

**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COACALCO**

**Diseño Estructural Casa Habitación
“SABBIA”**

**INFORME TÉCNICO DE
RESIDENCIAS
PROFESIONALES**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**Sustentante:
DANIELA QUINTANA VEGA**

**Presidente:
Ing. Francisco Javier González Vázquez**

COACALCO DE BERRIOZÁBAL, MÉX., JUNIO, 2024.

Dedicatoria y Agradecimientos

“Este proyecto es dedicado para las personas que más amo en esta vida, para mi madre le quiero agradecer por darme la vida, siempre apoyarme y siempre estar cuando la necesito, a la memoria de mi padre que gracias él soy la persona que soy ahora y me impulso a ser mejor cada día, a mi hermano confío en él como en nadie, que es mi mano derecha y un pilar en mi vida, a mi preciosa hija que es mi motor de vida, inspiración, espero poder ser un ejemplo para ella y a mi esposo que ha sido mi brújula, la mejor compañía y llena mi corazón.

Cabe destacar que mis logros también son los suyos.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi tío y mentor Ing. Fredy Vega y al resto de mi familia por su estímulo constante y su apoyo incondicional.

A mi asesor Ing. Francisco por el tiempo, paciencia y conocimiento ha sido un faro en mi camino.”

Resumen

En el presente informe se llevara a cabo un proyecto de diseño estructural de una casa habitación nivel medio el cual garantizará seguridad y un buen funcionamiento cumpliendo las normas de construcción, se usara el plano arquitectónico para la propuesta del plano estructural donde se localizan dalas, castillos, muros etc., obteniendo un modelo que se importara al software de análisis estructural llamado Etabs, que nos permite cargar tipo de materiales comportamientos, propiedades de los materiales y resistencias, se aplican cargas vivas, accidentales y medias por medio del programa Prodisis se genera los espectros de sismo para ingresarlos al programa, hasta obtener el proyecto terminado en Etabs arrojando resultados que utilizaran en la memoria de cálculo la cual se modifica conforme a Etabs logrando un diseño estructural de nuestro proyecto.

ÍNDICE

1	CAPITULO GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Descripción de la empresa u organización	2
1.3	Descripción del puesto o área de trabajo.....	4
1.4	Justificación.....	5
1.5	Problemas a resolver priorizándolos	6
1.6	Objetivos.....	7
2	CAPITULO MARCO TEÓRICO.....	8
2.1	Proceso del diseño estructural	8
2.2	Fundamentos del Diseño	13
2.3	Materiales	16
2.1.3	Cemento	16
2.2.3	Agregados.....	16
2.3.3	Acero de refuerzo.....	18
2.4	Elementos Estructurales	20
2.1.4	Losas	20
2.2.4	Vigas	20
2.3.4	Columnas.....	20
2.4.4	Muros	21
2.5	Cargas.....	22
2.6	Análisis estructural.....	26
2.7	Fuerza Sísmica.....	28
2.8	Diseño de Cimentación	35
2.9	Programa de software innovador de cálculo análisis estructural	38
3	CAPITULO DESARROLLO	40
3.1	Generalidades del proyecto.....	40
	Datos Generales del Proyecto	40
3.2	Arquitectura del proyecto	41
3.3	Propuesta Estructural	47

3.4	Análisis de cargas.....	50
3.5	Sísmico	53
3.6	Criterios de cálculo para diseño y Análisis estructural	58
3.7	Secuencia para realizar: Modelo de software innovador y revolucionario para análisis estructural y dimensionamiento	65
3.1.7	Paso 1	65
3.2.7	Paso 2	68
3.3.7	Paso 3	69
3.4.7	Paso 4	70
3.5.7	Paso 5	73
3.6.7	Paso 6	75
3.7.7	Paso 7	79
3.8.7	Paso 8	80
3.9.7	Paso 9	81
3.10.7	Paso 10	82
3.11.7	Paso 11	84
3.12.7	Paso 12	85
3.13.7	Paso13.....	86
3.14.7	Paso 14	88
3.15.7	Paso 15	93
3.16.7	Paso16.....	94
4	CAPITULO RESULTADOS	95
4.1	Modelo de Software	95
4.1.1	Descargas.....	95
4.2.1	Reacciones.....	96
4.2	Conclusiones	104
4.3	Competencias Desarrolladas	105
4.4	Fuentes de información	107

1 CAPITULO GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

El diseño y análisis de estructuras es indispensable para cualquier tipo de obra, para una correcta y segura ejecución.

Se debe entender cómo se sostiene la estructura, como absorbe y transmite las fuerzas, es necesario conocer las propiedades de los materiales y resistencias, todas las estructuras tienden a deformarse, a sufrir asentamientos, agrietamientos es por lo que se establece un criterio adecuado de un ingeniero civil para que establezca seguridad en el diseño.

Implica realizar cálculos para medir los efectos de las cargas, así como de fuerzas internas su propio peso y externas como granizo o movimientos sísmicos etc. propiedades de sus materiales toda esta información está expresada en una memoria de cálculo estructural que garantiza la seguridad de una estructura gracias a que permite saber a las fuerzas que será sometida la edificación.

1.2 Descripción de la empresa u organización

ACTIVASA

Es una empresa que sus servicios que bridan son desde los estudios preliminares como arquitectura, diseño y cálculo estructural, ingeniería de instalaciones hasta la construcción especializada de edificaciones industriales.

Misión

Crear valor mediante nuestros Servicios de Ingeniería, teniendo siempre la meta de presentar a nuestros Clientes la mejor solución, lo más optimizada y eficiente posible con la tecnología más avanzada.

La calidad de nuestra atención al Cliente es nuestra obsesión, su confianza es nuestra fortaleza. Lograr que nuestros clientes nos recomienden nuestro objetivo.

Nuestro equipo de trabajo siempre busca ser el mejor, tanto para su crecimiento propio como para apoyar al cliente.

