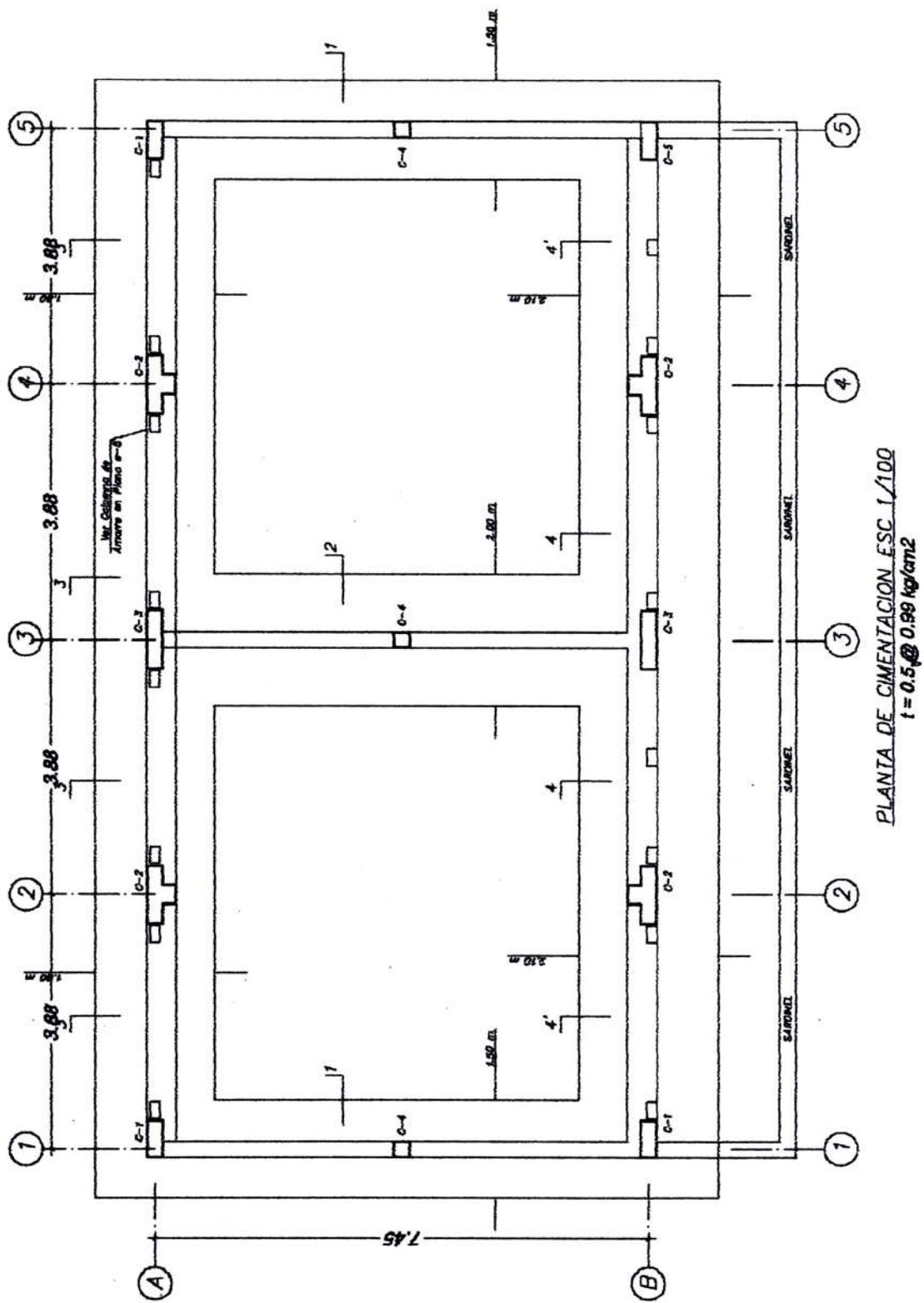


Figura 1.1 PLANTA DE CIMENTACION 2 AULAS-2 PISOS (CAPACIDAD PORTANTE TERRENO 0.5 – 0.99 Kg/cm²)

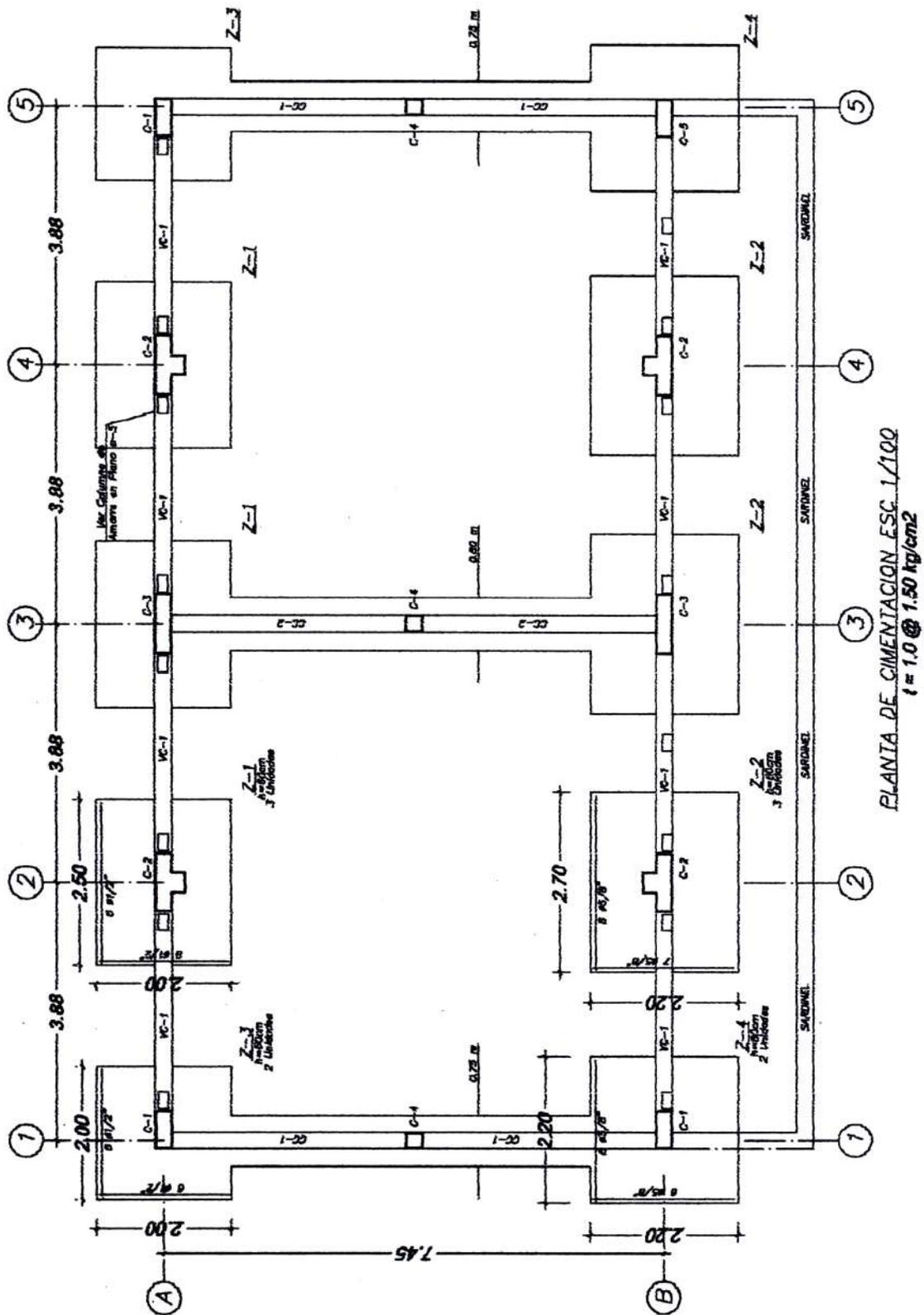


Figura 1.2 PLANTA DE CIMENTACION 2 AULAS-2 PISOS (CAPACIDAD PORTANTE TERRENO 1.0 – 1.50 Kg/cm²)

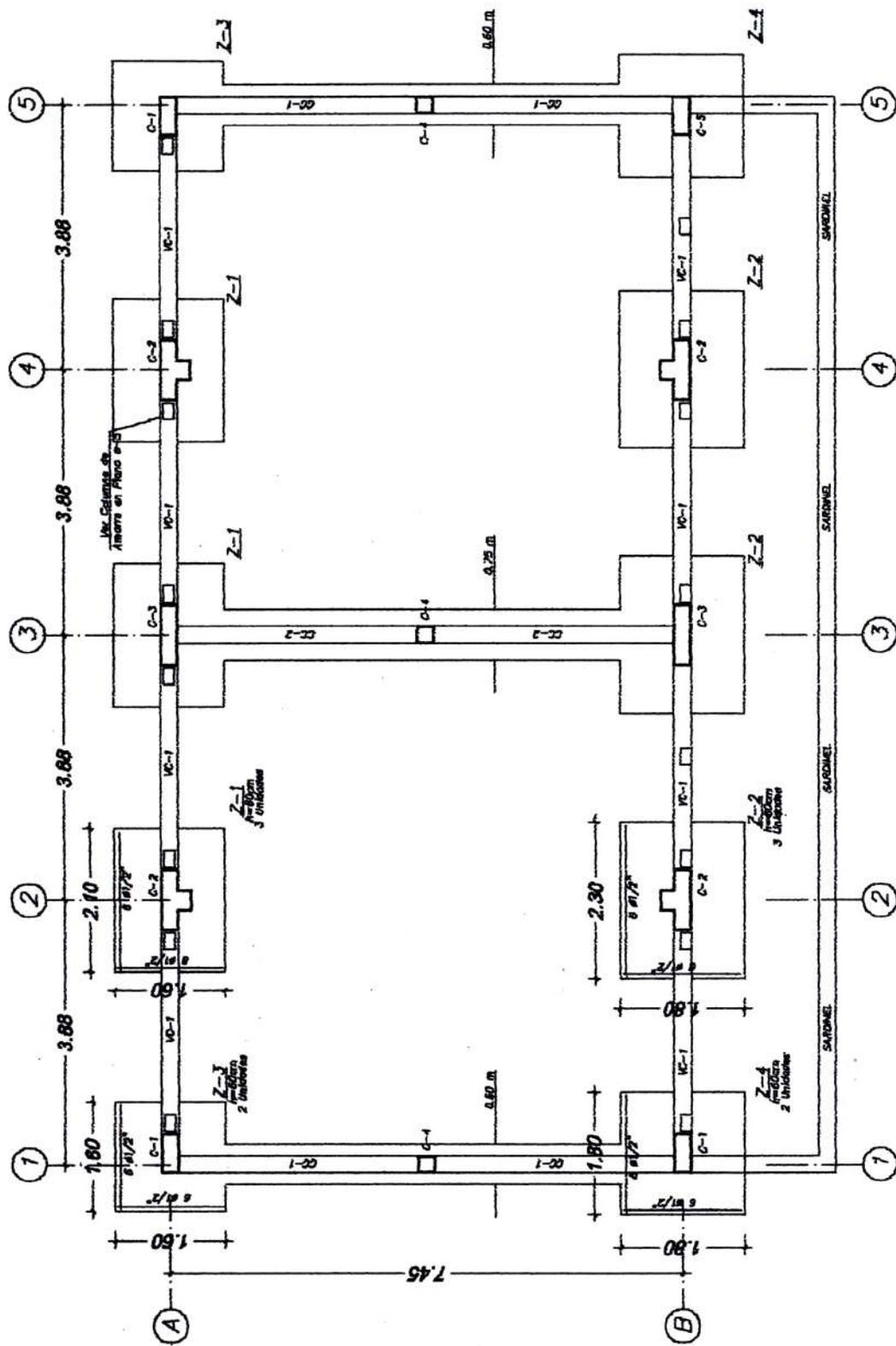


Figura 1.3 PLANTA DE CIMENTACION 2 AULAS-2 PISOS (CAPACIDAD PORTANTE TERRENO 1.5 – 1.99 Kg/cm²)

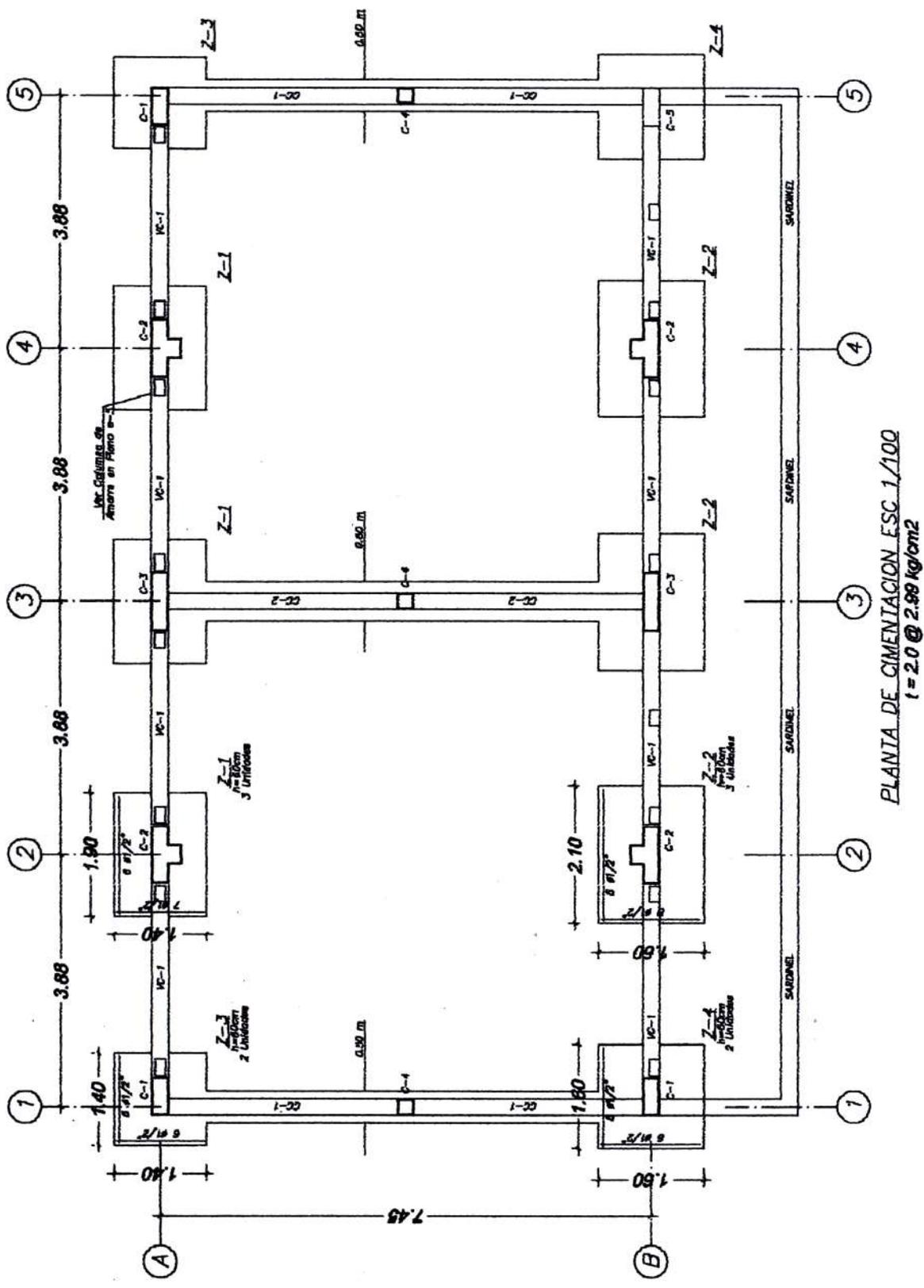


Figura 1.4 PLANTA DE CIMENTACION 2 AULAS-2 PISOS (CAPACIDAD PORTANTE TERRENO 2.0 – 2.99 Kg/cm²)

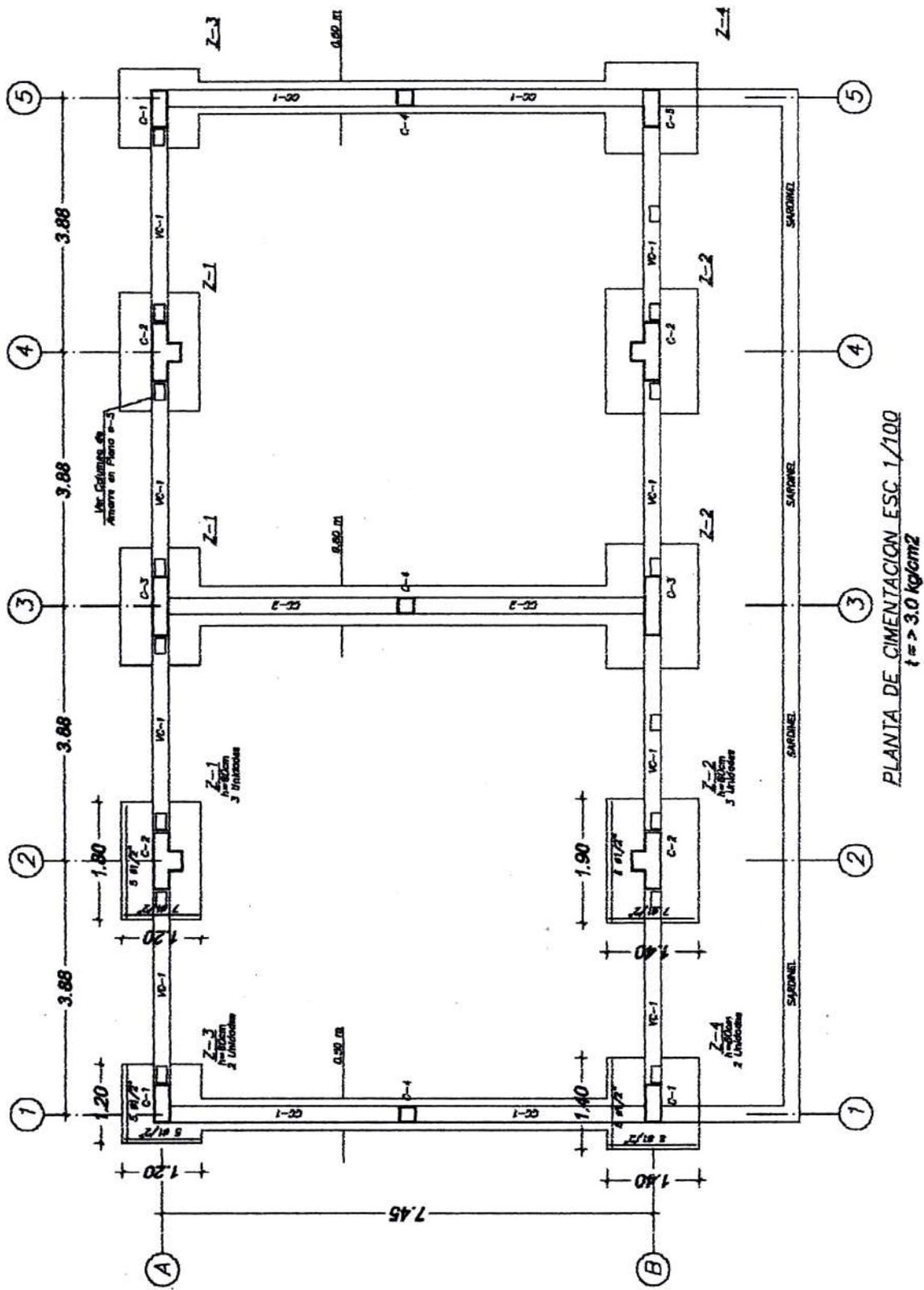


Figura 1.5 PLANTA DE CIMENTACION 2 AULAS-2 PISOS (CAPACIDAD PORTANTE TERRENO $\geq 3.0 \text{ Kg/cm}^2$)

Se puede ver con la ayuda de las figuras anteriores que los tipos de Cimentación van cambiando de acuerdo a la capacidad portante del terreno, notándose por ejemplo en el cambio de dimensiones de las zapatas y su refuerzo así como en el caso de las vigas de conexión.

Al ser las Aulas de todos los Módulos de las mismas dimensiones, entonces los tipos de Cimentación propuestos por el INFES son similares mas no iguales ya que de todas maneras influyen mucho en la cimentación de cuantas aulas se requieran así como de cuantos pisos se va a realizar la Edificación.

En las figuras anteriores sólo se mostraron los planos de las cimentaciones para el Módulo de 2 Aulas – 2 Pisos para tener una noción más cercana del tipo de cimentación usada, mas no se presentan los planos de cimentación para los demás Módulos ya que no es el objetivo central del presente informe.

1.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

Antes de describir los Sistemas Estructurales de los Módulos del Sistema 780 veamos a continuación algunas fotografías del Centro Educativo “Julio César Escobar” ubicado en el distrito de San Juan de Miraflores, el cual viene a ser simplemente un Módulo de 2 Aulas – 2 Pisos típico del Sistema 780, para después explicar todo lo concerniente a los sistemas estructurales.



**Figura 1.6 Vista Perfil de un Módulo Típico de 2 Aulas – 2 Pisos
C.E. Julio César Escobar – San Juan de Miraflores.**



**Figura 1.7 Vista Panorámica de un Módulo Típico de 2 Aulas – 2 Pisos
C.E. Julio César Escobar – San Juan de Miraflores.**

Lo primero que podemos rescatar de las fotografías anteriores es que estamos frente a una Edificación que está compuesta de 2 Sistemas Estructurales bien marcados, que son los siguientes:

a) SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO

Que viene a ser el que se encuentra en la dirección más larga de la Edificación (que a partir de ahora lo denominaremos longitudinal) donde se puede observar claramente el sistema formado por columnas y vigas, es decir Pórticos de Concreto Armado, que van a ser los que van a ser el mayor apoyo para la Edificación sobretodo cuando se presenten casos de sismo donde la magnitud en la dirección longitudinal sea alta.

b) SISTEMA ESTRUCTURAL COMPUESTO POR MUROS DE ALBAÑILERÍA ALTERNADOS CON PORTICOS DE CONCRETO ARMADO

Que viene a ser el que se encuentra en la dirección más corta de la Edificación (que a partir de ahora lo denominaremos transversal) donde se puede observar claramente los muros de Albañilería confinados por los pórticos, siendo los muros los de mayor apoyo para la Edificación sobretodo cuando se presenten casos de sismo donde la magnitud en la dirección transversal sea alta.

También se puede observar en las fotografías anteriores que a parte de los 2 sistemas estructurales predominantes en la Edificación , se encuentra como pegado a la Edificación la escalera de acceso al 2° Piso.

En las siguientes fotografías se podrá ver con mayor claridad que esta escalera de acceso no está ligada estructuralmente hablando a la Edificación en sí, sólo esta unida a ella mediante una junta, por lo que la Edificación y la escalera tienen comportamientos estructurales totalmente independientes.



Figura 1.8 Vista Panorámica de la junta entre Escalera y Edificación C.E. Julio César Escobar – San Juan de Miraflores.



Figura 1.9 Vista Detallada de la junta entre Escalera y Edificación C.E. Julio César Escobar – San Juan de Miraflores.

Ya conocidos en forma resumida los tipos de cimentación y los sistemas estructurales predominantes que estos Módulos del Sistema 780 presentan, pasaremos a ver lo relacionado con los materiales que son usados en la edificación de dichos módulos.

1.3 MATERIALES

1.3.1 CONCRETO

1.3.1.1 CEMENTO

Se usa Cemento Pórtland Tipo I normal, salvo en donde se especifique la adopción de otro tipo que puede ser Cemento tipo II indicado para suelos con moderada presencia de sulfatos y Cemento tipo V para suelos agresivos, o Cemento tipo Puzolánico u otro, debido a alguna consideración especial determinada por el Especialista de Suelos . El Cemento a usar debe cumplir obligatoriamente con las Especificaciones y Normas para Cemento Portland del Perú.

En términos generales no deberá tener grumos, por lo que deberá protegerse en bolsas o en silos en forma que no sea afectado por la humedad ya sea del medio o de cualquier agente externo.

Los Ingenieros deben controlar la calidad del mismo, según la norma A.S.T.M.C. 150 y enviarán muestras al laboratorio especializado en forma periódica a fin de que lo estipulado en las normas garantice la buena calidad del mismo.

1.3.1.2 AGUA

EL agua a emplearse deberá cumplir con lo indicado en el Item 3.3 de la Norma E.060 Concreto Armado del RNC.

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de

preferencia, potable.

Se utilizará aguas no potables sólo si :

a) Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.

b) La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.

c) Los cubos de prueba de morteros preparados con agua no potable y ensayados de acuerdo a la norma ASTM C109, tienen a los 7 y 28 días resistencias en compresión no menores del 90% de la de muestras similares preparadas con agua potable

Las sales u otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deben sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias inconvenientes.

No se utilizará en la preparación del concreto, en el curado del mismo o en el lavado del equipo, aquellas aguas que no cumplan con los requisitos anteriores.

1.3.1.3 AGREGADOS

Los agregados usados son: fino (arena) y grueso (piedra partida). Ambos deben considerarse como ingredientes separados del cemento.

Deben estar de acuerdo con las especificaciones para agregados según Norma A.S.T.M.C. 33, se podrán usar otros agregados siempre y cuando se haya demostrado por medio de la práctica o ensayos especiales que producen concreto con resistencia y durabilidad adecuada, siempre que el Ingeniero Supervisor autorice su uso, toda variación debe estar avalada por un

Laboratorio y enviada al INFES para su certificación.

El Agregado fino (arena) debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Grano duro y resistente.
- No debe contener un porcentaje con respecto al peso total de más del 5 % del material que pase por tamiz 200. (Serie U.S.) en caso contrario el exceso debe ser eliminado mediante el lavado correspondiente.
- El porcentaje total de arena en la mezcla puede variar entre 30 % y 45 % de tal manera que consiga la consistencia deseada del concreto. El criterio general para determinar la consistencia será el emplear concreto tan consistente como se pueda, sin que deje de ser fácilmente trabajable dentro de las condiciones de llenado que se está ejecutando.
- La trabajabilidad del concreto es muy sensitiva a las cantidades de material que pasen por los tamices Nro. 50 y Nro. 100, una deficiencia de éstas medidas puede hacer que la mezcla necesite un exceso de agua y se produzca afloramiento y las partículas finas se separen y salgan a la superficie.
- El agregado fino no debe contener arcillas o tierra, en porcentaje que exceda el 3% en peso, el exceso debe ser eliminado con el lavado correspondiente.

No debe haber menos del 15 % de agregado fino que pase por la malla Nro. 50, ni 5 % que pase por la malla Nro. 100. Esto debe tomarse en cuenta para el concreto expuesto.

Los agregados gruesos (gravas o piedra chancada) deben cumplir con lo siguiente:

- El agregado grueso debe ser grava o piedra chancada limpia, no debe contener tierra o arcilla en su superficie en un porcentaje que exceda del 1% en peso en caso contrario el exceso se eliminará mediante el lavado, el agregado grueso debe ser proveniente de rocas duras y estables, resistentes a la

abrasión por impacto y a la deterioración causada por cambios de temperatura o heladas.

- El Ingeniero Supervisor tomará las correspondientes muestras para someter los agregados a los ensayos correspondientes de durabilidad ante el sulfato de sodio y sulfato de magnesio y ensayo de A.S.T.M.C.33.
- El tamaño máximo de los agregados será pasante por el tamiz de 2 1/2" para el concreto armado.
- En elementos de espesor reducido o cuando existe gran densidad de armadura se podrá disminuir el tamaño máximo de agregado, siempre que se obtenga gran trabajabilidad y se cumpla con el "SLUMP" o asentamiento requerido y que la resistencia del concreto que se obtenga, sea la indicada en planos.
- El tamaño máximo del agregado en general debe tener una medida tal que no sea mayor de 1/5 de la medida más pequeña entre las caras interiores de las formas dentro de las cuales se vaciará el concreto, ni mayor que 1/3 del peralte de las losas o que los 3/4 de espaciamiento mínimo libre entre barras individuales de refuerzo o paquetes de barras.
- Estas limitaciones pueden ser obviadas si a criterio del Supervisor, la trabajabilidad y los procedimientos de compactación, permiten colocar el concreto sin formación de vacíos o cangrejas y con la resistencia de diseño.
- En columnas la dimensión máxima del agregado es limitada a lo expuesto anteriormente, pero no será mayor que 2/3 de la mínima distancia entre barras.
- El Hormigón es definido como una mezcla uniforme de agregado fino (arena) y agregado grueso (grava). Deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto. En lo que sea aplicable, se seguirán para el hormigón las recomendaciones indicadas para los agregados fino y grueso.

1.3.1.4 REFUERZO

Se deben respetar los diámetros de todos los aceros estructurales especificados en los planos, cuyo peso y diámetro deberá ser de acuerdo a las Normas.

GANCHO ESTANDAR

a) En barras longitudinales :

- Doblez de 180° más una extensión mínima de 4 db, pero no menor de 6.5 cm. al extremo libre de la barra.
- Doblez de 90° más una extensión mínima de 12 db al extremo libre de la barra.

b) En Estribos :

- Doblez de 135° más una extensión mínima de 10 db al extremo libre de la barra. En elementos que no resisten acciones sísmicas, cuando los estribos no se requieran por confinamiento, el dobléz podrá ser de 90° o 135° más una extensión de 6 db.

DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO

a) En barras longitudinales :

- El diámetro de dobléz medido a la cara interior de la barra no deberá ser menor a :

Barras	3/8" a	1"	6 db
Barras	1 1/8" a	1 3/8"	8 db

b) En Estribos :

- El diámetro de dobléz medido a la cara interior de la barra no deberá ser menor a :

Estribos	3/8" a	5/8"	4 db
Estribos	3/4"	mayores	6 db

DOBLADO DEL REFUERZO

Todo el refuerzo debe doblarse en frío. El refuerzo parcialmente embebido dentro del concreto no debe doblarse, excepto cuando así se indique en los planos de diseño o lo autorice el Ingeniero Proyectista.

COLOCACION DEL REFUERZO

El refuerzo se coloca respetando los recubrimientos especificado en los planos. El refuerzo deberá asegurarse de manera que durante el vaciado no se produzcan desplazamientos que sobrepasen las tolerancias permisibles.

LIMITES PARA EL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO

El espaciamiento libre entre barras paralelas de una capa debe ser mayor o igual a su diámetro, 2.5 cm. o 1.3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. En las columnas, la distancia libre entre barras longitudinales es mayor o igual a 1.5 su diámetro, 4 cm. o 1.3 veces el tamaño máximo nominal del agregado.

El refuerzo por contracción y temperatura debe colocarse a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de la losa, sin exceder de 45 cm.

EMPALMES DEL REFUERZO

Los refuerzos se deben empalmar preferentemente en zonas de esfuerzos bajos, las barras longitudinales de columnas se empalman de preferencia dentro de los $2/3$ centrales de la altura del elemento. Los empalmes deben hacerse sólo como lo requieran o permitan los planos de diseño o como lo autorice el Supervisor.

Las barras empalmadas por medio de traslapes sin contacto en elementos sujetos a flexión, no deben separarse transversalmente más de $1/5$ de la longitud de traslape requerida, ni más de 15 cm. La longitud mínima del traslape en los empalmes traslapados en tracción será conforme a los requisitos de los empalmes pero nunca menor a 30 cm.

Los empalmes en zonas de esfuerzos altos deben preferentemente evitarse;

sin embargo, si fuera estrictamente necesario y si se empalma menos o más de la mitad de las barras dentro de una longitud requerida de traslape se deberá usar los empalmes indicados en el punto 8.11.1 de la norma E.060 Concreto Armado.

La selección de las proporciones de los materiales integrantes del concreto debe permitir que,

a) Se logre la **trabajabilidad** y consistencia que permitan que el concreto sea colocado fácilmente en los encofrados y alrededor del acero de refuerzo bajo las condiciones de colocación a ser empleadas, sin segregación o exudación excesiva.

b) Se logre **resistencia** a las condiciones especiales de exposición a que pueda estar sometido el concreto

c) Se cumpla con los requisitos especificados para la **resistencia en compresión** u otras propiedades.

Las proporciones de la mezcla de concreto, incluida la relación agua - cemento, deberán ser seleccionadas sobre la base de la experiencia de obra y/o mezclas de prueba preparadas con los materiales a ser empleados, con excepción de los concretos sometidos a condiciones especiales de exposición.

A continuación se da una descripción general de las estructuras de concreto armado usados en la Edificación de estos Módulos Educativos.

a) CIMIENTOS CORRIDOS

Se usa Concreto ciclópeo con una relación 1:10 (Cemento - Hormigón), con 30 % de piedra grande, dosificación que debe respetarse asumiendo el dimensionamiento propuesto para los diferentes Módulos.

En lo que respecta al vaciado, este se realizará cuando se haya verificado la exactitud de la excavación, como producto de un correcto replanteo, efectuándose el batido de éstos materiales utilizando mezcladora mecánica, debiendo efectuarse estas operaciones por lo mínimo durante 1 minuto por carga.

Sólo es permitido agua potable o agua limpia de buena calidad, libre de impureza que pueda dañar el concreto; se deben humedecer las zanjas antes de llenar los cimientos y no se colocará las piedras sin antes haber depositado una capa de concreto de por lo menos 10 cm. de espesor. Las piedras deberán quedar completamente rodeadas por la mezcla sin que se tome los extremos.

Se prescindirá de encofrado cuando el terreno lo permita, es decir que no se produzca derrumbes.

b) SOBRECIMIENTOS

Llevarán sobrecimiento todos los muros de la Primera Planta de Concreto Ciclópeo 1:8 (cemento-hormigón) ó $f'c$ mínimo 100 Kg/cm² con 25% de piedra mediana, siendo el dimensionamiento el especificado en los planos respectivos, debiendo respetarse los estipulados en éstos en cuanto a proporciones, materiales y otras indicaciones.

El encofrado a usarse debe estar en óptimas condiciones garantizándose con éstos, alineamiento, idénticas secciones, economía, etc.

El encofrado podrá sacarse a los 4 días de haberse llenado el sobrecimiento. Luego del fraguado inicial, se curará éste por medio de constantes baños de agua durante 3 días como mínimo.

La cara superior del sobrecimiento deberá ser lo más nivelada posible, lo cual garantizará el regular acomodo de los ladrillos del muro. El exterior del sobrecimiento llevará un zócalo de mortero 1:5 (Cemento - Arena) .

Cabe destacar que algunos diseños contemplan el uso de vigas de cimentación en reemplazo al sobrecimiento, debido a resistencias del suelo y otras características, las cuales están indicadas en los planos.

c) VIGAS DE CIMENTACIÓN

El uso de cimentación armada está ligada a la relación de resistencia del suelo y características de los materiales componentes del mismo (calidades). También es determinante, la ubicación de la napa freática, condición que sugiera diversas secciones, según sea conveniente.

Las vigas de cimentación irán amarrando las columnas y en el procedimiento de construcción, desde su encofrado, el curado será idéntico al empleado en una viga aérea o conformante del pórtico. Deberá respetarse las indicaciones y especificaciones vertidas en los planos respectivos planteados por el INFES.

El f_c será: 140 - 175 ó 210 Kg/cm². según se indique en los planos respectivos y el $f_y = 4,200$ Kg/cm².

d) ZAPATAS

Llevarán zapatas todas las columnas que por exigencia estructural tengan que llevarlas debido a la carga que van a transmitir. El dimensionamiento respectivo se especifica en planos, los cuales también contemplan el uso de falsas zapatas con el fin de alcanzar el nivel especificado.

Los bordes de la zapata se encofrarán específicamente. Tanto la dosificación de la mezcla como el armado de la zapata y el anclaje de la armadura de las columnas, son comprobadas en obra por el Supervisor.

El f_c será: 140 - 175 ó 210 Kg/cm². según se indique en los planos respectivos y el $f_y = 4,200$ Kg/cm².

1.3.2 ALBAÑILERIA

Las obras de albañilería comprenden la construcción de muros, tabiques y parapetos en mampostería de ladrillo de arcilla, de concreto o sílico calcáreos Tipo IV según consta en planos.

De usarse ladrillo de arcilla el muro deberá ser caravista barnizado o tarrajado pintado según detalle de planos.

De usarse ladrillo de concreto o sílico calcáreo el muro deberá ser tarrajado y pintado.

1.3.2.1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

La unidad de albañilería no debe tener materias extrañas en sus superficies o en su interior.

La unidad de albañilería de arcilla debe ser elaborada a máquina, en piezas enteras y sin defectos físicos de presentación, cocido uniforme, acabado y dimensiones exactas, tener un color uniforme y no presentar vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico. La unidad de albañilería no debe tener resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia.

La unidad de albañilería deberá tener las siguientes características:

Dimensiones 0.24 x 0.13 x 0.09 m. en promedio.

Resistencia Mínima a la compresión 130 kg/cm² (f_b).

Sección Sólido o macizo, con perforaciones máximo hasta un 30%

Superficie Homogéneo de grano uniforme con superficie de asiento rugoso y áspero.

Coloración Rojizo amarillento uniforme e inalterable, para el ladrillo de arcilla, gris para el de concreto y blanco para el sílico calcáreo.

La resistencia a la compresión de la albañilería (f_m) será de 50 kg/cm^2 , de acuerdo a lo indicado en los planos.

La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (f_b) se obtiene dividiendo la carga de rotura entre el área neta para unidades de albañilería huecas y entre el área bruta para unidades de albañilería sólidas.

Deberá usarse unidades de albañilería que cumplan con el tipo IV de la Norma Peruana de Albañilería (E.070).

La calidad de las unidades de albañilería a adquirirse, deben verificarse siguiendo las pautas de muestreo y ensayo indicadas en las Normas ITINTEC pertinentes.

Cualquier tipo de ladrillo usado deberá ser aprobado por el Ingeniero Supervisor antes de ser colocado en obra.

1.3.2.2 MORTERO

Para el preparado del mortero se utilizará los siguientes materiales: aglomerantes y agregado, a los cuales se les agregará la cantidad de agua que de una mezcla trabajable. Los materiales aglomerantes serán Cemento Portland y Cal Hidratada.

El agregado será arena natural, libre de materia orgánica con las siguientes características:

a) Granulometría

MALLA ASTM No.	% <u>QUE</u> PASA
4	100
8	95 -100
100	25 (máx.)
200	10 (máx.)

b) Módulo de fineza : de 1.6 a 2.5

Proporción cemento - cal - arena de 1:1:5 para los muros, salvo indicación contraria en planos. El agua será potable, limpia, libre de ácidos y materia orgánica.

Cabe resaltar que en la construcción de los muros de Albañilería se deben verificar que se cumplan las siguientes pautas :

a) Que los muros se construyan a plomo y en línea.

b) Que todas las juntas horizontales y verticales, queden completamente llenas de mortero.

c) Que el espesor de las juntas de mortero sea como mínimo 10 mm. y en promedio de 15 mm.

d) Que las unidades de albañilería se asienten con las superficies limpias y sin agua libre, pero con el siguiente tratamiento previo:

- Para unidades sílice calcáreas: limpieza del polvillo superficial
- Para unidades de arcilla de fabricación industrial: inmersión en agua inmediatamente antes del asentado.

e) Que se mantenga el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado. El plazo del reemplado no excederá la fragua inicial del cemento.

f) El mortero será preparado sólo en la cantidad adecuada para el uso de una hora, no permitiéndose el empleo de morteros remezclados.

g) Que no se asiente más de un 1.20 m. de altura de muro en una jornada de

trabajo.

h) Que no se atenta contra la integridad del muro recién asentado.

i) Que en el caso de albañilería armada con el acero de refuerzo colocado en alvéolos de la albañilería, estos queden totalmente llenos de concreto fluido.

j) Que las instalaciones se coloquen de acuerdo a lo indicado en el Reglamento. Los recorridos de las instalaciones serán siempre verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para alojarlas.

Cuando los muros alcancen la altura de 50cms., se correrá cuidadosamente una línea de nivel sobre la cual se comprobará la horizontalidad del conjunto aceptándose un desnivel de hasta 1/200 que podrá ser verificado promediándolo en el espesor de la mezcla en no menos de diez hiladas sucesivas.

En caso de mayor desnivel se procederá a la demolición del muro. En todo momento se debe verificar la verticalidad de los muros no admitiéndose un desplome superior que 1 en 600.

Por cada vano de puerta se deben empotrar 6 tacos de madera de 2" x 4" y de espesor igual al muro para la fijación del marco de madera.

En el encuentro de muros se exigirá el levantamiento simultáneo de ellos para lo cual se proveerá del andamiaje para el ensamble de muros adyacentes.

En muros de ladrillo limpio o cara vista, se dejará juntas no mayores de 1.5 cm., y se usará ladrillos escogidos para este tipo de acabado.

1.3.2.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES

Para zonas de la Costa en la que no exista abastecimiento oportuno y comprobado por la Supervisión de ladrillos de arcilla maquinados se podrá usar ladrillo sílice calcáreo u otro tipo de unidad de albañilería, siempre que esta

cumpla la resistencia mínima a la compresión detallada en los planos y certificada con los resultados de los ensayos realizados por una Laboratorio responsable.

De presentarse este caso el muro deberá ser tarrajado y pintado por ambas caras.

CAPITULO 2 : MODELAMIENTO ESTRUCTURAL DE 5 MODULOS DEL SISTEMA 780 USANDO EL SOFTWARE ETABS

En el presente capítulo veremos todo lo concerniente al modelamiento estructural usando el programa de cómputo ETABS del Módulo 2 Aulas – 2 Pisos del Sistema 780 para tener una mejor idea de los parámetros que el programa exige así como de las consideraciones hechas.

Se escogió este Módulo 2 Aulas – 2 Pisos (Módulo 2A-2P) por ser el de menor cantidad de aulas y el de menor número de pisos para mostrar en forma resumida y clara los principales aspectos en el proceso de Modelamiento de la estructura real en el programa usado, pero en lo que respecta a los demás Módulos el procedimiento es el mismo.

2.1 GEOMETRIA BASICA

A continuación se presentan los planos en planta de los encofrados de techo del Módulo 2A-2P para ver sus dimensiones reales (figuras 2.1 y 2.2).