Visión

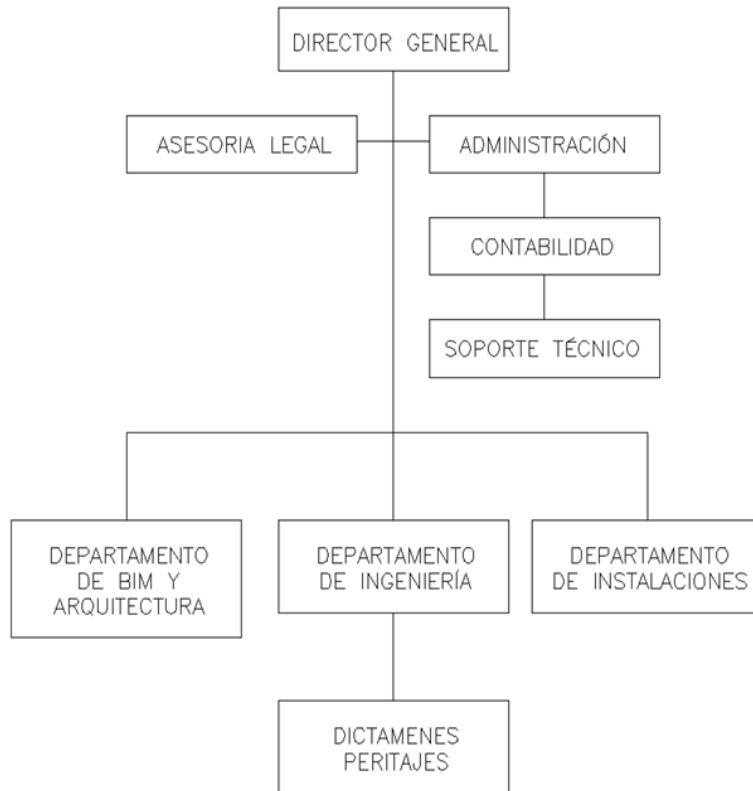
Empresa Global de Servicios de Ingeniería, cuyo firme propósito es atender y resolver las necesidades de nuestros Clientes AAA con un equipo de trabajo profesional y comprometido.



ACTIVASA
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN, S.A. DE C.V.



ORGANIGRAMA



1.3 Descripción del puesto o área de trabajo

Residente capacitado para contribuir en diseño, planeación, control y mantenimiento de obras y proyectos de las infraestructuras, utilizando diferentes softwares para llevar a cabo su función de diseño y calculo estructural.

1.4 Justificación.

Calcular una estructura por medio de un programa de software innovador matemático donde se aplica un buen uso de los materiales y su diseño. para garantizar la seguridad, estabilidad, funcionalidad, eficiencia y durabilidad de las edificaciones. Un diseño adecuado y bien ejecutado es fundamental para el éxito de cualquier proyecto de construcción.

1.5 Problemas a resolver priorizándolos

Calcular el diseño de una casa habitación cuya estructura sea capaz de resistir todas las cargas que se apliquen sobre esta sin ningún fallo, durante la vida de esta.

Garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras ante diversas cargas y fuerzas a las que pueden estar expuestas.

1.6 Objetivos

General:

Diseñar y calcular el diseño estructural de una casa habitación para verificar que las fuerzas a las que será sometida no tengan alguna falla o comportamiento inadecuado logrando seguridad y buen funcionamiento.

Específicos:

1. Definir las fuerzas internas y externas a las que se expondrá la construcción.
2. Investigar las normas vigentes necesarias para el diseño estructural.
3. Desarrollar un modelo de software que nos permita conocer los parámetros necesarios para evitar errores en los resultados.
4. Interpretar los resultados del programa de software.

2 CAPITULO MARCO TEÓRICO

2.1 Proceso del diseño estructural

El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptima con sus objetivos. El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar sometido, sin colapso o mal comportamiento. Las soluciones estructurales están sujetas a las restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto y a las limitaciones generales de costo y tiempo de ejecución.

Sin embargo, es útil para entender su esencia, considerar tres aspectos fundamentales: la estructuración, el análisis y el dimensionamiento.

Estructuración. En esta parte del proceso se determinan los materiales de los que va a estar constituida la estructura, la forma global de ésta, el arreglo de sus elementos constitutivos y sus dimensiones y características más esenciales. Como se desprende de lo expresado en párrafos anteriores, es ésta la parte fundamental del proceso. De la correcta elección del sistema o esquema estructural depende más que de ningún otro aspecto la bondad de los resultados. En esta etapa es donde desempeñarán un papel preponderante la creatividad y el criterio. Se trata de establecer las bases para la correcta elección del sistema estructural, a través del examen de las formas estructurales esenciales y de la evaluación crítica de los principales materiales de construcción.

Se incluyen bajo esta denominación las actividades que llevan a la determinación de la respuesta de la estructura ante las diferentes acciones exteriores que pueden afectarla.

Por el momento basta entender que se trata de determinar los efectos de las cargas que pueden afectar a la estructura durante su vida útil. Para esta determinación se requiere lo siguiente:

a) Modelar la estructura, o sea idealizar la estructura real por medio de un modelo teórico factible de ser analizado con los procedimientos de cálculo disponibles. Un ejemplo es la idealización de un edificio de columnas, vigas y

losas de concreto por medio de un sistema de marcos planos formados por barras de propiedades equivalentes. En esta idealización se cometen con frecuencia errores graves, tales como ignorar elementos que contribuyen a la respuesta de la estructura o emplear un modelo demasiado simplista que no representa adecuadamente la respuesta estructural. La modelación incluye la definición de diversas propiedades de los elementos que componen al modelo. Esto implica la recolección de diversos datos y la suposición de otras características, como son las propiedades elásticas de los materiales, incluyendo el suelo de cimentación, y las propiedades geométricas de las distintas secciones.

Los valores supuestos en etapas iniciales del proceso para estas propiedades pueden tener que modificarse e irse refinando a medida que se obtienen los resultados del análisis.

b) Determinar las acciones de diseño. En muchas situaciones las cargas y los otros agentes que introducen esfuerzos en la estructura están definidos por los códigos y es obligación del proyectista sujetarse a ellos. Es frecuente, sin embargo, que quede como responsabilidad del proyectista la determinación del valor de diseño de alguna carga, o al menos la obtención de datos ambientales locales que definen la acción de diseño. Este tema se trata con detalle y abarca la elección del criterio con que se deben definir los valores de diseño de una acción dada, la forma de obtener un modelo de ésta, generalmente a través de un sistema de fuerzas estáticas de efecto equivalente y la forma de combinar estas fuerzas con las correspondientes a otras acciones. Cabe aquí hacer notar que en esta etapa se suelen tener grandes incertidumbres y se llegan a cometer errores graves que dan al traste con la precisión que se pretende guardar en las etapas subsecuentes. Baste como ejemplo reflexionar sobre el grado de aproximación con que se puede determinar la acción máxima debida a sismo que puede presentarse sobre un edificio o el efecto de la ola máxima que puede actuar sobre una escollera, durante la vida útil de estas estructuras.

c) Determinar los efectos de las acciones de diseño en el modelo de estructura elegido. En esta etapa, que constituye el análisis propiamente dicho, se

determinan las fuerzas internas (momentos flexionantes y de torsión, fuerzas axiales y cortantes), así como las flechas y deformaciones de la estructura. Los métodos de análisis suponen en general un comportamiento elástico-lineal. No se cubrirán en detalle en este texto los métodos de análisis estructural, sólo se describirán algunos métodos simplificados, se hará una evaluación crítica de métodos de análisis compatibles con los diferentes procedimientos de diseño. Vale adelantar aquí un punto sobre el que se volverá más adelante. Los métodos de análisis han evolucionado en las últimas décadas mucho más que otros aspectos del diseño; el desarrollo de los métodos numéricos asociados al empleo de las computadoras ha hecho posible analizar con precisión modelos estructurales cada vez más complejos

Dimensionamiento. En esta etapa se define en detalle la estructura y se revisa si cumple con los requisitos de seguridad adoptados. Además, se elaboran los planos y especificaciones de construcción de la estructura. Nuevamente, estas actividades están con frecuencia muy ligadas a la aplicación de uno o más códigos que rigen el diseño de la estructura en cuestión. Los códigos y procedimientos son peculiares del material y sistema de construcción elegido y de ello poco se tratará en este texto. Lo que constituye un aspecto general son los criterios de seguridad y la estructura de los procedimientos de diseño, los cuales se analizarán en detalle en el capítulo siguiente.

El haber distinguido en el proceso de diseño tres partes que indican una secuencia lógica, nos debe llevar a pensar que en el diseño se sigue un proceso unidireccional en el que primero se imagina una estructura, luego se analiza y finalmente se dimensiona. El proceso real es mucho más complejo e iterativo; implica pasar varias veces por cada etapa a medida que la estructura evoluciona hacia su forma final.

El análisis de la secuencia temporal con que se realiza el diseño de una estructura permite distinguir las fases siguientes:

1) Planteamiento de soluciones preliminares. Se requiere primero una definición clara de las funciones que debe cumplir la estructura y de las restricciones que impone el entorno físico y de las que fijan otros aspectos del proyecto. Es necesario tener datos al menos preliminares sobre condiciones ambientales y requisitos de proyecto. En esta fase es particularmente necesaria la interacción entre el estructurista y los especialistas de los demás subsistemas de la obra para definir las necesidades básicas de cada uno de ellos y para analizar las soluciones generales que se vayan proponiendo. De una evaluación esencialmente cualitativa surge un número limitado de soluciones que tienen perspectivas de resultar convenientes. Esta evaluación se basa con frecuencia en comparaciones con casos semejantes y en algunos cálculos muy simplistas. Es en esta fase donde juega un papel preponderante el criterio del proyectista estructural.

2) Evaluación de soluciones preliminares. Se realizan las actividades que, según se ha mencionado anteriormente, constituyen las etapas del proceso de diseño estructural, pero a un nivel tosco que se denomina comúnmente "prediseño", en el cual se pretende definir las características esenciales de la estructura en diversas alternativas, con el fin de identificar posibles problemas en su adopción y, principalmente, de poder cuantificar sus partes y llegar a una estimación de los costos de las diversas soluciones. La elección de la opción más conveniente no se basará solamente en una comparación de los costos de la estructura en cada caso; hay que considerar también la eficacia con la que ésta se adapta a los otros aspectos del proyecto, la facilidad de obtención de los materiales necesarios, la rapidez y grado de dificultad de las técnicas de construcción involucradas, los problemas relacionados con el mantenimiento, el aspecto estético de la solución y, en obras de gran importancia, también diversos factores de tipo socioeconómico, como la disponibilidad de recursos nacionales y la contribución a la generación de empleos.

3) Diseño detallado. Una vez seleccionada la opción más conveniente, se procede a definirla hasta su detalle, realizando de manera refinada todas las

etapas del proceso; aún aquí es necesario con frecuencia recorrer más de una vez las diversas etapas, ya que algunas de las características que se habían supuesto inicialmente pueden tener que modificarse por los resultados del dimensionamiento y hacer que se repita total o parcialmente el análisis.

4) Transferencia de los resultados del diseño. No basta haber realizado un diseño satisfactorio; es necesario que sus resultados sean transmitidos a sus usuarios, a los constructores, en forma clara y completa. La elaboración de planos que incluyan no sólo las características fundamentales de la estructura, sino la solución de los menores detalles, la especificación del materiales y procedimientos y la elaboración de una memoria de cálculos que facilite la implantación de

ahora cualquier cambio que resulte necesario por la ocurrencia de condiciones no previstas en el diseño, son partes esenciales del proyecto.

5) Supervisión. Puede parecer injustificado considerar la supervisión de la obra como una fase del proceso del diseño. Su inclusión aquí tiene como objetivo destacar la importancia de que las personas responsables del proyecto estructural comprueben que se esté interpretando correctamente su diseño y, sobre todo, que puedan resolver los cambios y adaptaciones que se presentan en mayor o menor grado en todas las obras, de manera que éstos no alteren la seguridad de la estructura y sean congruentes con los criterios de cálculo adoptados.