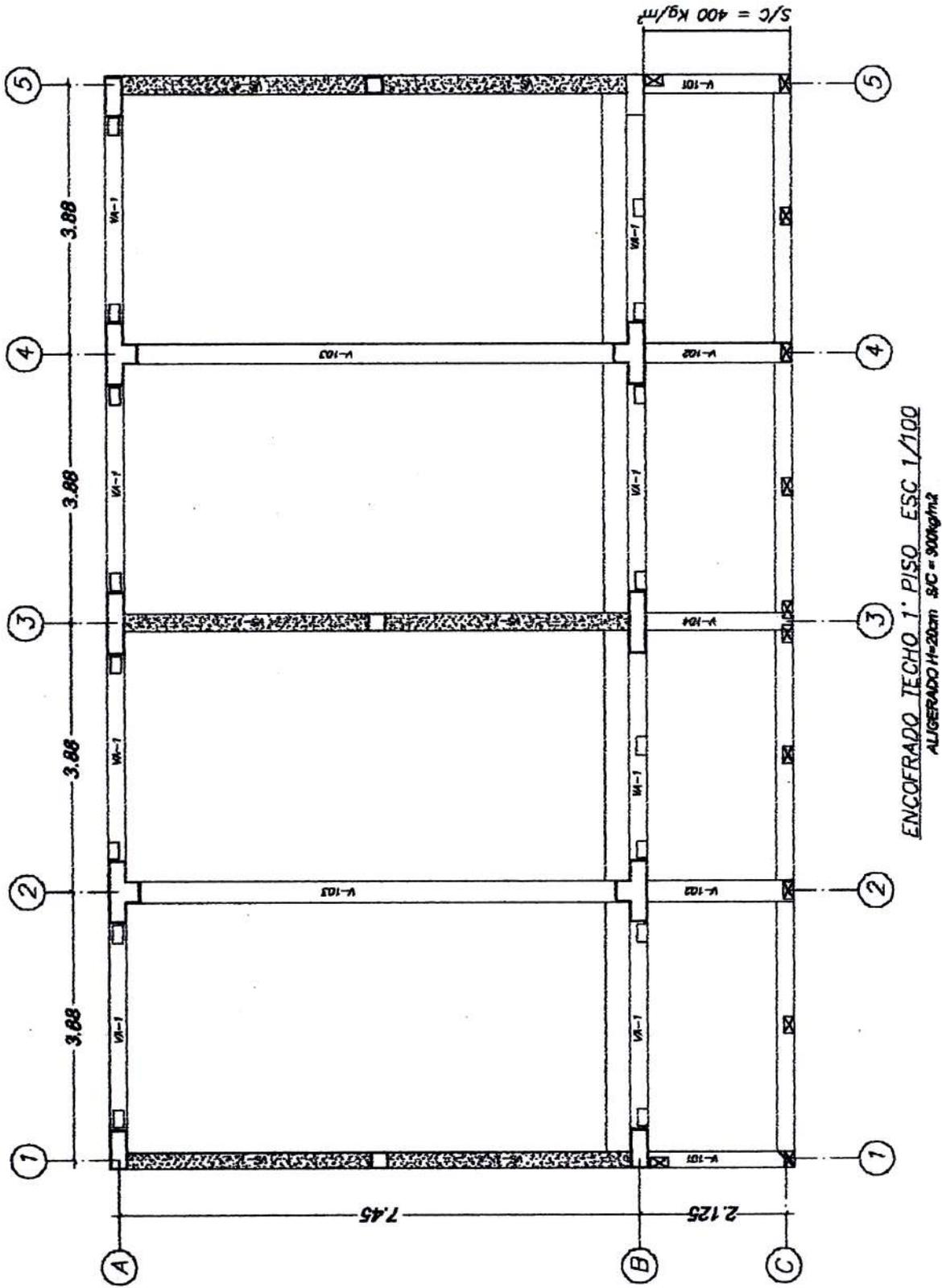


Figura 2.1 PLANTA ENCOFRADO DE TECHO 1° PISO – MODULO 2 AULAS-2 PISOS (ESC 1/100)

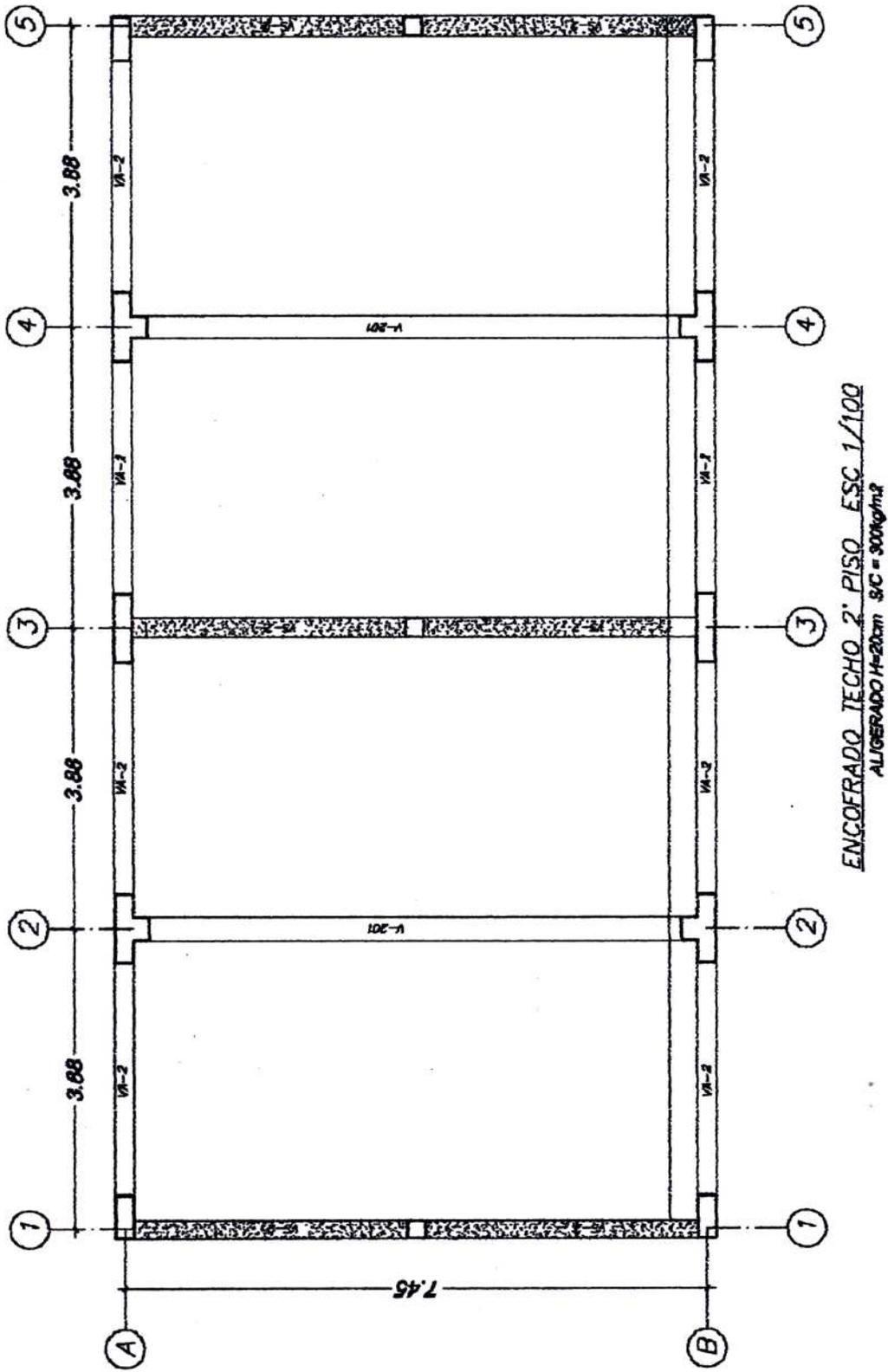


Figura 2.2 PLANTA ENCOFRADO DE TECHO 2° PISO – MODULO 2 AULAS-2 PISOS (ESC 1/100)

De las figuras anteriores podemos distinguir claramente las luces entre los ejes principales 1, 2, 3, 4 y 5 (que realmente es de 3.875 m, por lo que en el plano aparece la magnitud redondeada) ; así como entre los ejes A, B y C (entre A y B viene a ser 7.45 m; entre B y C viene a ser de 2.125m).

Cabe resaltar que en el Modelamiento se consideró un eje mas que viene a ser A' (como eje secundario) para la colocación de una columna justo a la mitad de la distancia entre los ejes A y B para cumplir la condición de que el largo de un muro no puede ser mayor a 2 veces su altura, siendo las alturas consideradas en el modelo de **3.70 m para el primer piso** (considerada desde el centro de gravedad de la losa del 1° piso hasta el nivel donde empieza la cimentación) y de **3.25 m para el segundo piso** (considerada desde el centro de gravedad de la losa del 1° piso hasta el centro de gravedad de la losa del 2° piso).

Por lo tanto el cuadro de datos de la Geometría Básica para este Módulo vendrían a ser los mostrados en las figuras 2.3 y 2.4.

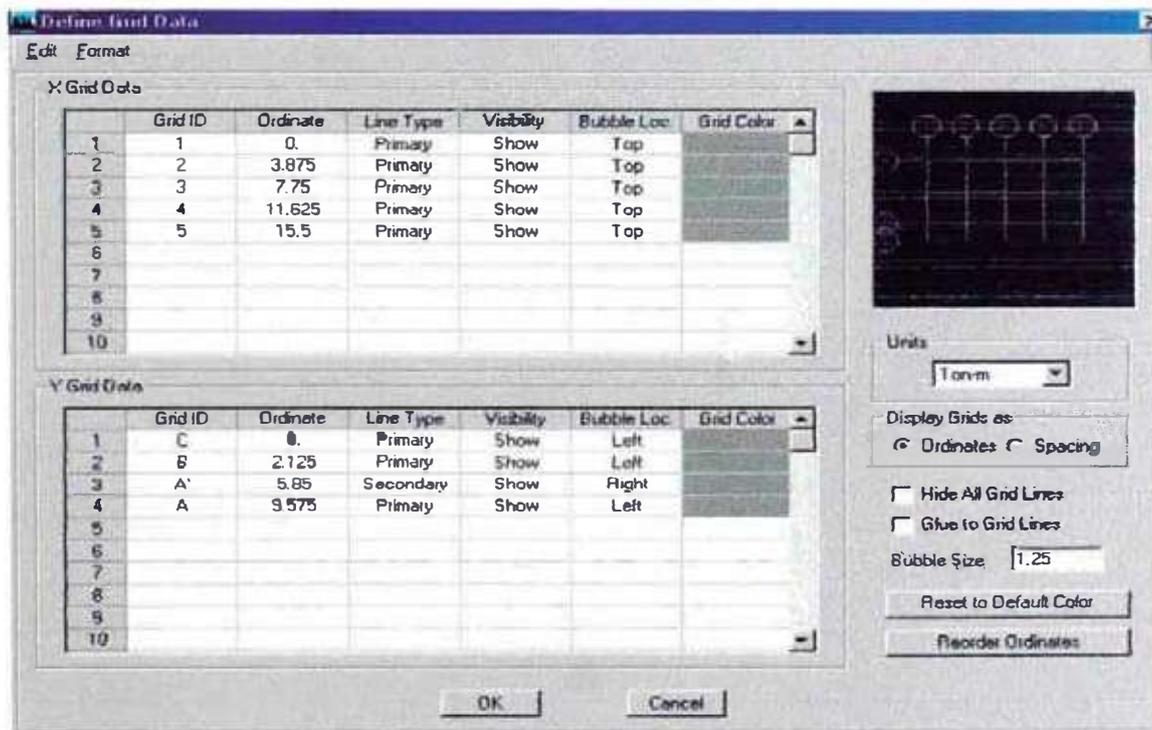


Figura 2.3 Cuadro de definición de la Geometría Plana del Módulo 2A-2P (Ejes X e Y)

Ya definida la geometría del Módulo pasaremos a ver lo concerniente a la definición de materiales.

2.2 MATERIALES

Tomando como base los materiales descritos en el capítulo anterior, estas serán las características principales de los materiales a usarse en el software :

CONCRETO

- Peso por unidad de volumen = 2.40 Tn/m^3 .
- $f_c = 2100 \text{ Tn/m}^2$.
- Módulo de Elasticidad = $15000(f_c)^{1/2} = 2173707 \text{ Tn/m}^2$.

Material Property Data	
Material Name	
Display Color	Color
Type of Material	Type of Design
<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic	Design
Analysis Property Data	Design Property Data (ACI 318-93)
Mass per unit Volume	Specified Conc Comp Strength, f'c
Weight per unit Volume	Bending Reinf. Yield Stress, fy
Modulus of Elasticity	Shear Reinf. Yield Stress, fys
Poisson's Ratio	<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete
Coeff of Thermal Expansion	Shear Strength Reduction Factor
Shear Modulus	
OK	Cancel

Figura 2.6 Cuadro de propiedades del Concreto usados en el programa.

ALBAÑILERÍA

- Peso por unidad de volumen = 1.90 Tn/m^3 .
- $f_m = 500 \text{ Tn/m}^2$.
- Módulo de Elasticidad = $500 \times F'm = 250000 \text{ Tn/m}^2$.

Hay que señalar que en el programa se le denominó al material de albañilería como un nuevo material llamado **MAMP**, tal como se muestra en la siguiente figura :

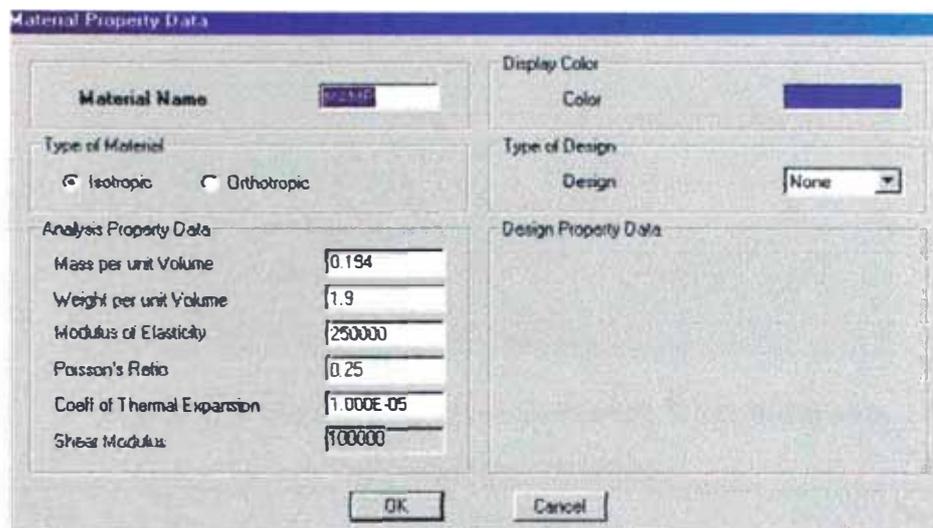


Figura 2.7 Cuadro de propiedades del material MAMP (para albañilería)

Ahora veamos lo concerniente a las secciones de columnas y vigas así como la definición de los muros transversales y losas aligeradas.

2.3 DEFINICIÓN DE SECCIONES, MUROS Y LOSAS

2.3.1 SECCIONES DE COLUMNAS Y VIGAS

Acorde con los planos de cimentación y planos de encofrados mostrados en figuras anteriores, se definen las siguientes secciones:

SECCIONES DE COLUMNAS

Nombre	Tipo	Ubicación	Ancho (m)	Largo (m)
C-1	Rectangular	A,1 / A,5 / B,1 / B,5	0.25	0.58
C-2	Tee	A,2 / A,4 / B,2 / B,4	0.45	0.90
C-3	Rectangular	A,3 / B,3	0.25	0.90
C-4	Rectangular	A',1 / A',3 / A',5	0.25	0.25

* ver fig 2.8

Tabla 2.1 Secciones Transversales de las Columnas usadas en el Módulo.

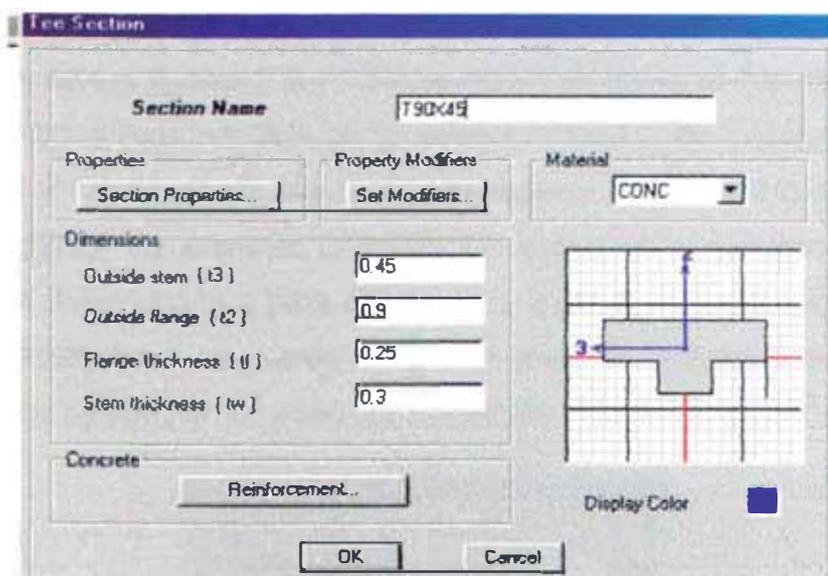


Figura 2.8 Geometría de la Columna T considerada.

SECCIONES DE VIGAS

Nombre	Tipo	Ubicación	Ancho (m)	Peralte (m)
VA-1	Rectangular	1° Piso - Eje A y Eje B	0.25	0.55
VA-2	Rectangular	2° Piso - Eje A y Eje B	0.25	0.55
VS-1	Rectangular	1° Piso - Eje 1, Eje 2 y Eje 3 (sólo sobre los muros)	0.25	0.55
VS-2	Rectangular	2° Piso - Eje 1, Eje 2 y Eje 3 (sólo sobre los muros)	0.25	0.55
V-101	Rectangular	1° Piso - Eje 1 y Eje 5 (sólo en la zona de pasadizo)	0.25	0.55
V-102	Rectangular	1° Piso - Eje 2 y Eje 4 (sólo en la zona de pasadizo)	0.30	0.55
V-103	Rectangular	1° Piso - Eje 2 y Eje 4 (sólo en la zona interna para aulas)	0.30	0.70
V-104	Rectangular	1° Piso - Eje 3 (sólo en la zona de pasadizo)	0.25	0.55
V-203	Rectangular	2° Piso - Eje 2 y Eje 4 (sólo en la zona interna para aulas)	0.30	0.70

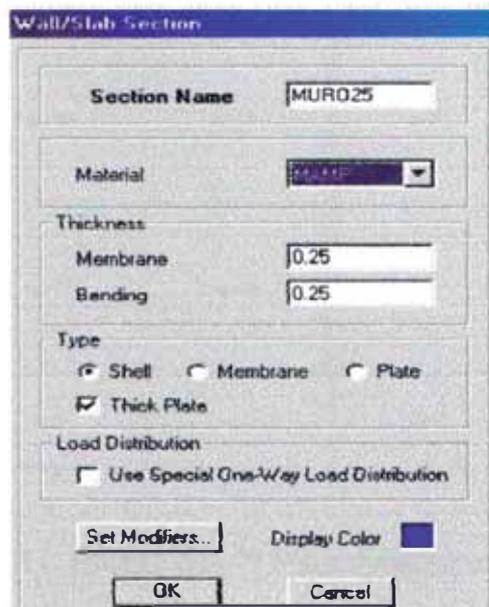
Tabla 2.2 Secciones Transversales de las Vigas usadas en el Módulo.

Es importante recalcar que en el proceso de asignar las secciones definidas para crear los elementos denominados **FRAME** (barras tridimensionales) que vienen a ser las columnas y vigas, hay que tener cuidado con los ejes locales de dichos elementos, ya que hay que verificar que la dirección de los mismos estén orientados de la manera correcta, tal y como se muestra en los planos anteriores, poniendo especial énfasis en el caso de las columnas T que por defecto no aparecen con la orientación correcta, por lo que se les tiene que rotar.

2.3.2 DEFINICION DE MUROS Y LOSAS

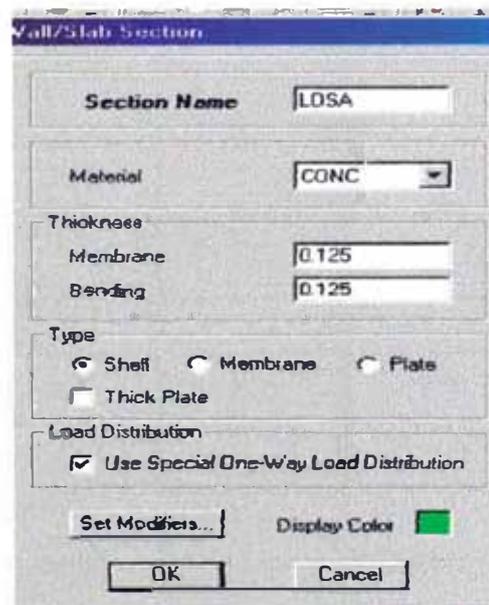
Para la definición de muros utilizaremos elementos tipo **WALL** (modelado como cáscara) y para losas, elementos tipo **SLAB** (modelado como cáscara).

A continuación, en las figuras 2.9 y 2.10 se muestran como se han definido los elementos **MURO25** (que consiste en un elemento WALL, de material MAMP y que va a simular los muros de albañilería de espesor 25 cm.) y **LOSA** (que es un elemento SLAB, de material CONCRETO y que va a simular las losas aligeradas). Se determinó que para simular una losa aligerada de 20 cm. cuyo peso es de 300Kg/cm² se puede usar una losa de concreto de espesor 0.125m. que nos da también un peso por unidad de área de 300Kg/m².



The screenshot shows the 'Wall/Slab Section' dialog box for element MURO25. The 'Section Name' field contains 'MURO25'. The 'Material' dropdown is set to 'MAMP'. Under the 'Thickness' section, both 'Membrane' and 'Bending' are set to '0.25'. In the 'Type' section, 'Shell' is selected with a radio button, and 'Thick Plate' is checked with a checkbox. The 'Load Distribution' section has 'Use Special One-Way Load Distribution' unchecked. At the bottom, there are buttons for 'Set Modifiers...', 'Display Color' (with a blue color swatch), 'OK', and 'Cancel'.