La importancia que tenga cada una de las fases identificadas depende de las características particulares de cada obra. Cuando se trata de una estructura ya familiar, es posible identificar directamente por experiencia la solución más conveniente y proceder a su diseño con un mínimo de iteraciones. En obras novedosas y grandes, es fundamental dedicar gran atención a las dos primeras fases.

(Meli Piralla, 2000)

2.2 Fundamentos del Diseño

La característica particular más importante de cualquier elemento estructural es su resistencia real, la cual debe ser lo suficientemente elevada para resistir, con algún margen de reserva, todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquél durante la vida de la estructura, sin que se presente falla o cualquier otro inconveniente. Es lógico, por tanto, dimensionar los elementos, es decir, seleccionar las dimensiones del concreto y la cantidad de refuerzo, de manera que sus resistencias sean adecuadas para soportar las fuerzas resultantes de ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, utilizando cargas considerablemente mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio. Esta metodología de diseño se conoce como diseño a la resistencia.

Para estructuras de concreto reforzado sujetas a cargas cercanas a las de falla, uno o los dos materiales, el concreto y el acero, estarán inevitablemente en su rango inelástico no lineal. Es decir, el concreto en un elemento estructural alcanza su resistencia máxima y su falla subsecuente para un nivel de esfuerzos y deformaciones muy por encima del rango elástico inicial en los cuales los esfuerzos y deformaciones son aproximadamente proporcionales. De manera similar, el acero en un elemento cercano o en la falla estará esforzado más allá del dominio elástico hasta y aun por encima de la zona de fluencia. Consecuentemente, la resistencia nominal de un elemento debe calcularse con base en el comportamiento inelástico de los materiales que lo conforman.

Un elemento diseñado por el método de la resistencia debe también demostrar un comportamiento satisfactorio bajo las cargas normales de servicio. Por ejemplo, las deflexiones en vigas deben estar limitadas a valores aceptables y el número de fisuras de flexión y su espesor para cargas de servicio deben mantenerse controlados. Las condiciones límites de servicio son parte importante del diseño, aunque la atención se enfoque inicialmente en la resistencia.

Como alternativa al método de diseño a la resistencia, los elementos pueden dimensionarse algunas veces de manera que los esfuerzos en el acero y en el concreto resultante de cargas normales de servicio, estén dentro de unos límites especificados. Estos límites, conocidos como esfuerzos admisibles, son apenas fracciones de los esfuerzos de falla de los materiales. El concreto responde en forma razonablemente elástica para esfuerzos de compresión que no excedan la mitad de su resistencia, mientras que el acero permanece elástico prácticamente hasta su esfuerzo de fluencia.

De esta manera, los elementos pueden diseñarse con base en métodos elásticos siempre y cuando los esfuerzos para las cargas de servicio permanezcan por debajo de estos límites.

Si los elementos se dimensionan con base en dichas cargas de servicio, el margen de seguridad necesario se logra estipulando esfuerzos admisibles bajo cargas de servicio que sean fracciones apropiadamente pequeñas de la resistencia a la compresión del concreto y del esfuerzo de fluencia del acero. Esta metodología de diseño se conoce como diseño para cargas de servicio. En la práctica se establecen valores para los esfuerzos admisibles, que para el concreto son de aproximadamente la mitad de su resistencia a la compresión, y para el acero, la mitad de su esfuerzo de fluencia.

En el método más antiguo de diseño para cargas de servicio, todos los tipos de carga se tratan de la misma manera sin importar qué tan diferentes sean su variabilidad individual y su incertidumbre. Asimismo, los esfuerzos se calculan con base en métodos elásticos, cuando en la realidad la resistencia de un elemento depende del comportamiento esfuerzo-deformación en el rango inelástico cercano y en la falla. Por esta razón, el método de diseño para cargas de servicio no permite una evaluación explícita del margen de seguridad. En contraste, en el método de diseño a la resistencia, más moderno que el anterior, se pueden ajustar los factores individuales de carga para representar grados diferentes de incertidumbre para los diversos tipos de carga. También pueden ajustarse los

factores de reducción de resistencia a la precisión con la cual se calculan los diferentes tipos de resistencias (flexión, cortante, torsión, etc.) y la resistencia misma en cada caso se calcula considerando explícitamente la acción inelástica. En el método de diseño para cargas de servicio, el comportamiento con respecto a las deflexiones y al agrietamiento se considera comúnmente sólo una forma implícita a través de los límites impuestos a los esfuerzos producidos por las cargas de servicio.

(H. Nilson Arthur, 1999)

2.3 Materiales

2.1.3 Cemento

Un material cementante es aquel que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuadas.

Esta categoría tecnológicamente importante de materiales incluye no solo el cemento sino también limos, asaltos y alquitranes, tal como se usan en la construcción de carreteras y otros. Para la fabricación del concreto estructural se utilizan exclusivamente los llamados cementos hidráulicos.

Para completar el proceso químico (hidratación) mediante el cual el polvo de cemento fragua y endurece para convertirse en una masa sólida se requiere la adición de agua. De los diferentes cementos hidráulicos desarrollados, el cemento Portland, patentado por primera vez en Inglaterra en 1824, es el más común de todos.

El cemento Portland es un material grisáceo finamente pulverizado, conformado fundamentalmente por silicatos de calcio y aluminio. Las materias primas usuales a partir de las cuales se fabrica son calizas que proporcionan el CaO y arcillas y esquistos que proveen el SiO_2 y el Al_2O_3 .

Estos materiales se muelen, se mezclan, se funden en hornos hasta obtener el llamado Clinker, y se enfrían y se muelen de nuevo para lograr la finura requerida. El material es despachado a granel o en bultos que contienen 94 libras de cemento.

2.2.3 Agregados

Para concretos estructurales comunes, los agregados ocupan aproximadamente entre el 70 y el 75 por ciento del volumen de la masa endurecida. El resto está conformado por la pasta de cemento endurecida, agua no combinada (es decir, agua no utilizada en la hidratación del cemento) y vacío de aire. Evidentemente, los últimos dos no contribuyen a la resistencia del concreto. En general mientras más densamente pueda empaquetarse el agregado, mejor será el refuerzo, la resistencia a la intemperie y la economía de concreto. Por

esta razón, resulta de fundamental importancia gradación del tamaño de las partículas en los agregados, con el fin de producir este empaquetamiento compacto. También es importante que el agregado tenga buena resistencia, durabilidad y resistencia a la intemperie; que su superficie esté libre de impurezas como arcillas, limos o materia orgánica las cuales pueden debilitar la unión con la pasta de cemento; y que no se produzca una reacción, química desfavorable entre éste y el cemento.

Los agregados naturales se clasifican generalmente en finos y gruesos. Un agregado fino o arena es cualquier material que pasa el tamiz No. 4, es decir, un tamiz con cuatro aberturas por pulgada lineal. El material más grueso que éste se clasifica como agregado grueso o grava. Cuando se desea una gradación óptima, los agregados se separan mediante tamizado, en dos o tres grupos de diferente tamaño para las arenas y en varios grupos de diferente tamaño para las gravas. Con posterioridad Estos pueden combinarse de acuerdo con tablas de gradación que permiten obtener un agregado densamente empaquetado. El tamaño máximo de agregado grueso para concreto reforzado está controlado por la facilidad con que éste debe entrar en las formaletas y en los espacios entre barras de refuerzo. Con este fin el agregado no debe ser mayor que un quinto de la dimensión más pequeña de las formaletas o un tercio del espesor de la losa, ni tres cuartos de la distancia mínima entre barras de refuerzo.

Además de los principales componentes del concreto, usualmente se utilizan aditivos para mejorar el comportamiento de este. Existen aditivos para acelerar o retardar el fraguado y el endurecimiento, para mejorar la manejabilidad, para aumentar la resistencia, para mejorar la durabilidad, para disminuir la permeabilidad y para proporcionar o afectar otras propiedades (ver la referencia

2.12). Los efectos benéficos de algunos aditivos son bien conocidos. Los aditivos químicos deben cumplir los requisitos de la norma ASTM C494, "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete"

Los agentes incorporadores de aire son en la actualidad los aditivos más ampliamente utilizados. Ellos producen la inclusión de aire en el concreto en forma de pequeñas burbujas dispersas.

Esto mejora la manejabilidad y la durabilidad (principalmente la resistencia al congelamiento y a la abrasión) y reduce la segregación durante la colocación. Estos aditivos disminuyen la densidad del concreto debido a que aumentan la relación de vacíos y por tanto disminuyen su resistencia; sin embargo, esta disminución puede balancearse parcialmente mediante la reducción del agua de mezcla sin que se pierda manejabilidad. El principal uso de los concretos con aire incorporado es en pavimentos, pero también se utilizan para estructuras, particularmente en elementos expuestos

Los aditivos acelerantes se utilizan para reducir el tiempo de fraguado y acelerar el desarrollo inicial de resistencia. El acelerante más utilizado es el cloruro de calcio gracias a su bajo costo, pero debe ser utilizado con precaución en concreto prees forzado o en concreto reforzado en solventes húmedos, debido a su tendencia a suscitar la corrosión del acero. Existen aditivos acelerantes patentados, sin cloruros y sin agentes corrosivos.

Los aditivos retardantes del fraguado se utilizan principalmente para contrarrestar los efectos acelerantes de altas temperaturas ambientales y para mantener la trabajabilidad del concreto durante todo el periodo de colocación. Esto ayuda a eliminar el agrietamiento debido a deflexiones de la formaleta y también mantiene la trabajabilidad del concreto permitiendo el vaciado de concreto adicional sin el desarrollo de juntas "frías".

2.3.3 Acero de refuerzo

La resistencia útil tanto a tensión como a compresión de los aceros comunes, es decir, la resistencia a la fluencia es aproximadamente quince veces la resistencia a la compresión del concreto estructural común y más de 100 veces su resistencia a la tensión. Por otro lado, el acero es un material mucho más costoso que el concreto. De esto resulta que los dos materiales se emplean mejor en combinación si el concreto se utiliza para resistir los esfuerzos de compresión y

el acero los esfuerzos de tensión. De esta manera, en vigas de concreto reforzado, el concreto resiste la fuerza de compresión, barras de acero de refuerzo longitudinal colocadas cerca a la cara de tensión resisten las fuerzas de tensión y barras de acero adicionales resisten los esfuerzos de tensión inclinados causados por las fuerzas cortantes en las vigas. A pesar de esto, el refuerzo también se utiliza para resistir fuerzas de compresión, especialmente cuando se desea reducir la sección transversal de elementos a compresión, como es el caso de las columnas de los primeros pisos de edificios altos. Aún si esta necesidad no existiera, una mínima cantidad de refuerzo se coloca en todos los elementos a compresión para asegurarlos contra el efecto de pequeños momentos flectores accidentales que pueden agrietar y aún producir la falla de un elemento no reforzado.

Para lograr una acción efectiva del refuerzo, es esencial que el acero y el concreto se deformen en forma conjunta, es decir, es necesario que haya una adherencia suficientemente fuerte entre los dos materiales para asegurar que no ocurrirán movimientos relativos entre las barras de refuerzo y el concreto circundante. Esta unión se produce por la fuerte adhesión química que se desarrolla en la interface acero-concreto, por la rugosidad natural de la superficie de las barras de refuerzo laminadas en caliente y por los resaltes superficiales poco espaciados que se forman en las barras de refuerzo (barras corrugadas) con el fin de proveer un alto grado de entrelazamiento entre los dos materiales.

(H. Nilson Arthur, 1999)

2.4 Elementos Estructurales

2.1.4 Losas

Las losas son los elementos que hacen factible la existencia de los pisos y techos de una edificación.