Figura 2.9 Cuadro de definición del elemento MURO25.



The screenshot shows the 'Wall/Slab Section' dialog box for element LOSA. The 'Section Name' field contains 'LOSA'. The 'Material' dropdown is set to 'CONC'. Under the 'Thickness' section, both 'Membrane' and 'Bending' are set to '0.125'. In the 'Type' section, 'Shell' is selected with a radio button, and 'Thick Plate' is unchecked. The 'Load Distribution' section has 'Use Special One-Way Load Distribution' checked. At the bottom, there are buttons for 'Set Modifiers...', 'Display Color' (with a green color swatch), 'OK', and 'Cancel'.

Figura 2.10 Cuadro de definición del elemento LOSA.

Ahora que ya están definidos los elementos FRAME para vigas y columnas, WALL (MURO25) para los muros de albañilería transversales y elementos SLAB (LOSA) para las losas aligeradas, asignamos estos elementos a la geometría definida y obtendremos un Modelo como se muestra en las figuras 2.11 a 2.13.

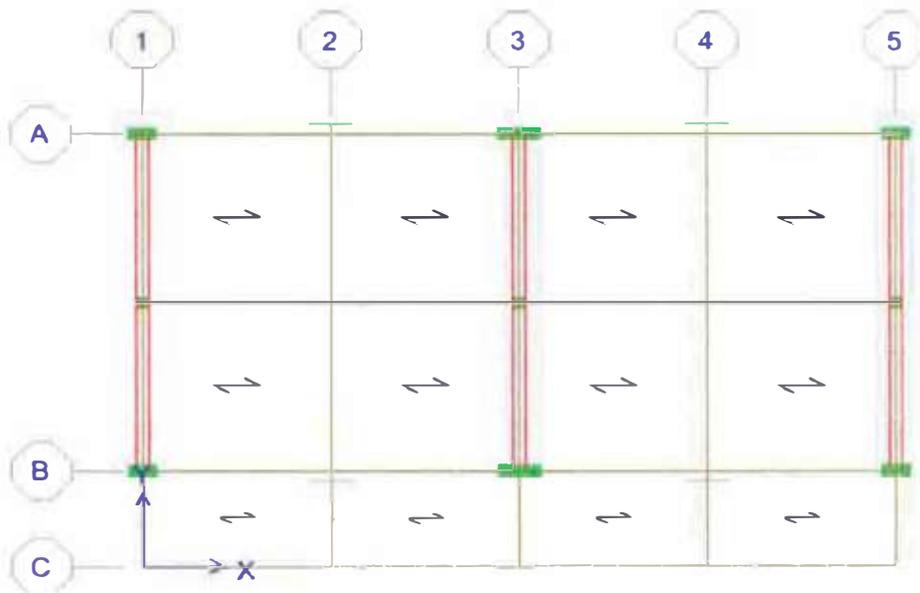


Figura 2.11 Planta del 1º Piso mostrando sus elementos.

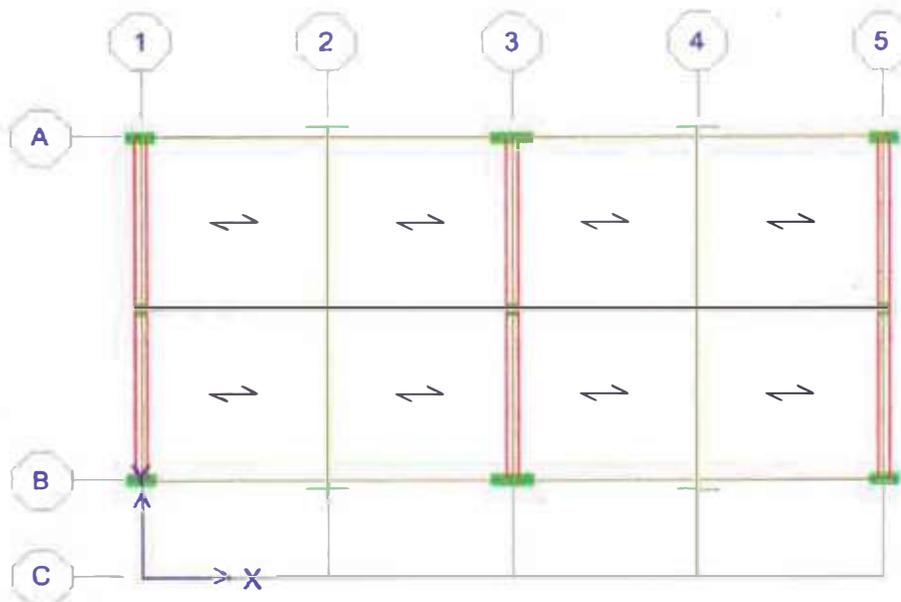


Figura 2.12 Planta del 2º Piso mostrando sus elementos.

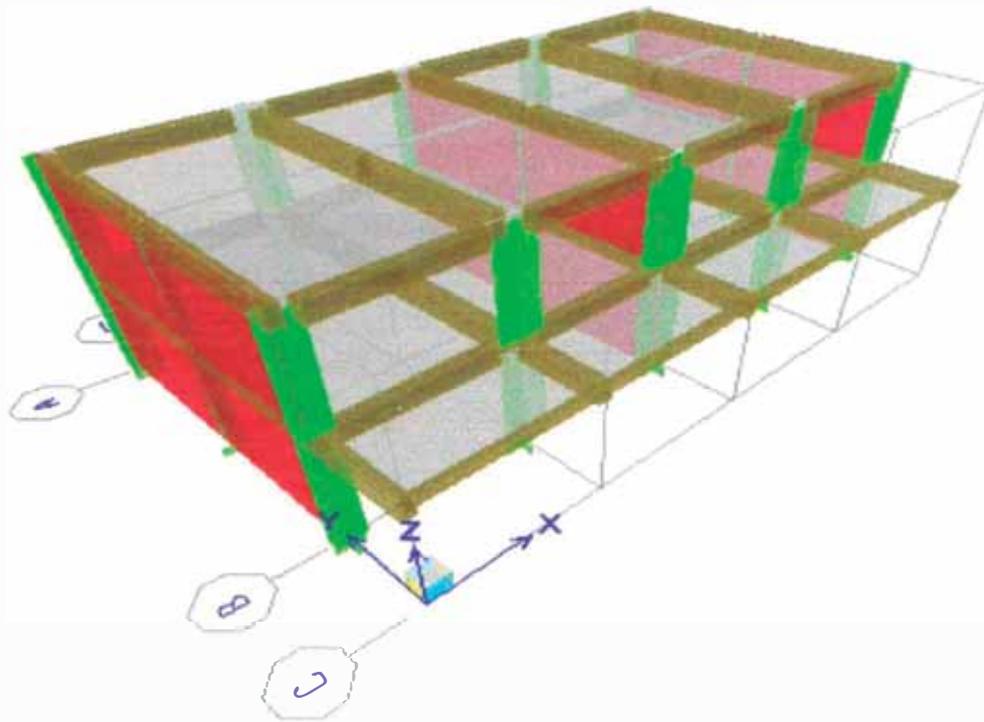


Figura 2.13 Vista en 3D del Módulo con todos sus elementos (vigas, columnas, muros y losas)

Es importante señalar que los nudos en la base se han considerado como empotrados ya que viene a ser el inicio de la cimentación. Ahora que ya está definido todas las cargas por peso propio, pasaremos a definir todo lo relacionado a los sistemas de carga .

2.4 SISTEMAS DE CARGA

Se consideraron 4 sistemas de carga :

D : cargas permanentes o muertas.

L1 : cargas vivas aplicadas en las Aulas de una magnitud de 0.30 Tn/m^2 .

L2 : cargas vivas aplicadas en el pasadizo de una magnitud de 0.40 Tn/m^2 .

L3 : cargas vivas aplicadas en la azotea de una magnitud de 0.10 Tn/m^2 .

Estas magnitudes de cargas vivas están tomadas de acuerdo al la Norma de Cargas E.020.

En lo que respecta a la definición de los sistemas de carga, su aplicación y magnitudes, se presentan las siguientes figuras 2.14 a 2.17 para su mejor entendimiento.

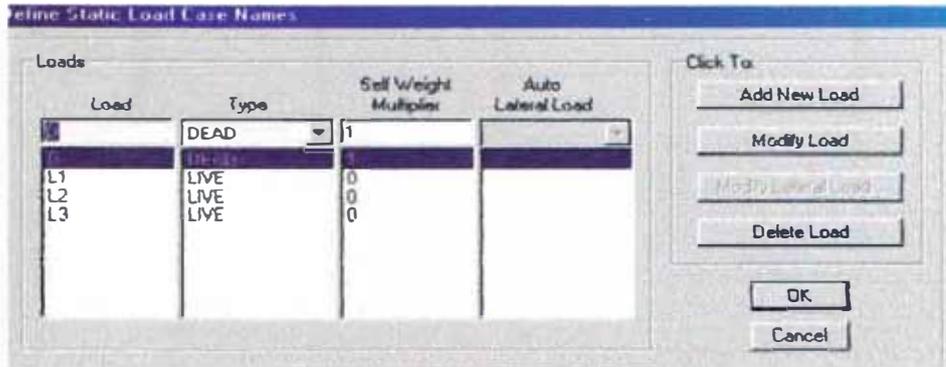


Figura 2.14 Definición de los sistemas de carga.

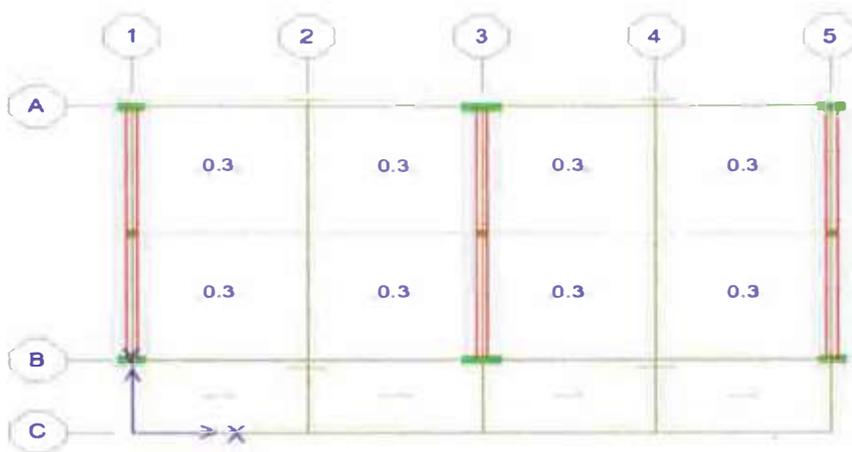


Figura 2.15 Aplicación de Carga Viva L1 en Aulas ($L1=0.3 \text{ Tn/m}^2$)

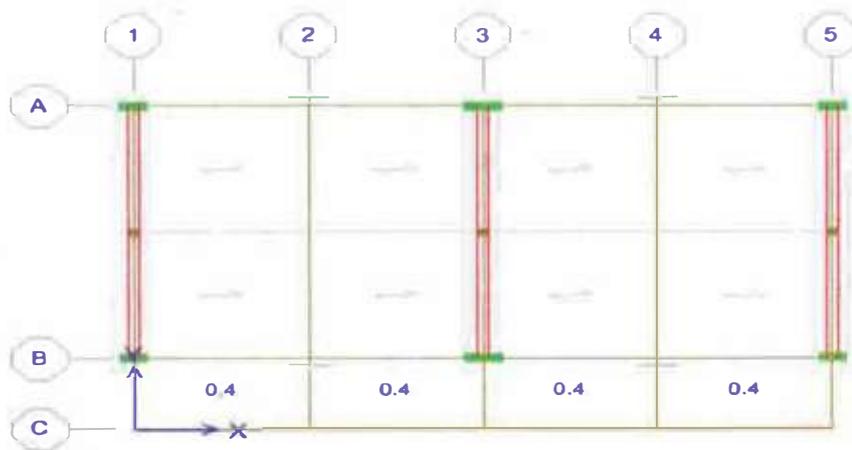


Figura 2.16 Aplicación de Carga Viva L2 en Pasadizo ($L2=0.4 \text{ Tn/m}^2$)

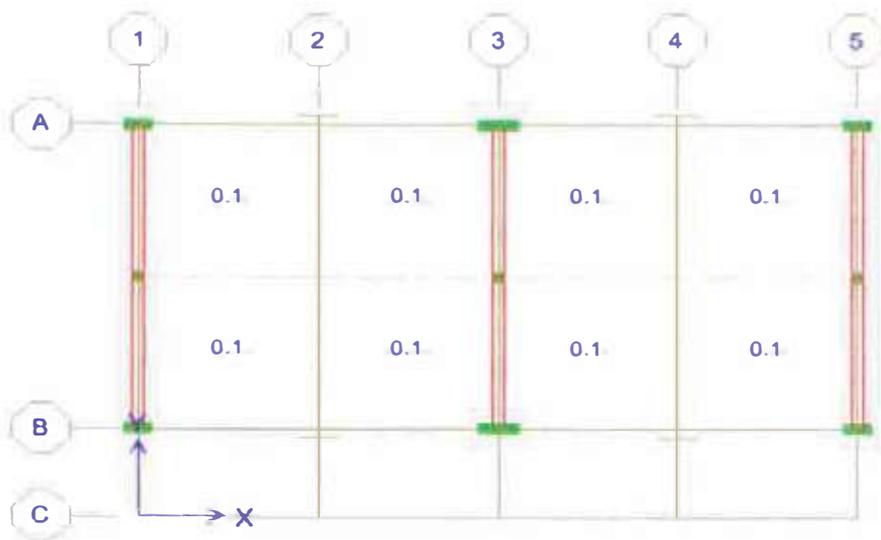


Figura 2.17 Aplicación de Carga Viva L3 en Azotea ($L3=0.1 \text{ Tn/m}^2$)

Se consideró también como parte de las cargas permanentes, 100 Kg/m^2 de acabados en ambos pisos y el peso de los muros longitudinales como cargas repartidas.

Ya definidos las cargas estáticas, definimos las cargas dinámicas, las cuales denominaremos SX y SY. Sin embargo es necesario definir primero los espectros a usarse. Para ello realizamos los siguientes cálculos:

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Sea:

$$C_s = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R}$$

Calculamos C_s para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)				Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)			
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3		SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113	0.131
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225	0.263
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300	0.350

Sa LONGITUDINALES (EJE X-X)				Sa TRANSVERSALES (EJE Y-Y)			
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3		SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.690	0.828	0.966	ZONA 1	0.920	1.104	1.288
ZONA 2	1.380	1.655	1.931	ZONA 2	1.839	2.207	2.575
ZONA 3	1.839	2.207	2.575	ZONA 3	2.453	2.943	3.434

Con los cálculos de la página anterior hemos obtenido los espectros para las 3 zonas sísmicas y los 3 tipos de suelo que establece la Norma. Es claro que se han definido para cada caso, 2 tipos de espectros, uno longitudinal y otro transversal. A continuación, ya definidos los espectros correspondientes, se muestran las definiciones de las cargas dinámicas SX y SY en las figuras 2.18 y 2.19.

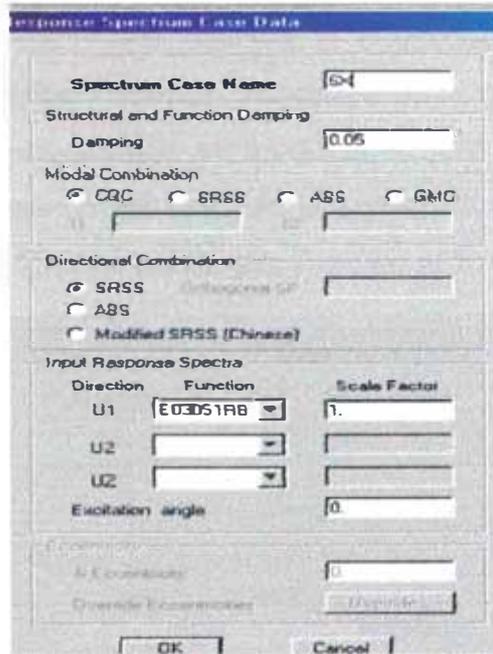


Figura 2.18 Definición de SX para Suelo 1 y R=8

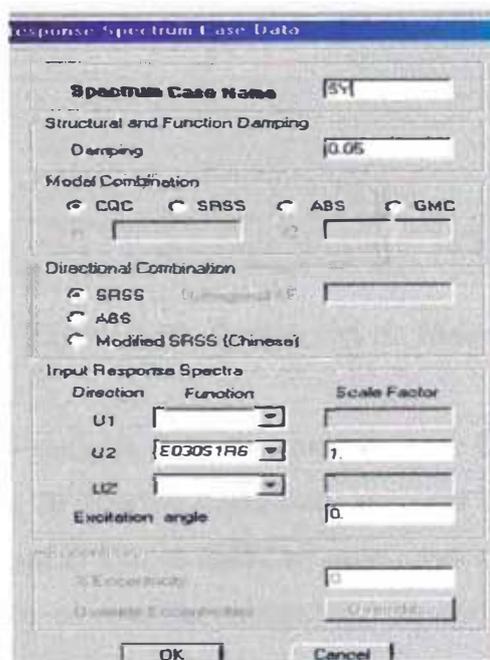


Figura 2.19 Definición de SY para Suelo 1 y R=6

En el modelamiento de todos los Módulos se consideraron combinaciones de carga (entre la carga muerta, viva y de sismo) que para el objetivo del presente trabajo no son importantes ya que no intervienen en el cálculo de distorsiones ni afectan en las cortantes en los muros si es que van a ser chequeados por esfuerzos admisibles.

Como último paso es necesario definirle al programa las masas que este considerará para el Análisis Dinámico, mostrado en la figura 2.20. Además de considerar las cargas permanentes, se adicionan el 50% de las cargas vivas en el 1° Piso y el 25% de las cargas vivas en la azotea. Si se trataran de Módulos de 3 Pisos, se tomarían 50% de las cargas vivas en el 1° y 2° Piso.

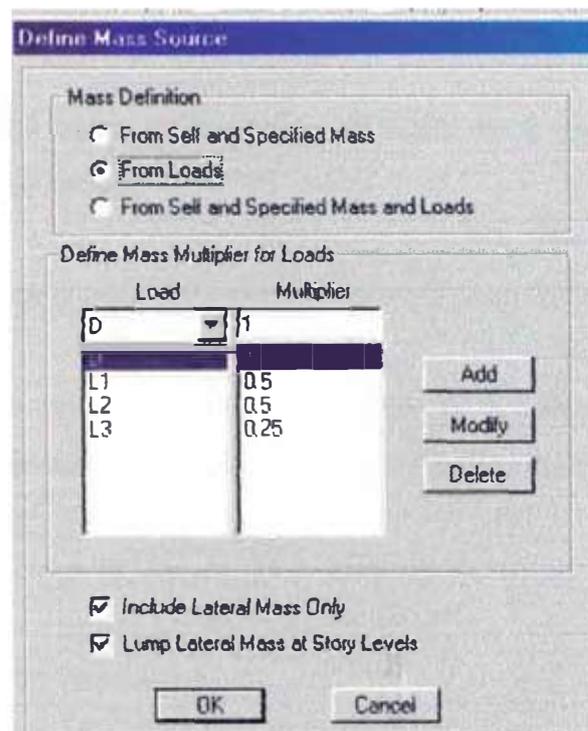


Figura 2.20 Definición de Masas.

Para culminar, hay que señalar que se consideraron Diafragmas Rígidos por cada piso con 3 grados de libertad cada uno, es decir desplazamientos en los ejes X e Y y giro en el eje Z. Por lo tanto en este caso particular del Módulo de 2 Aulas – 2 Pisos, para el análisis respectivo, se consideraron 6 formas de modo, tal y como lo muestra la figura 2.21.

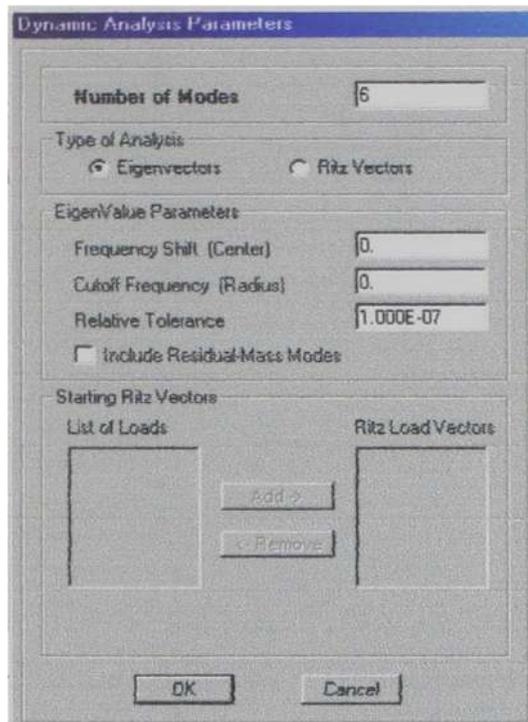


Figura 2.21 Cuadro de los parámetros para Análisis Dinámico.

Si estuviéramos en el caso de cualquier Módulo de 3 Pisos, entonces se considerará 9 formas de modo.

También se considerará el efecto P-Delta en las opciones de análisis.

Culminado esta parte de introducción de datos al programa se procede a ejecutar el mismo para comenzar a analizar los resultados, los cuales veremos en el siguiente capítulo.

CAPITULO 3 : EVALUACION DE DESPLAZAMIENTOS CON LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E030-2003 Y ESFUERZOS DE CORTE EN MUROS CON LA NORMA E.070 DE ALBAÑILERÍA.