Tienen dos funciones principales desde el punto de vista estructural: la primera, ligada a las cargas de gravedad, que es la transmisión hacia las vigas de las cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga y eventualmente tabiques u otros elementos apoyados en ellos; y la segunda, ligada a las cargas de sismo, que es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un comportamiento uniforme en cada piso, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel.

2.2.4 Vigas

Son los elementos que reciben la carga de las losas, y las transmiten hacia otras o directamente hacia las columnas o muros

Generalmente las vigas forman los denominados ejes de la estructura, teniendo las columnas ubicadas en sus intersecciones. El conjunto formado por las vigas y las columnas recibe el nombre de pórticos

Además de la función ya indicada (relativa a dar apoyo a las losas y transmitir su carga hacia las columnas o muros), las vigas tienen una función sísmica importantísima. Esta es la de constituir junto con las columnas y muros los elementos resistentes a los diferentes esfuerzos producidos por las fuerzas horizontales de sismo (cortantes, momentos y axiales), y ser los elementos que ayuda a proporcionar rigidez lateral.

2.3.4 Columnas

Son los elementos, generalmente verticales, que reciben las cargas de las losas y de las vigas con el fin de transmitirlos hacia la cimentación, y permiten que una edificación tenga varios niveles

Desde el punto de vista sísmico, las columnas son elementos muy importantes, pues forman con las vigas los denominados pórticos, que constituyen el esqueleto sismo resistente junto con los muros, si estos existen.

Las columnas se construyen de diferentes secciones, siendo común el uso de columnas circulares, cuadradas y rectangulares, también puede usarse otro tipo de secciones como las poligonales o trapezoidales, las cuales suelen ser más caras debido al encofrado mayor y más dificultoso.

Las columnas son elementos principalmente sometidos a esfuerzos de compresión y simultáneamente a los de flexión (flexo compresión), debido a que tienen momentos flectores transmitidos por las vigas y reciben las cargas axiales de los diferentes niveles de la edificación. La sección transversal de la columna dependerá de la magnitud de la carga vertical que recibe y de la magnitud de los momentos flectores actuantes.

2.4.4 Muros

Son paredes de concreto armado que, dada su mayor dimensión en una dirección, muy superior a su ancho, proporcionan gran rigidez lateral y resistencia en esa dirección. Algunos autores definen a los muros como columnas de sección transversal muy alargada, destacando el hecho que en realidad una columna y una placa reciben los mismos esfuerzos, ya que ambos cargan las vigas y las losas y reciben momentos de estas

Sin embargo, el hecho de tener su largo notoriamente superior a su ancho, hace que las placas tengan un comportamiento interior diferente (importantes deformaciones por corte), convirtiéndose en elementos de gran rigidez lateral y resistencia en la dirección de su largo

La gran rigidez lateral que proporcionan los muros o placas, superior a la que puede proporcionar un pórtico formado por columnas y vigas, hace que, en la actualidad, con una conciencia más clara hacia el diseño sismo resistente, se les use en casi todo tipo de edificaciones.

(Meli Piralla, 2000)

2.5 Cargas

Las cargas que actúan sobre las estructuras pueden dividirse en tres grandes categorías: cargas muertas, cargas vivas y cargas ambientales.

Las cargas muertas son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Ésta puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material.

Las cargas vivas consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios y cargas de tráfico en puentes. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura no se conocen con precisión.

Las cargas ambientales consisten principalmente en cargas de nieve, presión y succión de viento, cargas sísmicas (fuerzas inerciales causadas por movimientos sísmicos), presiones de suelo en las porciones subterráneas de estructuras, cargas de posibles empozamientos de aguas lluvias sobre superficies planas y fuerzas causadas por cambios de temperatura. Al igual que las cargas vivas, las cargas ambientales son inciertas tanto en magnitud como en distribución.

(H. Nilson Arthur, 1999)

Cargas vivas:

								W	Wa	Wm	Nota	
1	a)	Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos c						80	100	190	Nota 1	
2	b)	Oficinas, despachos y laboratorios						100	180	250	Nota 2	
3	c)	Aulas						100	180	250		
4	d)	Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasaje						40	150	350	Notas 3 y 4	
5	e)	Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales						40	350	450	Nota 5	
6	f)	Otros lugares de reunión (bibliotecas, templos, cines, teatros, gimnasios, salor						40	250	350	Nota 5	
7	g)	Comercios, fábricas y bodegas						280	315	350	Nota 6	
8	h)	Azoteas con pendiente no mayor de 5%						15	70	100	Notas 4 y 7	
9	i)	Azoteas con pendiente mayor de 5%; otras cubiertas, cualquier pendiente						5	20	40	Notas 4, 7, 8 y 9	
10	j)	Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)						15	70	300		
11	k)	Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)						40	100	250	Nota 10	

Tabla 2.5.1 Cargas Vivas

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

Notas	
1.- Para elementos con área tributaria mayor de 36 m ² , Wm podrá reducirse, tomando su valor en kN/m ² igual a:	$60 + \frac{780}{\sqrt{A}}$
donde A es el área tributaria en m ² . Cuando sea mas desfavorable se considerará en lugar de Wm, una carga de 500 kg aplicada sobre un área de 50 x 50cm en la posición mas critica.	
Para sistemas de pisos ligeros con cubierta rigidizante, se considerará en lugar de Wm, cuando sea mas desfavorable, una carga concentrada de 250kg para el diseño de los elementos de soporte y de 100kg para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición mas desfavorable.	
Se considerarán sistemas de piso ligero aquéllos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no mas de 80cm y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.	
2.- Para elementos con área tributaria mayor de 36 m ² , Wm podrá reducirse, tomando su valor en kN/m ² igual a:	$110 + \frac{850}{\sqrt{A}}$
donde A es el área tributaria en m ² . Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de Wm, una carga de 1,000 kg aplicada sobre un área de 50 x 50cm en la posición más critica.	
Para sistemas de piso ligero con cubierta rigidizante, definidos como en la nota 1, se considerará en lugar de Wm, cuando sea mas desfavorable, una carga concentrada de 500kg para el diseño de los elementos de soporte y de 150kg para el diseño de la cubierta, ubicadas en la posición mas desfavorable.	
3.- En áreas de comunicación de casas de habitación y edificios de departamentos se considerará la misma carga viva que en el inciso (a) de la tabla 6.1.	
4.- Para diseño de los pretilas y barandales en escaleras, rampas, pasillos y balcones, se deberá fijar una carga por metro lineal no menor de 100 kg/m actuando al nivel del pasamanos y en la dirección mas desfavorable.	
5.- En estos casos deberá prestarse particular atención a la revisión de los estados límite de servicio relativos a vibraciones.	
6.- Atendiendo al destino del piso se determinara con los criterios de la sección 2.2 la carga unitaria, Wm, que no será inferior a 350kg/m ² y deberá especificarse en los planos estructurales y en placas colocadas en lugares fácilmente visibles de la edificación.	
7.- Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios, ni las que se deben a equipos u objetos pesados que puedan apoyarse en o colgarse del techo. Estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales. Adicionalmente, los elementos de cubiertas y azoteas deberán revisarse con una carga concentrada de 100kg en la posición más crítica.	
8.- Además, en el fondo de los valles de techos inclinados se considerará una carga debida al granizo de 30kg por cada metro cuadrado de proyección horizontal del techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se considerará como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le aplicarán los factores de carga correspondientes según la sección 3.4.	
9.- Para tomar en cuenta el efecto de granizo, Wm se tomará igual a 100 kg/m ² y se tratará como una carga accidental para fines de calcular los factores de carga de acuerdo con lo establecido en la sección 3.4. Esta carga no es aditiva a la que se menciona en el inciso i de la tabla 6.1 y en la nota 8.	
10.- Mas una concentración de 1,500 kg, en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.	

Tabla 2.5.2 Cargas muertas

COMBINACIONES DE CARGA

COMBINACIONES PARA REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS Y DISEÑO DE CIMENTACIÓN									
Nombre de la Carga	3 Sismo X	4 Sismo Z	5 C. Muerta	6 C. Viva M.	7 C. Viva A.	8 Viento N.	9 Viento P.	10 Granizo	
11.- Cargas Gravitacionales Máximas			1.00	1.00					
12.- Combinación de Viento Normal			1.00		1.00	1.00			
13.- Combinación de Viento Paralelo			1.00		1.00		1.00		
14.- Granizo			1.00		1.00			1.00	
15.- CM + CVA + 100 Sx + 30 Sz	1.00	0.30	1.00		1.00				
16.- CM + CVA + 100 Sx - 30 Sz	1.00	-0.30	1.00		1.00				
17.- CM + CVA - 100 Sx + 30 Sz	-1.00	0.30	1.00		1.00				
18.- CM + CVA - 100 Sx - 30 Sz	-1.00	-0.30	1.00		1.00				
19.- CM + CVA + 30 Sx + 100 Sz	0.30	1.00	1.00		1.00				
20.- CM + CVA + 30 Sx - 100 Sz	0.30	-1.00	1.00		1.00				
21.- CM + CVA - 30 Sx + 100 Sz	-0.30	1.00	1.00		1.00				
22.- CM + CVA - 30 Sx - 100 Sz	-0.30	-1.00	1.00		1.00				

Tabla 2.5.3 Combinaciones para revisión de desplazamiento y diseño de cimentación.

COMBINACIONES PARA DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ACERO									
Método de Diseño: LRFD									
Nombre de la Carga	3 Sismo X	4 Sismo Z	5 C. Muerta	6 C. Viva M.	7 C. Viva A.	8 Viento N.	9 Viento P.	10 Granizo	
23.- Cargas Gravitacionales Máximas			1.40	1.40					
24.- Combinación de Viento Normal			1.20		0.50	1.60			
25.- Combinación de Viento Paralelo			1.20		0.50		1.60		
26.- Granizo			1.10					1.10	
27.- CM + CVA + 100 Sx + 30 Sz	1.00	0.30	1.20		0.50				
28.- CM + CVA + 100 Sx - 30 Sz	1.00	-0.30	1.20		0.50				
29.- CM + CVA - 100 Sx + 30 Sz	-1.00	0.30	1.20		0.50				
30.- CM + CVA - 100 Sx - 30 Sz	-1.00	-0.30	1.20		0.50				
31.- CM + CVA + 30 Sx + 100 Sz	0.30	1.00	1.20		0.50				
32.- CM + CVA + 30 Sx - 100 Sz	-0.30	1.00	1.20		0.50				
33.- CM + CVA - 30 Sx + 100 Sz	0.30	-1.00	1.20		0.50				
34.- CM + CVA - 30 Sx - 100 Sz	-0.30	-1.00	1.20		0.50				

Tabla 2.5.4 Combinaciones para diseño de elementos estructurales de acero

COMBINACIONES PARA DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN CONCRETO									
Método de Diseño: RCDF(NTC)									
Nombre de la Carga	3 Sismo X	4 Sismo Z	5 C. Muerta	6 C. Viva M.	7 C. Viva A.	8 Viento N.	9 Viento P.	10 Granizo	
35.- Cargas Gravitacionales Máximas			1.30	1.50					
36.- Combinación de Viento Normal			1.10		1.10	1.10			
37.- Combinación de Viento Paralelo			1.10		1.10		1.10		
38.- Granizo			1.10		1.10			1.10	
39.- CM + CVA + 100 Sx + 30 Sz	1.10	0.33	1.10		1.10				
40.- CM + CVA + 100 Sx - 30 Sz	1.10	-0.33	1.10		1.10				
41.- CM + CVA - 100 Sx + 30 Sz	-1.10	0.33	1.10		1.10				
42.- CM + CVA - 100 Sx - 30 Sz	-1.10	-0.33	1.10		1.10				
43.- CM + CVA + 30 Sx + 100 Sz	0.33	1.10	1.10		1.10				
44.- CM + CVA + 30 Sx - 100 Sz	-0.33	1.10	1.10		1.10				
45.- CM + CVA - 30 Sx + 100 Sz	0.33	-1.10	1.10		1.10				
46.- CM + CVA - 30 Sx - 100 Sz	-0.33	-1.10	1.10		1.10				

Tabla 2.5.5 Combinaciones para diseño de elementos estructurales de concreto

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

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

Para la combinación de carga muerta más carga viva, se empleará la intensidad máxima de la carga viva, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se tomen en cuenta distribuciones de la carga viva más desfavorables que la uniformemente repartida, deberán tomarse los valores de la intensidad instantánea especificada en la mencionada sección; y.

b) Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales, se considerarán todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.