En este capítulo veremos todo lo concerniente a los resultados que el programa arroja para los 5 Módulos planteados, así como la interpretación de los mismos para obtener parámetros importantes tales como son :

- Distorsiones Angulares.
- Esfuerzos de Corte en los muros.
- Cortantes Dinámicos y Cortantes Estáticos.

Por lo tanto se generarán cuadros resumen de los principales parámetros arriba mencionados. Es importante señalar que en este capítulo se presentan resultados de los Análisis de los 5 Módulos considerando excentricidad accidental 0% y excentricidad accidental 5% en el eje X-X, es decir que el Centro de Masa se desplaza 5% de su longitud total en X hacia un lado.

En este caso de excentricidad accidental 5% en el eje X-X va a ser notorio el incremento de las fuerzas cortantes en los muros, los cuales van a incrementar también sus esfuerzos de corte y siendo uno de nuestros parámetros a analizar los esfuerzos de corte, pues era imprescindible considerar el efecto de excentricidad en este eje. En lo que respecta a distorsiones se van a poder verificar que estos prácticamente no cambian.

En este capítulo no se presenta el Análisis de los Módulos para el caso de excentricidad accidental en el eje Y-Y debido a que primero, no afecta en una gran proporción los valores de las distorsiones, y segundo las fuerzas cortantes en los muros disminuyen, por lo que el caso más crítico ocurriría considerando la excentricidad accidental en el eje X-X.

Partiendo de la idea de que por ejemplo el caso de excentricidad accidental puede suceder cuando al momento de un sismo, la carga viva no se encuentra repartida uniformemente sino sobrecargada en algunas aulas y en otras no es que para lograr ese 5% de excentricidad accidental en el eje X-X se movió la carga viva hacia un lado y así concentrar mas masa hacia ese lado trayendo por consiguiente el movimiento del centro de masa hasta la posición requerida. Relacionando esto con la realidad, este procedimiento puede ser tomado para simular el caso de la ocurrencia de un sismo justo en el instante que hay concentración de gente en una de las aulas y en las otras no, por lo que habría una mayor concentración de masas en el aula sobrecargada y esto generaría a su vez el traslado del centro de masa hacia donde se concentra mayor masa.

Entonces, para ver los resultados de los Análisis de los 5 Módulos para las 3 zonas sísmicas y los 3 tipos de suelo planteados por la Norma, se mostrarán los cuadros correspondientes a cada Módulo (Distorsiones, Esfuerzos de Corte, Verificación de Cortantes Dinámicos vs. Cortantes Estáticos y Relaciones de Participación Modal de las Masas) para el caso de excentricidad 0% y 5% en el eje X-X.

3.1 ANALISIS DE LOS 5 MODULOS CON EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%

En los cuadros que presentan los resultados de las distorsiones, estas ya han sido multiplicadas por el factor 0.75R que indica la norma (R=8 en el eje X y R=6 en el eje Y).

Para el caso de los cuadros que presentan los esfuerzos de corte en los muros, estos han sido calculados dividiendo las cortantes generadas en los muros por el Sismo en la dirección Y-Y entre el área transversal de los muros. A su vez, para calcular los esfuerzos resistentes de los mismos muros, se aplico la fórmula planteada por la Norma de Albañilería :

$$\text{Esfuerzo resistente} = 1.8 + 0.18 \times (f_d) \quad \text{Kg/cm}^2$$

Donde :

f_d : esfuerzo de compresión causado por las cargas muertas actuantes sobre el muro (Kg/cm^2).

Además se consideró la constante 1.8 ya que el mortero que se usa tiene cal.

Para los cuadros de verificación de cortantes se consideró el 80% del cortante estático debido a que los Módulos planteados son considerados **REGULARES**.

3.1.1 MODULO DE 2 AULAS Y 2 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.1 a 3.3. Se nota que las distorsiones calculadas son menores a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros también son de magnitud menores a los admisibles para todos los casos estudiados.

3.1.2 MODULO DE 3 AULAS Y 2 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.4 a 3.6. Se nota que las distorsiones calculadas son ligeramente mayores a las del módulo anterior pero menores a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros también son de magnitud menores a los admisibles para todos los casos estudiados.

3.1.3 MODULO DE 4 AULAS Y 2 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.7 a 3.9. Se nota que las distorsiones calculadas son menores a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros también son de magnitud menores a los admisibles para todos los casos estudiados, pero comparados con los del módulo anterior estas han aumentado y para el caso de un suelo 3 y zona 3 los esfuerzos van acercándose al admisible.

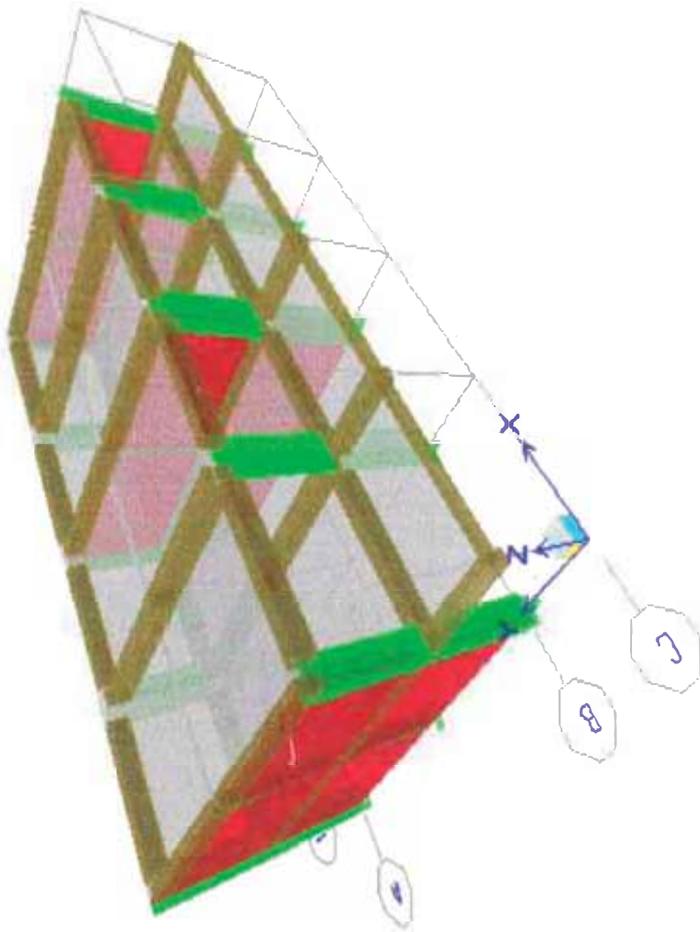
3.1.4 MODULO DE 2 AULAS Y 3 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.10 a 3.12. Se nota que las distorsiones calculadas son menores, pero muy cercanas en el caso de la zona 3 y suelo 3, a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros también son de magnitud menores a los admisibles salvo en el caso de la zona 3 y suelo 3 donde el esfuerzo actuante supera al admisible.

3.1.5 MODULO DE 3 AULAS Y 3 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.13 a 3.15. Se nota que las distorsiones calculadas son menores, pero muy cercanas en el caso de la zona 3 y suelo 3, a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros también son de magnitud menores a los admisibles salvo en el caso de la zona 3 para suelo 3 y suelo 2 donde los esfuerzos actuantes superan a los admisibles.

MODULO 2 AULAS – 2 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%



MODULO 2 AULAS - 2 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

R eje x (longitudinal) = 8

R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X		SISMO Y	
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
1	1	0.0009000	0.0007920	0.0001935	0.0001260
	2	0.0010800	0.0009540	0.0002340	0.0001485
	3	0.0012600	0.0011100	0.0002745	0.0001755
2	1	0.0018000	0.0015840	0.0003915	0.0002475
	2	0.0021600	0.0019020	0.0004680	0.0002970
	3	0.0025200	0.0022200	0.0005490	0.0003465
3	1	0.0024000	0.0021180	0.0005220	0.0003330
	2	0.0028800	0.0025380	0.0006255	0.0003960
	3	0.0033540	0.0029640	0.0007290	0.0004635

Tabla 3.1 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 2 AULAS - 2 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm^2) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm^2) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2					
		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO	
		σ_{act}	σ_{res}										
1	1	0.422	2.047	OK!	0.433	2.081	OK!	0.188	1.928	OK!	0.213	1.950	OK!
	2	0.506	2.047	OK!	0.520	2.081	OK!	0.226	1.928	OK!	0.256	1.950	OK!
	3	0.590	2.047	OK!	0.607	2.081	OK!	0.263	1.928	OK!	0.299	1.950	OK!
2	1	0.843	2.047	OK!	0.866	2.081	OK!	0.376	1.928	OK!	0.427	1.950	OK!
	2	1.012	2.047	OK!	1.039	2.081	OK!	0.451	1.928	OK!	0.512	1.950	OK!
	3	1.181	2.047	OK!	1.213	2.081	OK!	0.527	1.928	OK!	0.598	1.950	OK!
3	1	1.124	2.047	OK!	1.155	2.081	OK!	0.502	1.928	OK!	0.569	1.950	OK!
	2	1.349	2.047	OK!	1.386	2.081	OK!	0.602	1.928	OK!	0.683	1.950	OK!
	3	1.574	2.047	OK!	1.617	2.081	OK!	0.702	1.928	OK!	0.797	1.350	OK!

Tabla 3.2 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

MODULO 2 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	18.8085	18.8085
STORY2	D2	9.9431	9.9431
Masa Total :		28.75	Tn-s2/m
Peso Total :		282.05	Tn.

Sea: Cs = Z.U.S.C
R

Calculamos Cs para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

	Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)			Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)		
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300

VERIFICACION V din. VS. V est. - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	19.832	15.865	18.36	OK!!
	2	23.798	19.039	22.04	OK!!
	3	27.765	22.212	25.71	OK!!
2	1	39.664	31.731	36.7	OK!!
	2	47.596	38.077	44.05	OK!!
	3	55.529	44.423	51.39	OK!!
3	1	52.885	42.308	48.95	OK!!
	2	63.462	50.770	58.74	OK!!
	3	74.039	59.231	68.54	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est. - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	26.442	21.154	25.26	OK!!
	2	31.731	25.385	30.31	OK!!
	3	37.019	29.616	35.36	OK!!
2	1	52.885	42.308	50.52	OK!!
	2	63.462	50.770	60.59	OK!!
	3	74.039	59.231	70.72	OK!!
3	1	70.513	56.411	67.35	OK!!
	2	84.616	67.693	80.80	OK!!
	3	98.719	78.975	94.28	OK!!

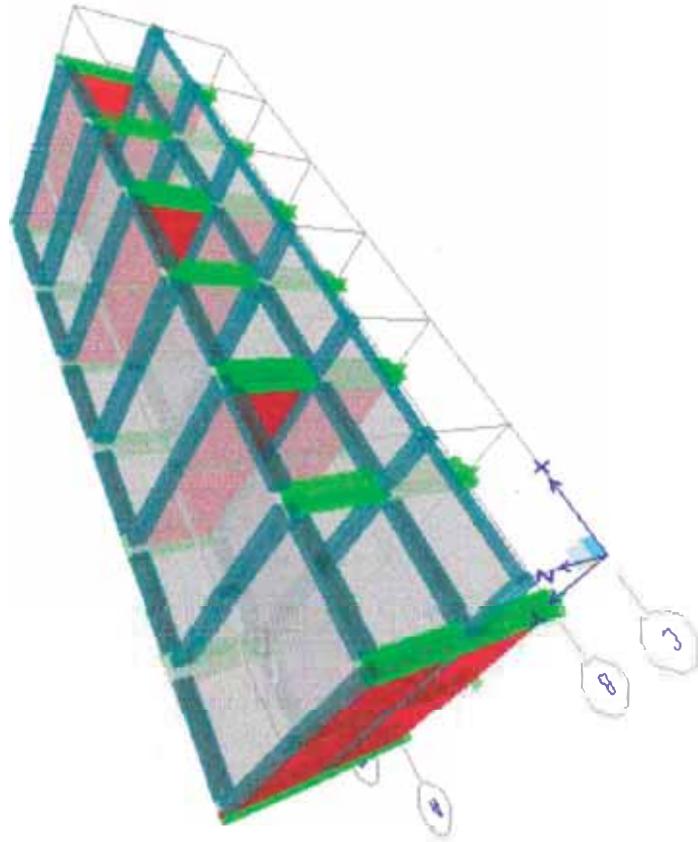
MODULO 2 AJULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.208238	92.208	0.000	92.208	0.000	0.000	99.918	0.000	0.000	99.918	0.000
2	0.092824	0.000	95.334	92.208	95.334	99.149	0.000	0.000	99.149	99.918	0.000
3	0.085689	0.134	0.000	92.342	95.334	0.000	0.017	94.361	99.149	99.934	94.362
4	0.065682	7.652	0.000	99.994	95.334	0.000	0.066	0.869	99.149	100.000	95.231
5	0.035743	0.000	4.667	99.994	100.000	0.851	0.000	0.000	100.000	100.000	95.231
6	0.032385	0.006	0.000	100.000	100.000	0.000	0.000	4.770	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.3 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 3 AULAS – 2 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%



MODULO 3 AULAS - 2 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

R eje x (longitudinal) = 8
 R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X		SISMO Y	
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
1	1	0.0009000	0.0008100	0.0002160	0.0001350
	2	0.0010800	0.0009720	0.0002565	0.0001620
	3	0.0012600	0.0011340	0.0003015	0.0001890
2	1	0.0017940	0.0016200	0.0004320	0.0002700
	2	0.0021540	0.0019440	0.0005175	0.0003240
	3	0.0025140	0.0022680	0.0006030	0.0003780
3	1	0.0023940	0.0021600	0.0005715	0.0003600
	2	0.0028740	0.0025920	0.0006885	0.0004320
	3	0.0033480	0.0030240	0.0008010	0.0005040

Tabla 3.4 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 3 AULAS - 2 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm²) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm ²) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2					
		MURO EXTERNO			MURO INTERNO			MURO EXTERNO			MURO INTERNO		
		σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act}<\sigma_{res}$									
1	1	0.451	2.047	OKI	0.467	2.081	OKI	0.197	1.928	OKI	0.226	1.950	OKI
	2	0.541	2.047	OKI	0.561	2.081	OKI	0.237	1.928	OKI	0.271	1.950	OKI
	3	0.631	2.047	OKI	0.654	2.081	OKI	0.276	1.928	OKI	0.317	1.950	OKI
2	1	0.901	2.047	OKI	0.935	2.081	OKI	0.394	1.928	OKI	0.452	1.950	OKI
	2	1.081	2.047	OKI	1.121	2.081	OKI	0.473	1.928	OKI	0.543	1.950	OKI
	3	1.261	2.047	OKI	1.309	2.081	OKI	0.552	1.928	OKI	0.633	1.950	OKI
3	1	1.201	2.047	OKI	1.246	2.081	OKI	0.526	1.928	OKI	0.603	1.950	OKI
	2	1.441	2.047	OKI	1.495	2.081	OKI	0.631	1.928	OKI	0.724	1.950	OKI
	3	1.682	2.047	OKI	1.745	2.081	OKI	0.736	1.928	OKI	0.844	1.350	OKI

Tabla 3.5 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

MODULO 3 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS

U =	1.5	(Edificación Esencial)	
C =	2.5		
R long. =	8		(Eje X-X)
R transv =	6		(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	27.3445	27.3445
STORY2	D2	14.4562	14.4562
Masa Total :		41.80	Tn-s2/m
Peso Total :		410.06	Tn.

Sea: Cs = $\frac{Z.U.S.C}{R}$

Calculamos Cs para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)				Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)			
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3		SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113	0.131
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225	0.263
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300	0.350

VERIFICACION V din. VS. V est: - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	28.833	23.066	26.64	OK!!
	2	34.599	27.679	31.96	OK!!
	3	40.366	32.293	37.29	OK!!
2	1	57.665	46.132	53.23	OK!!
	2	69.198	55.359	63.89	OK!!
	3	80.732	64.585	74.54	OK!!
3	1	76.887	61.510	70.99	OK!!
	2	92.265	73.812	85.2	OK!!
	3	107.642	86.114	99.4	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est: - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	38.444	30.755	36.76	OK!!
	2	46.132	36.906	44.11	OK!!
	3	53.821	43.057	51.46	OK!!
2	1	76.887	61.510	73.51	OK!!
	2	92.265	73.812	88.17	OK!!
	3	107.642	86.114	102.92	OK!!
3	1	102.516	82.013	98.00	OK!!
	2	123.019	98.416	117.58	OK!!
	3	143.523	114.818	137.19	OK!!

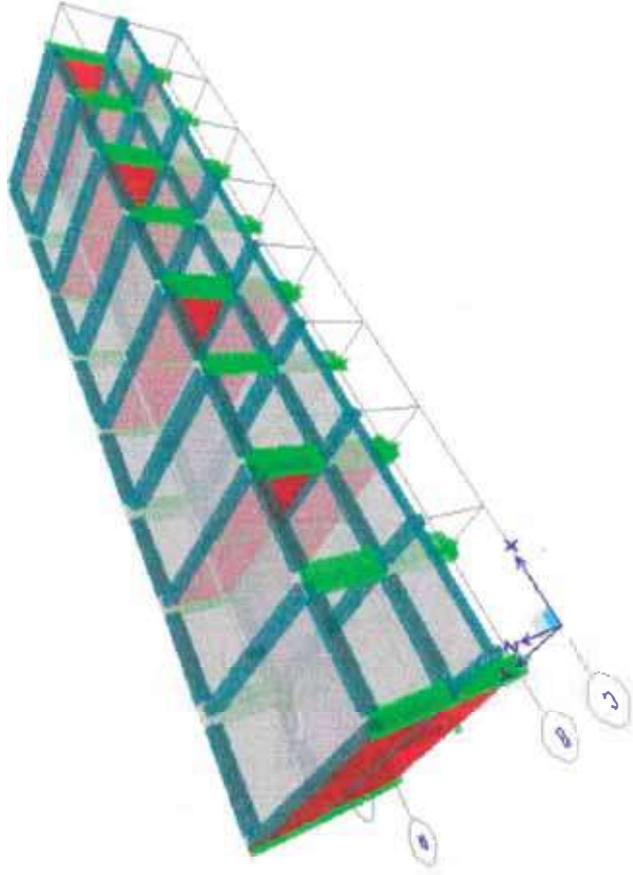
MODULO 3 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Mode	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.209039	91.957	0.000	91.957	0.000	0.000	99.944	0.000	0.000	99.944	0.000
2	0.096469	0.000	95.409	91.957	95.409	99.067	0.000	0.033	99.067	99.944	0.033
3	0.087874	0.074	0.033	92.031	95.441	0.034	0.009	94.749	99.101	99.953	94.782
4	0.066355	7.965	0.000	99.996	95.441	0.000	0.047	0.449	99.101	100.000	95.231
5	0.037201	0.000	4.556	99.996	99.997	0.898	0.000	0.003	99.999	100.000	95.234
6	0.033511	0.004	0.003	100.000	100.000	0.001	0.000	4.766	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.6 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 4 AULAS – 2 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%



MODULO 4 AULAS - 2 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

R eje x (longitudinal) = 8

R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X		SISMO Y	
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
1	1	0.0009360	0.0007500	0.0002385	0.0001440
	2	0.0012180	0.0010200	0.0002925	0.0001755
	3	0.0014220	0.0011880	0.0003420	0.0002025
2	1	0.0020340	0.0016920	0.0004860	0.0002925
	2	0.0024420	0.0020340	0.0005850	0.0003465
	3	0.0028440	0.0023700	0.0006840	0.0004050
3	1	0.0027120	0.0022620	0.0006480	0.0003870
	2	0.0032520	0.0027120	0.0007785	0.0004635
	3	0.0034980	0.0028020	0.0008955	0.0005310

Tabla 3.7 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 4 AULAS - 2 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm²) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm ²) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2					
		MURO EXTERNO			MURO INTERNO			MURO EXTERNO			MURO INTERNO		
		σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act}<\sigma_{res}$									
1	1	0.504	2.086	OK!	0.514	2.081	OK!	0.213	1.923	OK!	0.236	1.950	OK!
	2	0.615	2.086	OK!	0.623	2.081	OK!	0.261	1.923	OK!	0.287	1.950	OK!
	3	0.718	2.086	OK!	0.726	2.081	OK!	0.305	1.923	OK!	0.335	1.950	OK!
2	1	1.025	2.086	OK!	1.038	2.081	OK!	0.436	1.923	OK!	0.478	1.950	OK!
	2	1.230	2.086	OK!	1.245	2.081	OK!	0.523	1.923	OK!	0.574	1.950	OK!
	3	1.435	2.086	OK!	1.453	2.081	OK!	0.610	1.923	OK!	0.669	1.950	OK!
3	1	1.367	2.086	OK!	1.383	2.081	OK!	0.581	1.923	OK!	0.638	1.950	OK!
	2	1.640	2.086	OK!	1.660	2.081	OK!	0.697	1.923	OK!	0.765	1.950	OK!
	3	1.881	2.086	OK!	1.917	2.081	OK!	0.796	1.923	OK!	0.882	1.950	OK!

Tabla 3.8 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

MODULO 4 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	35.8606	35.8606
STORY2	D2	18.9694	18.9694
Masa Total :		54.83	Tn-s2/m
Peso Total :		537.88	Tn.

Sea: Cs = $\frac{Z.U.S.C}{R}$

Calculamos Cs para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)				Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)			
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3		SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113	0.131
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225	0.263
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300	0.350

VERIFICACION V din. VS. V est: - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	37.820	30.256	35.39	OK!!
	2	45.384	36.307	42.30	OK!!
	3	52.948	42.358	49.34	OK!!
2	1	75.640	60.512	70.44	OK!!
	2	90.768	72.614	84.54	OK!!
	3	105.896	84.716	98.64	OK!!
3	1	100.853	80.682	93.94	OK!!
	2	121.024	96.819	112.74	OK!!
	3	141.194	112.955	132.05	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est: - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	50.426	40.341	48.18	OK!!
	2	60.512	48.409	57.74	OK!!
	3	70.597	56.478	67.36	OK!!
2	1	100.853	80.682	96.23	OK!!
	2	121.024	96.819	115.42	OK!!
	3	141.194	112.955	134.72	OK!!
3	1	134.471	107.576	128.28	OK!!
	2	161.365	129.092	153.91	OK!!
	3	188.259	150.607	179.84	OK!!

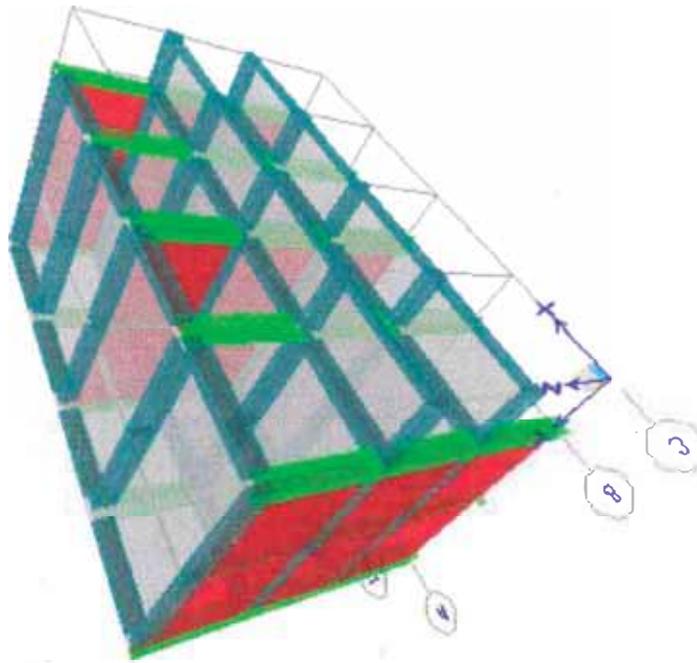
MODULO 4 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Mode	Perioda	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.219699	92.853	0.000	92.853	0.000	0.000	99.841	0.000	0.000	99.841	0.000
2	0.099135	0.000	94.734	92.853	94.734	98.078	0.000	0.924	98.078	99.841	0.924
3	0.090886	0.037	0.886	92.890	95.620	0.939	0.009	94.318	99.017	99.849	95.242
4	0.067873	7.107	0.000	99.997	95.620	0.000	0.151	0.255	99.017	100.000	95.497
5	0.038104	0.000	4.359	99.997	99.979	0.983	0.000	0.007	99.999	100.000	95.504
6	0.034609	0.003	0.022	100.000	100.000	0.001	0.000	4.497	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.9 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 2 AULAS – 3 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%



MODULO 2 AULAS - 3 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

R eje x (longitudinal) = 8
R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X			SISMO Y		
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1	1	0.0015600	0.0017520	0.0010200	0.0003195	0.0003150	0.0002070
	2	0.0018720	0.0021000	0.0012240	0.0003825	0.0003780	0.0002475
	3	0.0021840	0.0024540	0.0014280	0.0004455	0.0004410	0.0002925
2	1	0.0031200	0.0034980	0.0020400	0.0006390	0.0006300	0.0004140
	2	0.0037440	0.0042000	0.0024480	0.0007650	0.0007515	0.0004995
	3	0.0043680	0.0049020	0.0028560	0.0008955	0.0008775	0.0005805
3	1	0.0041640	0.0046680	0.0027180	0.0008505	0.0008370	0.0005535
	2	0.0049920	0.0056040	0.0032640	0.0010215	0.0010035	0.0006660
	3	0.0058260	0.0065340	0.0038100	0.0011925	0.0011745	0.0007785

Tabla 3.10 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 2 AULAS - 3 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm2) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm2) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2						NIVEL 3					
		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO			
		σ_{act}	σ_{res}																
1	1	0.653	2.155	OK!	0.677	2.201	OK!	0.480	2.033	OK!	0.536	2.063	OK!	0.190	1.928	OK!	0.254	1.948	OK!
	2	0.783	2.155	OK!	0.813	2.201	OK!	0.576	2.033	OK!	0.643	2.063	OK!	0.228	1.928	OK!	0.304	1.948	OK!
	3	0.914	2.155	OK!	0.948	2.201	OK!	0.672	2.033	OK!	0.750	2.063	OK!	0.266	1.928	OK!	0.355	1.948	OK!
2	1	1.306	2.155	OK!	1.354	2.201	OK!	0.960	2.033	OK!	1.072	2.063	OK!	0.380	1.928	OK!	0.507	1.948	OK!
	2	1.566	2.155	OK!	1.624	2.201	OK!	1.151	2.033	OK!	1.286	2.063	OK!	0.456	1.928	OK!	0.609	1.948	OK!
	3	1.828	2.155	OK!	1.896	2.201	OK!	1.344	2.033	OK!	1.501	2.063	OK!	0.533	1.928	OK!	0.710	1.948	OK!
3	1	1.741	2.155	OK!	1.805	2.201	OK!	1.279	2.033	OK!	1.429	2.063	OK!	0.507	1.928	OK!	0.676	1.948	OK!
	2	2.088	2.155	OK!	2.166	2.201	OK!	1.535	2.033	OK!	1.714	2.063	OK!	0.608	1.928	OK!	0.811	1.948	OK!
	3	2.437	2.155	NO CUMPLE	2.527	2.201	NO CUMPLE	1.791	2.033	OK!	2.000	2.063	OK!	0.710	1.928	OK!	0.947	1.948	OK!

Tabla 3.11 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

MODULO 2 AULAS - 3 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	18.8085	18.8085
STORY2	D2	18.4354	18.4354
	D3	9.9431	9.9431
	Masa Total :	47.19	Tn-s2/m
	Peso Total :	462.90	Tn.

Sea: $C_s = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R}$

Calculamos Cs para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

	Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)			Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)		
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300

VERIFICACION V din. VS. V est: - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	32.548	26.038	29.02	OK!!
	2	39.058	31.246	34.82	OK!!
	3	45.567	36.454	40.62	OK!!
2	1	65.096	52.077	57.99	OK!!
	2	78.115	62.492	69.6	OK!!
	3	91.134	72.907	81.2	OK!!
3	1	86.795	69.436	77.34	OK!!
	2	104.154	83.323	92.81	OK!!
	3	121.512	97.210	108.29	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est: - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	43.397	34.718	39.12	OK!!
	2	52.077	41.661	46.95	OK!!
	3	60.756	48.605	54.77	OK!!
2	1	86.795	69.436	78.25	OK!!
	2	104.154	83.323	93.86	OK!!
	3	121.512	97.210	109.55	OK!!
3	1	115.726	92.581	104.32	OK!!
	2	138.871	111.097	125.15	OK!!
	3	162.017	129.613	146.04	OK!!

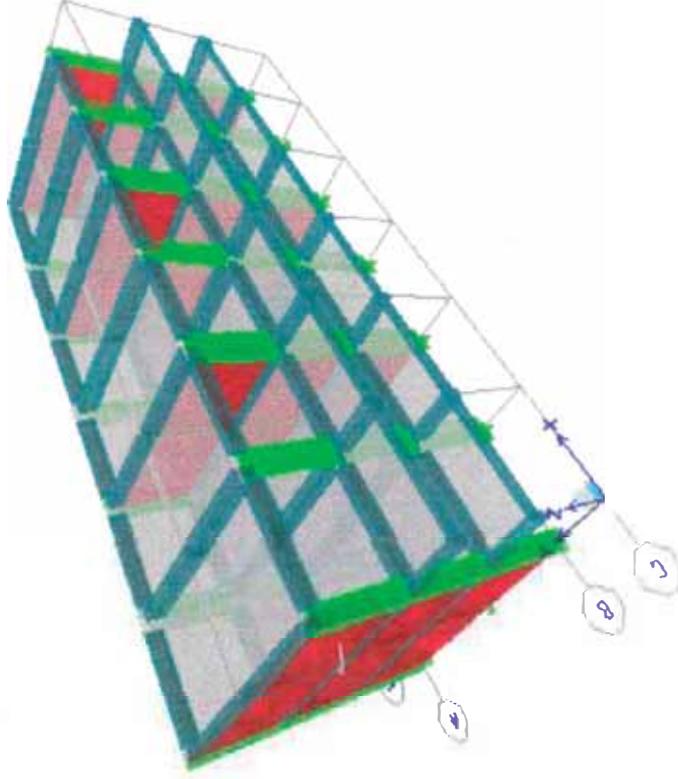
MODULO 2 AULAS - 3 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.324814	88.514	0.000	88.514	0.000	0.000	99.596	0.004	0.000	99.596	0.004
2	0.143337	0.000	89.511	88.514	89.511	99.642	0.000	0.000	99.642	99.596	0.004
3	0.133098	0.045	0.000	88.559	89.511	0.000	0.037	89.059	99.642	99.633	89.062
4	0.098932	9.699	0.000	98.258	89.511	0.000	0.158	0.396	99.642	99.791	89.458
5	0.055689	1.706	0.000	99.964	89.511	0.000	0.207	0.223	99.642	99.998	89.682
6	0.049564	0.000	9.804	99.964	99.315	0.235	0.000	0.000	99.877	99.998	89.682
7	0.045271	0.033	0.000	99.997	99.315	0.000	0.002	9.517	99.877	100.000	99.198
8	0.032337	0.000	0.685	99.997	100.000	0.123	0.000	0.000	100.000	100.000	99.198
9	0.029289	0.003	0.000	100.000	100.000	0.000	0.000	0.802	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.12 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 3 AULAS – 3 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%



MODULO 3 AULAS - 3 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

R eje x (longitudinal) = 8

R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X			SISMO Y		
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1	1	0.0014700	0.0016500	0.0009660	0.0003420	0.0003330	0.0002160
	2	0.0018720	0.0021360	0.0012540	0.0004230	0.0004095	0.0002655
	3	0.0021840	0.0024960	0.0014640	0.0004905	0.0004770	0.0003105
2	1	0.0031140	0.0035640	0.0020880	0.0007020	0.0006840	0.0004455
	2	0.0037380	0.0042780	0.0025080	0.0008415	0.0008190	0.0005355
	3	0.0043620	0.0049860	0.0029280	0.0009855	0.0009585	0.0006255
3	1	0.0041520	0.0047520	0.0027900	0.0009360	0.0009135	0.0005940
	2	0.0049860	0.0057000	0.0033480	0.0011250	0.0010935	0.0007155
	3	0.0058200	0.0066540	0.0039060	0.0013095	0.0012780	0.0008325

Tabla 3.13 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 3 AULAS - 3 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm²) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm ²) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2						NIVEL 3					
		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO		MURO EXTERNO		MURO INTERNO			
		σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act}<\sigma_{res}$															
1	1	0.706	2.155	OK!	0.731	2.201	OK!	0.512	2.033	OK!	0.571	2.063	OK!	0.195	1.928	OK!	0.262	1.948	OK!
	2	0.836	2.155	OK!	0.876	2.201	OK!	0.606	2.033	OK!	0.685	2.063	OK!	0.230	1.928	OK!	0.314	1.948	OK!
	3	0.975	2.155	OK!	1.022	2.201	OK!	0.707	2.033	OK!	0.799	2.063	OK!	0.269	1.928	OK!	0.367	1.948	OK!
2	1	1.393	2.155	OK!	1.460	2.201	OK!	1.009	2.033	OK!	1.141	2.063	OK!	0.384	1.928	OK!	0.524	1.948	OK!
	2	1.671	2.155	OK!	1.751	2.201	OK!	1.211	2.033	OK!	1.368	2.063	OK!	0.461	1.928	OK!	0.628	1.948	OK!
	3	1.951	2.155	OK!	2.044	2.201	OK!	1.413	2.033	OK!	1.597	2.063	OK!	0.538	1.928	OK!	0.734	1.948	OK!
3	1	1.858	2.155	OK!	1.947	2.201	OK!	1.346	2.033	OK!	1.521	2.063	OK!	0.512	1.928	OK!	0.699	1.948	OK!
	2	2.229	2.155	NO CUMPLE	2.335	2.201	NO CUMPLE	1.615	2.033	OK!	1.825	2.063	OK!	0.614	1.928	OK!	0.838	1.948	OK!
	3	2.600	2.155	NO CUMPLE	2.725	2.201	NO CUMPLE	1.884	2.033	OK!	2.129	2.063	NO CUMPLE	0.717	1.928	OK!	0.978	1.948	OK!

Tabla 3.14 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

MODULO 3 AULAS - 3 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	27.3445	27.3445
STORY2	D2	26.8306	26.8306
	D3	14.4582	14.4582
Masa Total :		88.83	Tn-s2/m
Peso Total :		673.27	Tn.

Sea: $C_s = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R}$

Calculamos C_s para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

	Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)			Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)		
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300

VERIFICACION V din. VS. V est. - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	47.340	37.872	42.19	OK!!
	2	56.807	45.446	50.51	OK!!
	3	66.275	53.020	58.93	OK!!
2	1	94.679	75.743	84.13	OK!!
	2	113.615	90.892	100.97	OK!!
	3	132.551	106.041	117.8	OK!!
3	1	126.239	100.991	112.19	OK!!
	2	151.486	121.189	134.64	OK!!
	3	176.734	141.387	157.09	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est. - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	63.119	50.495	57.03	OK!!
	2	75.743	60.595	68.41	OK!!
	3	88.367	70.694	79.81	OK!!
2	1	126.239	100.991	114.02	OK!!
	2	151.486	121.189	136.76	OK!!
	3	176.734	141.387	159.63	OK!!
3	1	168.318	134.655	152.01	OK!!
	2	201.982	161.586	182.37	OK!!
	3	235.646	188.516	212.80	OK!!

MODULO 3 AJULAS - 3 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 0%)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.326936	88.256	0.000	88.256	0.000	0.000	99.624	0.002	0.000	99.624	0.002
2	0.148543	0.000	89.675	88.256	89.675	99.546	0.000	0.048	99.546	99.624	0.051
3	0.136349	0.024	0.049	88.280	89.724	0.054	0.022	89.124	99.600	99.646	89.175
4	0.099718	9.906	0.000	98.186	89.724	0.000	0.135	0.206	99.600	99.781	89.381
5	0.056253	1.786	0.000	99.972	89.724	0.000	0.217	0.155	99.600	99.998	89.536
6	0.051486	0.000	9.594	99.972	99.318	0.270	0.000	0.006	99.870	99.998	89.542
7	0.046683	0.026	0.006	99.998	99.324	0.000	0.002	9.702	99.871	100.000	99.244
8	0.033729	0.000	0.676	99.998	99.999	0.129	0.000	0.001	100.000	100.000	99.244
9	0.030316	0.002	0.001	100.000	100.000	0.000	0.000	0.756	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.15 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

3.2 ANALISIS DE LOS 5 MODULOS CON EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% EN EL EJE X-X

3.2.1 MODULO DE 2 AULAS Y 2 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.16 a 3.18. Se nota que las distorsiones calculadas son menores a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros también son de magnitud menores a los admisibles para todos los casos estudiados.

3.2.2 MODULO DE 3 AULAS Y 2 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.19 a 3.21. Se nota que las distorsiones calculadas son ligeramente mayores a las del módulo anterior pero menores a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros en casi todos los casos son de magnitud menores a los admisibles a excepción de la zona 3 y suelo 3 donde el esfuerzo actuante es mayor al admisible.

3.2.3 MODULO DE 4 AULAS Y 2 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.22 a 3.24. Se nota que las distorsiones calculadas aún son menores a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros ya van presentando mas problemas ya que en este caso hay un mayor incremento en la magnitud de los esfuerzos actuantes y en 2 de los casos estos superan a los admisibles.

3.2.4 MODULO DE 2 AULAS Y 3 PISOS

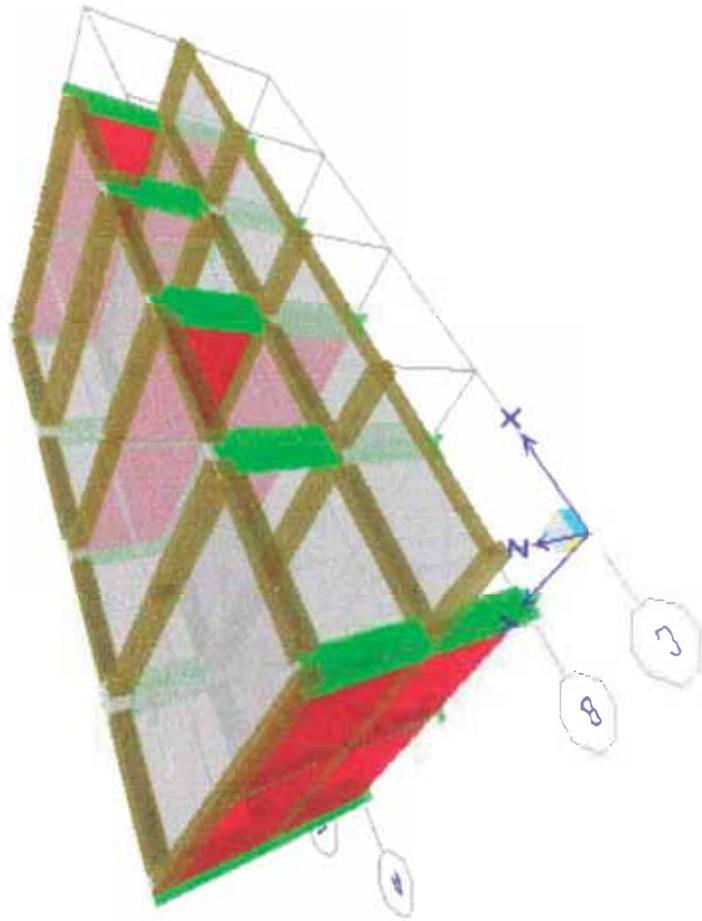
Los resultados se presentan en las tablas 3.25 a 3.27. Se nota que las distorsiones calculadas son menores, pero muy cercanas en el caso de la zona 3 y suelo 3, a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros ya son totalmente

inadmisibles para toda la zona 3 y en un caso de la zona 2. Además en la verificación de cortantes dinámicos con el 80% de los cortantes estáticos en el eje Y, estos no cumplen con lo que establece la Norma por lo que es necesario escalar los resultados obtenidos con el fin de igualarlos .

3.2.5 MODULO DE 3 AULAS Y 3 PISOS

Los resultados se presentan en las tablas 3.28 a 3.30. Se nota que las distorsiones calculadas son menores, pero muy cercanas en el caso de la zona 3 y suelo 3, a las admisibles y los esfuerzos de corte en los muros ya son totalmente inadmisibles para toda la zona 3 y prácticamente toda la zona 2. Además en la verificación de cortantes dinámicos con el 80% de los cortantes estáticos en el eje Y, este módulo presenta los mismos problemas que el módulo anterior.

MODULO 2 AULAS – 2 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% EJE X



MODULO 2 AULAS - 2 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

R eje x (longitudinal) = 8
R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X		SISMO Y	
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
1	1	0.0009000	0.0007920	0.0002520	0.0001620
	2	0.0010800	0.0009540	0.0003015	0.0001935
	3	0.0012600	0.0011100	0.0003510	0.0002250
2	1	0.0018000	0.0015840	0.0005040	0.0003240
	2	0.0021600	0.0019020	0.0006030	0.0003870
	3	0.0025140	0.0022200	0.0007020	0.0004500
3	1	0.0023940	0.0021180	0.0006705	0.0004320
	2	0.0028740	0.0025380	0.0008055	0.0005175
	3	0.0033540	0.0029640	0.0009360	0.0006030

Tabla 3.16 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 2 AULAS - 2 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm²) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm ²) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2					
		MURO EXTERNO			MURO INTERNO			MURO EXTERNO			MURO INTERNO		
		σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	OK!									
1	1	0.542	2.060	OK!	0.379	2.075	OK!	0.246	1.943	OK!	0.187	1.943	OK!
	2	0.651	2.060	OK!	0.455	2.075	OK!	0.296	1.943	OK!	0.224	1.943	OK!
	3	0.759	2.060	OK!	0.530	2.075	OK!	0.345	1.943	OK!	0.261	1.943	OK!
2	1	1.085	2.060	OK!	0.758	2.075	OK!	0.493	1.943	OK!	0.373	1.943	OK!
	2	1.301	2.060	OK!	0.909	2.075	OK!	0.591	1.943	OK!	0.448	1.943	OK!
	3	1.519	2.060	OK!	1.061	2.075	OK!	0.690	1.943	OK!	0.522	1.943	OK!
3	1	1.446	2.060	OK!	1.010	2.075	OK!	0.657	1.943	OK!	0.497	1.943	OK!
	2	1.735	2.060	OK!	1.212	2.075	OK!	0.788	1.943	OK!	0.597	1.943	OK!
	3	2.025	2.060	OK!	1.414	2.075	OK!	0.919	1.943	OK!	0.696	1.343	OK!

Tabla 3.17 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

**MODULO 2 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS**

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	18.8085	18.8085
STORY2	D2	9.9431	9.9431
Masa Total :		28.75	Tn-s2/m
Peso Total :		282.05	Tn

Sea: Cs = Z.U.S.C
R

Calculamos Cs para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

	Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)			Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)		
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.263
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300

VERIFICACION V din. VS. V est. - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	19.832	15.865	18.36	OK!!
	2	23.798	19.039	22.04	OK!!
	3	27.765	22.212	25.71	OK!!
2	1	39.664	31.731	36.7	OK!!
	2	47.598	38.077	44.05	OK!!
	3	55.529	44.423	51.39	OK!!
3	1	52.885	42.308	48.95	OK!!
	2	63.462	50.770	58.74	OK!!
	3	74.039	59.231	68.54	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est. - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	26.442	21.154	22.08	OK!!
	2	31.731	25.385	26.50	OK!!
	3	37.019	29.616	30.92	OK!!
2	1	52.885	42.308	44.17	OK!!
	2	63.462	50.770	52.98	OK!!
	3	74.039	59.231	61.83	OK!!
3	1	70.513	56.411	58.88	OK!!
	2	84.616	67.693	70.64	OK!!
	3	98.719	78.975	82.43	OK!!

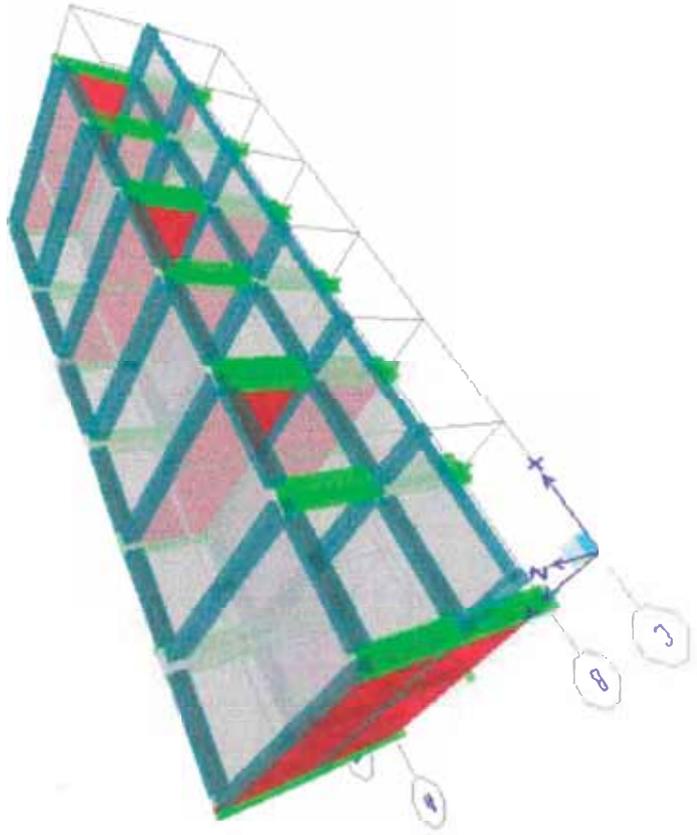
MODULO 2 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.208210	92.208	0.000	92.208	0.000	0.000	99.917	0.000	0.000	99.917	0.000
2	0.096231	0.013	73.025	92.221	73.025	75.950	0.005	23.178	75.950	99.922	23.178
3	0.083826	0.121	22.262	92.341	95.287	23.162	0.012	71.237	99.112	99.934	94.415
4	0.065692	7.652	0.043	99.993	95.330	0.039	0.066	0.837	99.151	100.000	95.253
5	0.036888	0.002	3.794	99.996	99.124	0.683	0.000	0.955	99.834	100.000	96.207
6	0.031835	0.004	0.876	100.000	100.000	0.166	0.000	3.793	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.18 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 3 AULAS – 2 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X



MODULO 3 AULAS - 2 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

R eje x (longitudinal) = 8

R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X		SISMO Y	
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
1	1	0.0009000	0.0008100	0.0002880	0.0001845
	2	0.0010800	0.0009720	0.0003465	0.0002205
	3	0.0012600	0.0011340	0.0004050	0.0002565
2	1	0.0017940	0.0016200	0.0005805	0.0003645
	2	0.0021540	0.0019440	0.0006930	0.0004410
	3	0.0025140	0.0022680	0.0008100	0.0005130
3	1	0.0023940	0.0021600	0.0007695	0.0004905
	2	0.0028740	0.0025920	0.0009270	0.0005850
	3	0.0033540	0.0030240	0.0010800	0.0006840

Tabla 3.19 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 3 AULAS - 2 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm2) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm2) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2					
		MURO EXTERNO			MURO INTERNO			MURO EXTERNO			MURO INTERNO		
		σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$									
1	1	0.625	2.059	OK!	0.475	2.087	OK!	0.279	1.942	OK!	0.231	1.956	OK!
	2	0.749	2.059	OK!	0.570	2.087	OK!	0.334	1.942	OK!	0.277	1.956	OK!
	3	0.874	2.059	OK!	0.664	2.087	OK!	0.390	1.942	OK!	0.323	1.956	OK!
2	1	1.249	2.059	OK!	0.949	2.087	OK!	0.557	1.942	OK!	0.462	1.956	OK!
	2	1.498	2.059	OK!	1.139	2.087	OK!	0.669	1.942	OK!	0.554	1.956	OK!
	3	1.749	2.059	OK!	1.329	2.087	OK!	0.780	1.942	OK!	0.647	1.956	OK!
3	1	1.665	2.059	OK!	1.265	2.087	OK!	0.743	1.942	OK!	0.616	1.956	OK!
	2	1.998	2.059	OK!	1.518	2.087	OK!	0.892	1.942	OK!	0.739	1.956	OK!
	3	2.331	2.059	NO CUMPLE	1.771	2.087	OK!	1.040	1.942	OK!	0.862	1.356	OK!

Tabla 3.20 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

**MODULO 3 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS**

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	27.3445	27.3445
STORY2	D2	14.4562	14.4562
Masa Total :		41.80	Tn-s2/m
Peso Total :		410.08	Tn.

Sea: $C_s = \frac{Z.U.S.C}{R}$

Calculamos C_s para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)				Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)			
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3		SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113	0.131
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225	0.263
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300	0.350

VERIFICACION V din. VS. V est. - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	28.833	23.066	26.64	OK!!
	2	34.599	27.679	31.96	OK!!
	3	40.366	32.293	37.29	OK!!
2	1	57.665	46.132	53.23	OK!!
	2	69.198	55.359	63.89	OK!!
	3	80.732	64.585	74.54	OK!!
3	1	76.887	61.510	70.99	OK!!
	2	92.265	73.812	85.2	OK!!
	3	107.642	86.114	99.4	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est. - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	38.444	30.755	31.93	OK!!
	2	46.132	36.906	38.32	OK!!
	3	53.821	43.057	44.71	OK!!
2	1	76.887	61.510	63.87	OK!!
	2	92.265	73.812	76.61	OK!!
	3	107.642	86.114	89.41	OK!!
3	1	102.516	82.013	85.14	OK!!
	2	123.019	98.416	102.15	OK!!
	3	143.523	114.818	119.20	OK!!

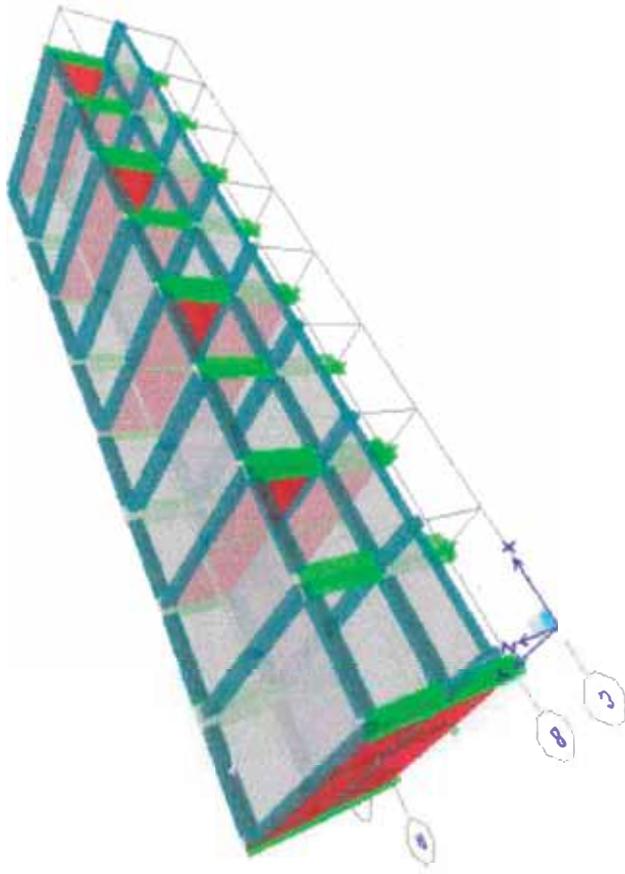
MODULO 3 AULAS - 2 PISOS (EXCENRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Mode	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.209039	91.956	0.000	91.956	0.000	0.000	99.943	0.000	0.000	99.943	0.000
2	0.100305	0.006	74.013	91.962	74.013	76.870	0.003	22.398	76.870	99.946	22.398
3	0.085982	0.067	21.401	92.029	95.414	22.212	0.007	72.520	99.082	99.953	94.918
4	0.066361	7.966	0.024	99.995	95.437	0.021	0.047	0.429	99.103	100.000	95.347
5	0.038548	0.002	3.661	99.997	99.098	0.711	0.000	0.993	99.815	100.000	96.341
6	0.032948	0.003	0.902	100.000	100.000	0.186	0.000	3.659	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.21 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 4 AULAS – 2 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X



MODULO 4 AULAS - 2 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

R eje x (longitudinal) = 8

R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X		SISMO Y	
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
1	1	0.0010140	0.0008460	0.0003105	0.0001935
	2	0.0012180	0.0010200	0.0003735	0.0002340
	3	0.0014220	0.0011880	0.0004320	0.0002745
2	1	0.0020340	0.0016920	0.0006210	0.0003915
	2	0.0024420	0.0020340	0.0007425	0.0004680
	3	0.0028440	0.0023700	0.0008685	0.0005445
3	1	0.0027120	0.0022620	0.0008280	0.0005220
	2	0.0032520	0.0027120	0.0009900	0.0006255
	3	0.0037920	0.0031620	0.0011565	0.0007290

Tabla 3.22 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

MODULO 4 AULAS - 2 PISOS
ESFUERZOS DE CORTE (Kg/cm²) (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

Largo muro (cm) =	745
Ancho muro (cm) =	25
Area muro (cm ²) =	18625

ZONA	SUELO	NIVEL 1						NIVEL 2								
		MURO EXTERNO			MURO INTERNO			MURO EXTERNO			MURO INTERNO					
		σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	OK!	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	OK!	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	OK!	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	OK!
1	1	0.669	2.066	OK!	0.543	2.092	OK!	0.296	1.949	OK!	0.262	1.962	OK!	0.262	1.962	OK!
	2	0.803	2.066	OK!	0.652	2.092	OK!	0.355	1.949	OK!	0.314	1.962	OK!	0.314	1.962	OK!
	3	0.937	2.066	OK!	0.761	2.092	OK!	0.414	1.949	OK!	0.367	1.962	OK!	0.367	1.962	OK!
2	1	1.338	2.066	OK!	1.087	2.092	OK!	0.592	1.949	OK!	0.524	1.962	OK!	0.524	1.962	OK!
	2	1.605	2.066	OK!	1.303	2.092	OK!	0.710	1.949	OK!	0.628	1.962	OK!	0.628	1.962	OK!
	3	1.873	2.066	OK!	1.521	2.092	OK!	0.828	1.949	OK!	0.734	1.962	OK!	0.734	1.962	OK!
3	1	1.784	2.066	OK!	1.449	2.092	OK!	0.789	1.949	OK!	0.698	1.962	OK!	0.698	1.962	OK!
	2	2.140	2.066	NO CUMPLE	1.738	2.092	OK!	0.946	1.949	OK!	0.838	1.962	OK!	0.838	1.962	OK!
	3	2.497	2.066	NO CUMPLE	2.028	2.092	OK!	1.104	1.949	OK!	0.978	1.962	OK!	0.978	1.962	OK!

Tabla 3.23 Cuadro resumen de Esfuerzos de Corte en Muros

**MODULO 4 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS**

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	35.8606	35.8606
STORY2	D2	18.9694	18.9694
Masa Total :		54.83	Tn-s2/m
Peso Total :		537.88	Tn.

Sea: $C_s = \frac{Z.U.S.C}{R}$

Calculamos C_s para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)				Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)			
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3		SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113	0.131
ZONA 2	0.141	0.189	0.197	ZONA 2	0.188	0.225	0.283
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300	0.350

VERIFICACION V din. VS. V est: - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	37.820	30.256	35.25	OK!!
	2	45.384	36.307	42.30	OK!!
	3	52.948	42.358	49.34	OK!!
2	1	75.640	60.512	70.44	OK!!
	2	90.768	72.614	84.54	OK!!
	3	105.896	84.716	98.64	OK!!
3	1	100.853	80.682	93.94	OK!!
	2	121.024	96.819	112.74	OK!!
	3	141.194	112.955	131.54	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est: - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	50.426	40.341	41.84	OK!!
	2	60.512	48.409	50.20	OK!!
	3	70.597	56.478	58.57	OK!!
2	1	100.853	80.682	83.67	OK!!
	2	121.024	96.819	100.36	OK!!
	3	141.194	112.955	117.14	OK!!
3	1	134.471	107.576	111.55	OK!!
	2	161.365	129.092	133.83	OK!!
	3	188.259	150.807	158.18	OK!!

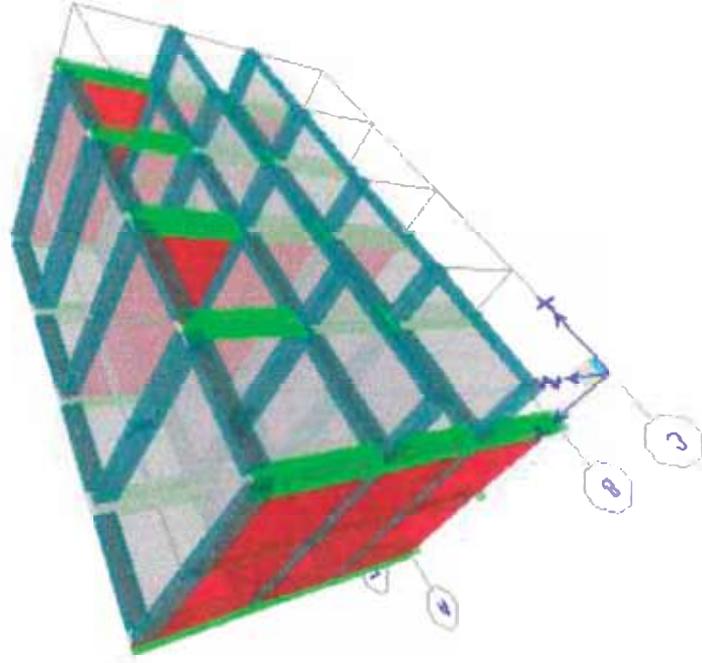
MODULO 4 AULAS - 2 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Mode	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.219699	92.853	0.000	92.853	0.000	0.000	99.840	0.000	0.000	99.840	0.000
2	0.103005	0.003	72.330	92.856	72.330	75.040	0.003	24.151	75.040	99.843	24.151
3	0.089132	0.032	23.254	92.888	95.584	23.975	0.006	71.188	99.015	99.849	95.339
4	0.067879	7.109	0.014	99.997	95.598	0.011	0.151	0.236	99.027	100.000	95.576
5	0.039611	0.001	3.473	99.998	99.071	0.723	0.000	1.120	99.750	100.000	96.696
6	0.033950	0.002	0.929	100.000	100.000	0.250	0.000	3.304	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.24 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 2 AULAS – 3 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X



MODULO 2 AULAS - 3 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

R eje x (longitudinal) = 8

R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X			SISMO Y		
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1	1	0,0015600	0,0017520	0,0010200	0,0004095	0,0004050	0,0002610
	2	0,0018720	0,0021000	0,0012240	0,0004905	0,0004860	0,0003150
	3	0,0021840	0,0024540	0,0014280	0,0005715	0,0005670	0,0003690
2	1	0,0031200	0,0035040	0,0020400	0,0008190	0,0008145	0,0005265
	2	0,0037440	0,0042000	0,0024480	0,0009810	0,0009765	0,0006300
	3	0,0043680	0,0049020	0,0028560	0,0011430	0,0011385	0,0007335
3	1	0,0041580	0,0046680	0,0027180	0,0010890	0,0010845	0,0006975
	2	0,0049920	0,0056040	0,0032640	0,0013095	0,0013005	0,0008415
	3	0,0058260	0,0065400	0,0038040	0,0015255	0,0015165	0,0009810

Tabla 3.25 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

**MODULO 2 AULAS - 3 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS**

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	18.8085	18.8085
STORY2	D2	18.1835	18.1835
	D3	9.9431	9.9431
	Masa Total :	48.94	Tn-s2/m
	Peso Total :	460.43	Tn.

Sea: $C_s = \frac{Z.U.S.C}{R}$

Calculamos Cs para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)				Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)			
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3		SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113	0.131
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225	0.263
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300	0.350

VERIFICACION V din. VS. V est. - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	32.374	25.899	29.02	OK!!
	2	38.849	31.079	34.82	OK!!
	3	45.324	36.259	40.62	OK!!
2	1	64.748	51.799	57.99	OK!!
	2	77.698	62.158	69.6	OK!!
	3	90.648	72.518	81.21	OK!!
3	1	86.331	69.065	77.34	OK!!
	2	103.597	82.878	92.81	OK!!
	3	120.864	96.691	108.29	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est. - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	43.166	34.532	33.74	ESCALAR
	2	51.799	41.439	40.49	ESCALAR
	3	60.432	48.345	47.24	ESCALAR
2	1	86.331	69.065	67.49	ESCALAR
	2	103.597	82.878	80.95	ESCALAR
	3	120.864	96.691	94.48	ESCALAR
3	1	115.108	92.087	89.97	ESCALAR
	2	138.130	110.504	107.94	ESCALAR
	3	161.152	128.921	125.95	ESCALAR

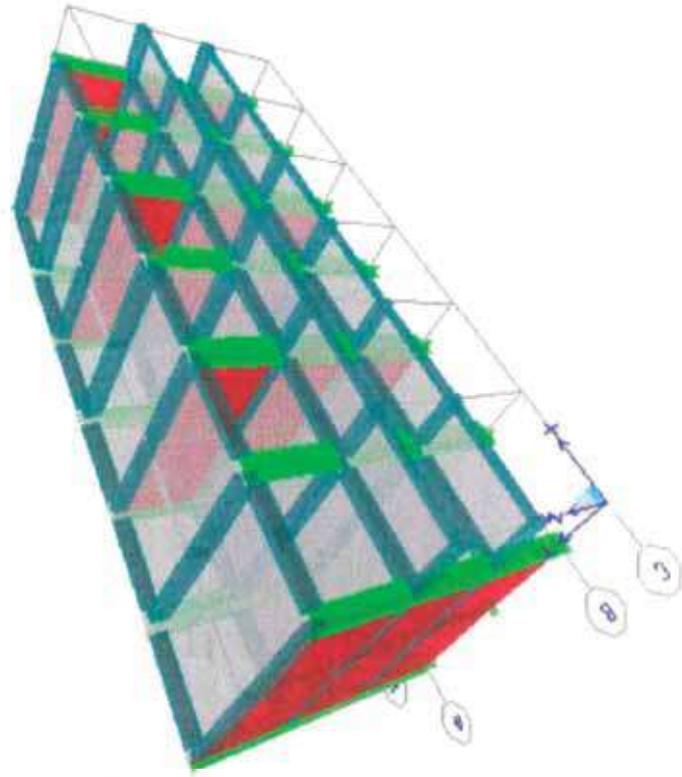
MODULO 2 AULAS - 3 PISOS (EXCENRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.324753	88.515	0.000	88.515	0.000	0.000	99.594	0.004	0.000	99.594	0.004
2	0.149301	0.003	65.676	88.518	65.676	73.080	0.013	24.457	73.080	99.607	24.461
3	0.130047	0.042	23.810	88.559	89.487	26.543	0.025	64.706	99.623	99.632	89.167
4	0.098939	9.698	0.021	98.258	89.507	0.020	0.159	0.368	99.643	99.791	89.535
5	0.055723	1.682	0.044	99.940	89.551	0.002	0.205	0.297	99.644	99.996	89.832
6	0.051225	0.035	7.715	99.975	97.266	0.183	0.003	1.888	99.827	99.999	91.720
7	0.044429	0.022	2.049	99.997	99.315	0.050	0.001	7.469	99.877	100.000	99.189
8	0.03346	0.001	0.550	99.998	99.865	0.098	0.000	0.185	99.975	100.000	99.373
9	0.028833	0.002	0.136	100.000	100.000	0.025	0.000	0.627	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.27 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

MODULO 3 AULAS – 3 PISOS
EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X



MODULO 3 AULAS - 3 PISOS
DISTORSIONES MAXIMAS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

R eje x (longitudinal) = 8
R eje y (transversal) = 6

ZONA	SUELO	SISMO X			SISMO Y		
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1	1	0,0015600	0,0017820	0,0010440	0,0004680	0,0004635	0,0002970
	2	0,0018720	0,0021420	0,0012540	0,0005625	0,0005535	0,0003600
	3	0,0021840	0,0024960	0,0014640	0,0006570	0,0006480	0,0004185
2	1	0,0031140	0,0035640	0,0020880	0,0009405	0,0009225	0,0005985
	2	0,0037380	0,0042780	0,0025080	0,0011250	0,0011070	0,0007155
	3	0,0043620	0,0049860	0,0029280	0,0013140	0,0012915	0,0008370
3	1	0,0041580	0,0047520	0,0027900	0,0012510	0,0012330	0,0007965
	2	0,0049860	0,0057000	0,0033480	0,0015030	0,0014760	0,0009540
	3	0,0058200	0,0066540	0,0039060	0,0017505	0,0017235	0,0011160

Tabla 3.28 Cuadro resumen de Distorsiones Angulares Máximas

**MODULO 3 AULAS - 3 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)
VERIFICACION DE CORTANTES DINAMICOS VS. CORTANTES ESTATICOS**

U =	1.5	(Edificación Esencial)
C =	2.5	
R long. =	8	(Eje X-X)
R transv =	6	(Eje Y-Y)

Story	Diaphragm	MassX	MassY
STORY1	D1	27.3445	27.3445
STORY2	D2	26.8306	26.8306
	D3	14.4582	14.4582
	Masa Total :	68.63	Tn-s2/m
	Peso Total :	673.27	Tn.

Sea: Cs = $\frac{Z.U.S.C}{R}$

Calculamos Cs para las 3 zonas y los 3 tipos de Suelo que establece la norma.

	Cs LONGITUDINALES (EJE X-X)			Cs TRANSVERSALES (EJE Y-Y)		
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3
ZONA 1	0.070	0.084	0.098	ZONA 1	0.094	0.113
ZONA 2	0.141	0.169	0.197	ZONA 2	0.188	0.225
ZONA 3	0.188	0.225	0.263	ZONA 3	0.250	0.300

VERIFICACION V din. VS. V est: - LONGITUDINAL (EJE X-X)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	47.340	37.872	42.09	OK!!
	2	56.807	45.446	50.51	OK!!
	3	66.275	53.020	58.93	OK!!
2	1	94.679	75.743	84.13	OK!!
	2	113.615	90.892	100.96	OK!!
	3	132.551	106.041	117.8	OK!!
3	1	126.239	100.991	112.19	OK!!
	2	151.486	121.189	134.64	OK!!
	3	176.734	141.387	157.09	OK!!

VERIFICACION V din. VS. V est: - TRANSVERSAL (EJE Y-Y)

ZONA	SUELO	CORTANTE ESTATICO V est	80% V est.	CORTANTE DINAMICO V din.	Vdin > 80%Vest
1	1	63.119	50.495	49.16	ESCALAR
	2	75.743	60.595	58.99	ESCALAR
	3	88.367	70.694	68.82	ESCALAR
2	1	126.239	100.991	98.32	ESCALAR
	2	151.486	121.189	117.93	ESCALAR
	3	176.734	141.387	137.65	ESCALAR
3	1	168.318	134.655	131.08	ESCALAR
	2	201.982	161.586	157.26	ESCALAR
	3	235.646	188.516	183.49	ESCALAR

MODULO 3 AULAS - 3 PISOS (EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL 5% - EJE X)

RELACIONES DE PARTICIPACION MODAL DE LAS MASAS

Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.326937	88.255	0.000	88.255	0.000	0.000	99.623	0.003	0.000	99.623	0.003
2	0.154799	0.001	67.612	88.256	67.613	75.064	0.008	22.652	75.064	99.631	22.655
3	0.133273	0.023	22.100	88.279	89.713	24.526	0.015	66.596	99.590	99.646	89.251
4	0.099726	9.906	0.011	98.185	89.724	0.010	0.135	0.193	99.600	99.781	89.444
5	0.0563	1.741	0.100	99.926	89.824	0.003	0.212	0.286	99.604	99.994	89.729
6	0.053419	0.055	7.411	99.981	97.235	0.208	0.005	2.025	99.812	99.999	91.755
7	0.045853	0.017	2.088	99.998	99.322	0.059	0.001	7.518	99.871	100.000	99.273
8	0.034919	0.001	0.547	99.999	99.869	0.103	0.000	0.154	99.974	100.000	99.427
9	0.029895	0.002	0.131	100.000	100.000	0.026	0.000	0.573	100.000	100.000	100.000

Tabla 3.30 Cuadro de Relaciones de Participación Modal de las Masas

Es claro que en el Análisis de los Módulos considerando excentricidad accidental 5% en el eje X-X, los resultados son mas perjudiciales, siendo más notorio en el incremento de esfuerzos de corte y en la disminución de los Cortantes Dinámicos en el eje opuesto, es decir el eje Y. Asimismo se nota que para el caso de excentricidad accidental considerado, las distorsiones en Y-Y también aumentan.

Para una mejor visión total de los resultados se presentan a continuación las tablas 3.31 al 3.35 que son los resúmenes de todos los resultados ya mostrados anteriormente, mostrando en que caso los parámetros a considerar (distorsiones y esfuerzos de corte) cumplen con lo permitido por las Normas.

MODULO 2A - 2P

ZONA	SUELO	EXC.ACCID. 0%		EXC.ACCID. 5% EJE X-X		ESFUERZOS DE CORTE EXC.ACCID. 5% EJE X-X
		DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	
1	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
2	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
3	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 3.31 Cuadro resumen Módulo 2A - 2P

MODULO 3A - 2P

ZONA	SUELO	EXC.ACCID. 0%		EXC.ACCID. 5% EJE X-X		ESFUERZOS DE CORTE EXC.ACCID. 5% EJE X-X
		DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	
1	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
2	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
3	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE

Tabla 3.32 Cuadro resumen Módulo 3A - 2P

MODULO 4A - 2P

ZONA	SUELO	EXC.ACCID. 0%		EXC.ACCID. 5% EJE X-X		ESFUERZOS DE CORTE EXC.ACCID. 5% EJE X-X
		DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	
1	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
2	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
3	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
	3	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE

Tabla 3.33 Cuadro resumen Módulo 4A - 2P

MODULO 2A - 3P

ZONA	SUELO	EXC.ACCID. 0%		EXC.ACCID. 5% EJE X-X		ESFUERZOS DE CORTE EXC.ACCID. 5% EJE X-X
		DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	
1	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
2	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
3	1	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
	2	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
	3	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE

Tabla 3.34 Cuadro resumen Módulo 2A - 3P

MODULO 3A - 3P

ZONA	SUELO	EXC.ACCID. 0%		EXC.ACCID. 5% EJE X-X		ESFUERZOS DE CORTE EXC.ACCID. 5% EJE X-X
		DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	DISTORSION X-X	DISTORSION Y-Y	
1	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	✓
	3	✓	✓	✓	✓	✓
2	1	✓	✓	✓	✓	✓
	2	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
	3	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
3	1	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
	2	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE
	3	✓	✓	✓	✓	NO CUMPLE

Tabla 3.35 Cuadro resumen Módulo 3A - 3P

CAPITULO 4 : NUEVAS PROPUESTAS DE MODULOS DEL SISTEMA 780

De las tablas resumen mostrados al final del capítulo anterior (tablas 3.31 al 3.35) es claro que todos los módulos analizados, en lo que respecta a distorsiones angulares, cumplen con los límites establecidos por la norma (que para el eje X-X, por tratarse de un sistema estructural aporticado, puede tener como valor máximo 0.007 y para el eje Y-Y, tratándose de un sistema donde predominan los muros de albañilería, un valor máximo de 0.005) para los 2 casos planteados, con excentricidad accidental 0% y con excentricidad accidental 5% en el eje X-X; por lo tanto no sería necesario realizar modificación alguna para tratar de disminuir estos valores de distorsiones.

Lo contrario ocurre con los esfuerzos de corte en los muros que han sido verificados por esfuerzos admisibles, los cuales presentan problemas para los siguientes módulos :

- Módulo 3A-2P , para la zona 3 y suelo 3.
- Módulo 4A-2P , en la zona 3 para los suelos 2 y 3.
- Módulo 2A-3P , en la zona 3 para todos los suelos y en la zona 2 para el suelo 3.
- Módulo 3A-3P , en la zona 3 para todos los suelos y en la zona 2 para los suelos 2 y 3.

Todos estos casos han sido considerados del análisis con excentricidad accidental 5% en el eje X-X ya que este toma para efecto de los cálculos el sismo en la dirección perpendicular al eje donde se produce la excentricidad, es decir se trabaja con el sismo en el eje Y-Y. Además este sismo en el eje Y-Y es el que produce las mayores cortantes en los muros, siendo esta otra de las razones por las que no se hizo el análisis considerando excentricidad accidental 5% en el eje Y-Y.

Teniendo entonces como principal problema la falla por corte que los muros de varios módulos pueden presentar ya que sus esfuerzos actuantes son mayores a los admisibles es que se plantean las siguientes pautas para tratar de corregir estas posibles fallas :

- Viendo cuidadosamente las tablas que muestran los esfuerzos de corte calculados en el capítulo anterior y considerando excentricidad accidental 5% en el eje X-X, se nota que las fallas por lo general ocurren en la zona 3 y en algunos casos, en la zona 2.
- Además, es notorio que este exceso en magnitud de los esfuerzos de corte actuantes sobre los admisibles se presentan por lo general en los muros externos, por lo que se planteará una sustitución de estos muros de albañilería por muros de concreto.
- Presentándose también exceso de esfuerzos para los muros internos y considerando que los muros externos serán reemplazados por muros de

Del análisis respectivo se obtienen los siguientes resultados:

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY1	D1	26.74	26.74	10.44	5.06	11.61	5.81
STORY2	D2	14.17	14.17	10.44	5.85	11.60	5.78

Calculando los esfuerzos para los muros internos de albañilería :

PARA ZONA 3 Y SUELO 3	NIVEL 1			NIVEL 2		
	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$
MURO INTERNO P2	0.650	2.087	OK!	0.470	1.956	OK!
MURO INTERNO P3	0.550	2.071	OK!	0.394	1.937	OK!

Los cálculos realizados muestran que es notoria la disminución de esfuerzos actuantes en los muros internos de albañilería gracias a que los muros de concreto absorben la mayor cantidad del cortante en la dirección Y-Y con lo que se obtiene el objetivo trazado que era el de disminuir los esfuerzos cortantes actuantes en los muros de albañilería.

4.2 MODULO 4 AULAS – 2 PISOS

En este módulo tenemos 2 muros externos y 3 muros internos. A los muros externos se les denominó P1C y P5C, para especificar que se tratan de muros de concreto de 15 cm. de espesor. A los muros internos se les mantuvo su denominación inicial que vienen a ser P2, P3 y P4 (muros de albañilería de 25 cm. de espesor), tal y como se muestra en la figura 4.2.

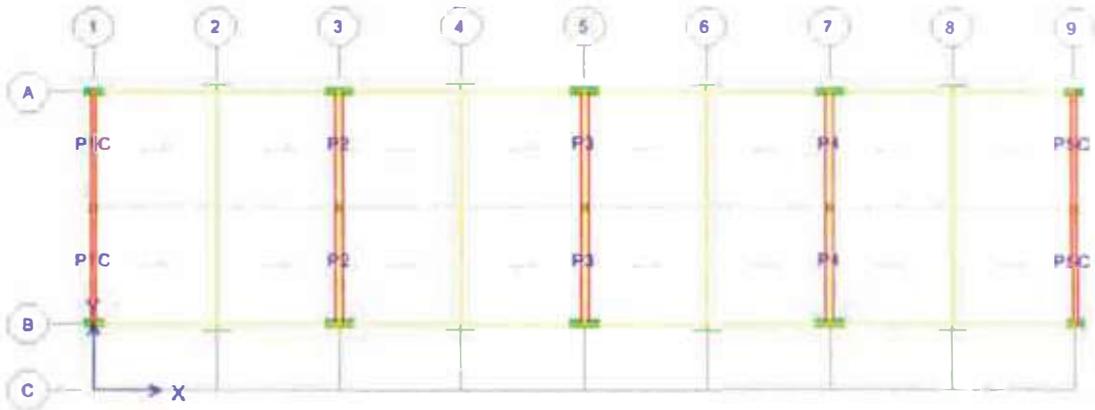


Figura 4.2 Vista en planta del Módulo 4A-2P con muros exteriores de concreto (P1C y P5C).

Del análisis respectivo se obtienen los siguientes resultados:

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY1	D1	35.25	35.25	13.93	5.05	15.48	5.81
STORY2	D2	18.69	18.69	13.93	5.85	15.47	5.78

Calculando los esfuerzos para los muros internos de albañilería :

ZONA 3 SUELO 3	NIVEL 1			NIVEL 2		
	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$
MURO INTERNO P2	0.817	2.092	OK!	0.574	1.963	OK!
MURO INTERNO P3	0.723	2.071	OK!	0.503	1.937	OK!
MURO INTERNO P4	0.633	2.071	OK!	0.435	1.938	OK!

En lo que respecta a los esfuerzos de corte, también se observa que resulta ventajoso la colocación de muros de concreto en los extremos ya que los esfuerzos actuantes en los muros de albañilería internos han disminuido considerablemente.

4.3 MODULO 2 AULAS – 3 PISOS

En este módulo tenemos 2 muros externos y 1 muro interno. A los muros externos se les denominó P1C y P3C, para especificar que se tratan de muros de concreto de 15 cm. de espesor. Al muro interno se le mantuvo su denominación inicial que viene a ser P2 (muro de albañilería de 25 cm. de espesor), tal y como se muestra en la figura 4.3 .

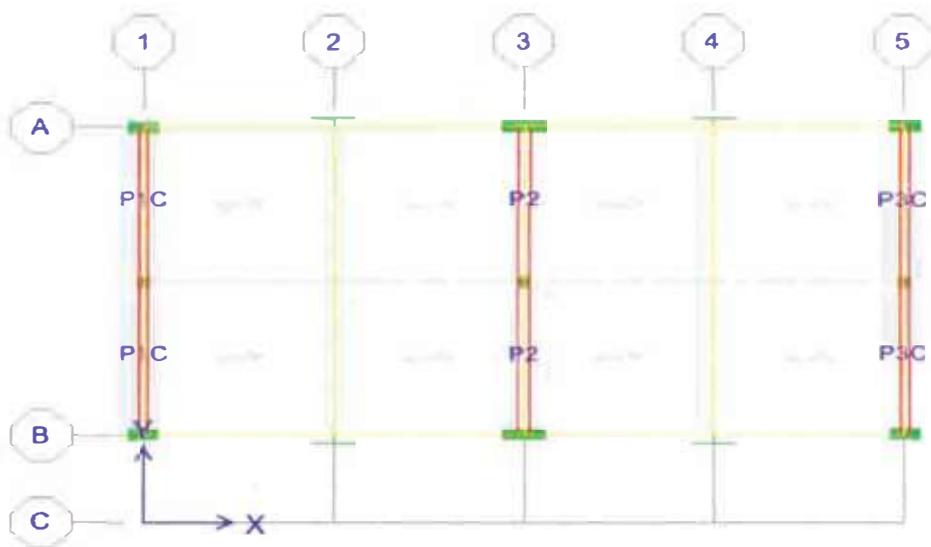


Figura 4.3 Vista en planta del Módulo 2A-3P con muros exteriores de concreto (P1C y P3C).

Del análisis respectivo se obtienen los siguientes resultados:

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	YCR	YCR
STORY1	D1	18.20	18.20	6.95	5.07	7.75	5.81
STORY2	D2	17.62	17.62	6.96	5.13	7.75	5.75
STORY3	D3	9.66	9.66	6.96	5.85	7.75	5.75

Calculando los esfuerzos para los muros internos de albañilería :

ZONA 3 SUELO 3	NIVEL 1			NIVEL 2			NIVEL 3		
	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$
MURO INTERNO P2	0.704	2.195	OK!	0.752	2.057	OK!	0.553	1.941	OK!

En lo concerniente al único muro interno de albañilería se puede comprobar que los esfuerzos cortantes para los diferentes niveles también han disminuido considerablemente con respecto a lo presentado en los análisis previos.

4.4 MODULO 3 AULAS – 3 PISOS

En este módulo tenemos 2 muros externos y 2 muros internos. A los muros externos se les denominó P1C y P4C, para especificar que se tratan de muros de concreto de 15 cm. de espesor. A los muros internos se les mantuvo su denominación inicial que vienen a ser P2 y P3 (muros de albañilería de 25 cm. de espesor), tal y como se muestra en la figura 4.4.

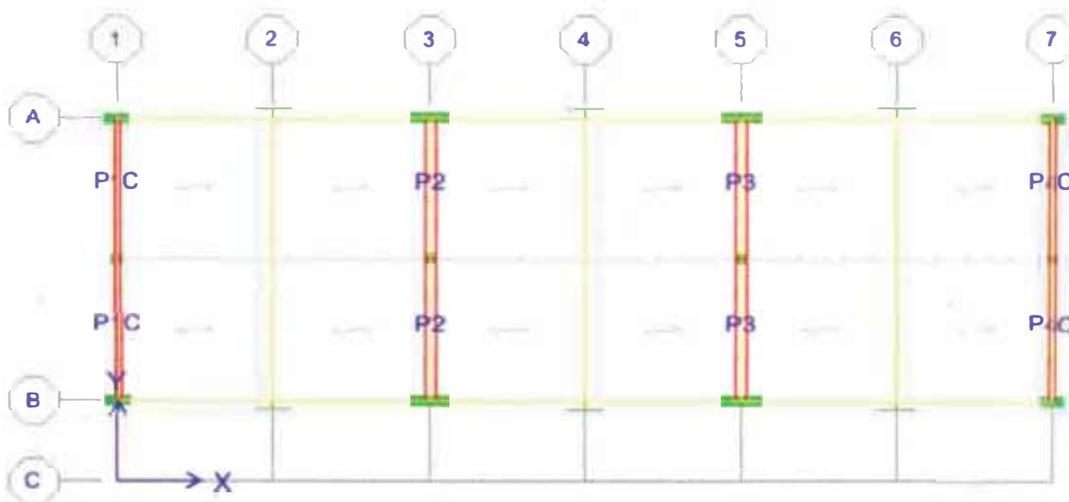


Figura 4.4 Vista en planta del Módulo 3A-3P con muros exteriores de concreto (P1C y P4C).

Del análisis respectivo se obtienen los siguientes resultados:

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	XCR	YCR
STORY1	D1	26.74	26.74	10.44	5.06	11.61	5.81
STORY2	D2	26.26	26.26	10.44	5.05	11.60	5.75
STORY3	D3	14.17	14.17	10.44	5.85	11.59	5.74

Calculando los esfuerzos para los muros internos de albañilería :

ZONA 3 SUELO 3	NIVEL 1			NIVEL 2			NIVEL 3		
	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$	σ_{act}	σ_{res}	$\sigma_{act} < \sigma_{res}$
MURO INTERNO P2	1.032	2.206	OK!	1.070	2.068	OK!	0.756	1.954	OK!
MURO INTERNO P3	0.866	2.192	OK!	0.888	2.053	OK!	0.621	1.936	OK!

Es también notorio que los esfuerzos actuantes en los muros internos están muy por debajo de los admisibles, por lo que se puede considerar aceptable.

CAPITULO 5 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se ha llevado a cabo el análisis sísmico usando la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente vigente de cinco módulos del denominado Sistema 780, considerando diferentes ubicaciones donde estos módulos podrían ser construidos así como para diferentes tipos de suelo.
- Con respecto a los desplazamientos, el sistema propuesto por el INFES cumple con lo estipulado por la Norma E.30, obteniéndose distorsiones de entrepiso para todos los casos analizados menores a 0.007 para los pórticos longitudinales y menores a 0.005 para la dirección transversal, donde predominan los muros.

- Con respecto a los esfuerzos de corte en los muros de albañilería, se ha podido determinar que solamente el Módulo de 2 Aulas y 2 Pisos cumple satisfactoriamente la norma sísmica y de albañilería. Muy a diferencia de los otros cuatro módulos analizados donde comienzan a presentar magnitudes de esfuerzos de corte actuantes mayores a las permisibles, siendo estos más críticos considerando el efecto de excentricidad accidental 5% en el eje X-X.
- Los módulos de tres pisos resultan con mayores demandas en distorsiones, pero sobretodo en esfuerzos de corte, incluso en la zona de sismicidad media (Zona 2).
- Se determinó que sustituyendo los muros de albañilería por muros de concreto en los exteriores de los módulos que presentan problemas por corte, estos tomarían gran parte de la cortante que se reparte entre los muros y a su vez, las cortantes en los demás muros de albañilería disminuyen lo que provoca una disminución considerable de estos esfuerzos de corte. Además, al soportar estos nuevos muros de concreto una mayor cortante, los esfuerzos de corte también se incrementan pero la ventaja es que el concreto tiene una mayor resistencia al corte y si en caso fuera necesario hasta se puede mejorar su resistencia al corte con refuerzo.
- Es importante señalar que en el cálculo de los esfuerzos admisibles se ha considerado que los morteros que se usan tienen cal ; sin embargo, si el mortero no tuviera este componente, los esfuerzos admisibles serían menores, por lo que los módulos de este sistema se harían mucho mas vulnerables.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se podría completar este análisis evaluando la capacidad de los elementos de concreto armado.
- Algunos módulos presentan, en el caso de las distorsiones , valores muy por debajo del límite que establece la norma , sobretodo en la zona de sismicidad baja (Zona 1), por lo que se recomienda analizar los módulos para dimensiones menores de columnas, es decir quitarle rigidez a la estructura en el sentido longitudinal.
- Se recomienda el reforzamiento de los módulos que se han visto que sus esfuerzos admisibles son superados.

BIBLIOGRAFIA

- Norma E.030-2003 de Diseño Sismorresistente.
- Norma E.020 de Cargas.
- Norma E.070 de Albañilería.
- Separatas Ciclo de Actualización de Conocimientos - Análisis Estructural – Dr. Hugo Scaletti Farina.