En ambos tipos de combinación los efectos de todas las acciones deberán multiplicarse por los factores de carga apropiados.

c) Los criterios de diseño para cargas de viento y sismo, así como para el de cimentaciones, se presentan en las NTC correspondientes. Se aplicarán los factores de carga.

(Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones)

2.6 Análisis estructural

En la etapa de análisis se realiza la determinación de la respuesta estructural, o sea de los efectos acciones de diseño producen en la estructura. Estos efectos se describen en términos de fuerzas internas, esfuerzos, flechas y deformaciones. En el contexto de los métodos de diseño por estados límite, el análisis se refiere a la determinación de las fuerzas internas actuantes en las diferentes secciones de la estructura para su posterior compara. con las fuerzas internas resistentes, a fin de verificar si se cuenta con la seguridad adecuada. Ocasionalmente, se hace necesario obtener como producto del análisis las deformaciones verticales y horizontales de algunos elementos estructurales para su comparación con los valores que definen estados límite de servicio.

El análisis constituye la etapa más "científica" del proceso de diseño, aquella en que se emplean métodos de la mecánica estructural que implican el uso de herramientas matemáticas frecuentemente muy refinadas. El análisis estructural ha tenido una evolución extraordinaria en las últimas décadas con el desarrollo de los métodos numéricos que resuelven los problemas matemáticos mediante procedimientos iterativos con los que se puede llegar al nivel de precisión que se desee mediante la ejecución del número necesario de ciclos de iteración. Con estos procedimientos se puede analizar prácticamente cualquier tipo de estructura, por más compleja que ésta sea, recurriendo al empleo de programas de Cómputo con los que pueden realizarse en poco tiempo y a Un costo razonable los millones de operaciones numéricas que una solución de este tipo implica.

No debe perderse de vista que lo que se está manejando en esta etapa son modelos analíticos de la estructura. Como se ha dicho, la etapa de análisis puede considerarse dividida en la identificación del modelo analítico que representa a la estructura y a las acciones que sobre ésta se ejercen, y en una segunda parte que consiste en la solución del problema analítico así planteado. Por muy precisa que sea la solución analítica, sus resultados solo serán indicativos de la respuesta de

la estructura real en la medida en que el modelo analizado represente fielmente sus propiedades esenciales.

El conocimiento de las teorías del análisis estructural y de los métodos de análisis para las principales formas estructurales es básico e indispensable para el proyectista de estructuras; su tratamiento es tema de textos especializados y a ellos se remite al lector para su estudio. No suele encontrarse, sin embargo, en estos textos una evaluación crítica de la validez de la aplicación de dichos métodos a diferentes tipos de estructuras reales ni recomendaciones sobre cómo idealizar éstas: o sea de como derivar de una construcción completa un esquema conceptual que sea representativo de su respuesta ante distintas acciones.

(Meli Piralla, 2000)

2.7 Fuerza Sísmica

La acción de un sismo en una estructura reviste aspectos netamente distintos de la mayoría de las otras acciones.

Las diferencias no residen tanto en las características dinámicas de la acción, cuanto en que sus efectos dependen de una interacción compleja entre el movimiento sísmico, las propiedades del suelo subyacente y las de la estructura misma.

El diseño sismorresistente implica mucho más que la simple consideración de un conjunto de cargas estáticas que se aplican a la estructura; requiere, además y principalmente, la selección de un sistema estructural idóneo y eficiente para absorber los efectos sísmicos y de un cuidado especial en la observancia de requisitos de dimensionamiento y de detalle de los elementos estructurales, y aun de los no estructurales. Esto implica que un diseño adecuado para soportar las acciones comunes puede resultar totalmente inapropiado para resistir efectos sísmicos, como lo demuestran las frecuentes fallas y problemas que se tienen al utilizar sistemas constructivos desarrollados para zonas no sísmicas en otras en que estos efectos son críticos.

En muchas regiones, los sismos representan la causa del mayor número de fallas y daños en las estructuras y es necesario tomar precauciones muy especiales a este respecto en el proyecto de todas las estructuras. En otras, su ocurrencia es mucho más esporádica, pero el riesgo de sismos intensos es suficientemente grande para que sus efectos deban tomarse en cuenta en el diseño de las estructuras comunes. Prácticamente ninguna zona puede considerarse totalmente a salvo de los efectos sísmicos, de manera que, aun donde no se tengan evidencias de la ocurrencia de Sismos en épocas recientes, las estructuras de gran importancia requieren un diseño sismorresistente.

El carácter accidental de la acción sísmica, junto con el elevado costo que implica lograr que, ante un sismo de gran intensidad, la respuesta de una estructura se mantenga dentro de niveles de comportamiento que no impliquen daño alguno, hacen que se trate de aprovechar el trabajo de la estructura para

deformaciones que sobrepasan el intervalo elástico: por ello. las propiedades inelásticas de los materiales y elementos estructurales, y en particular la ductilidad, adquieren una importancia fundamental en el diseño sísmico.

(H. Nilson Arthur, 1999.)

Clasificación de la Estructura según su destino:

Estructuras en las que se requiere un grado de seguridad convencional. Construcciones cuya falla estructural ocasionaría la pérdida de un número reducido de vidas, pérdidas económicas moderadas o pondría en peligro otras construcciones de este grupo y/o daños a las del Grupo A+ y A moderados.

A+ Las estructuras de gran importancia, o del Grupo A+, son aquellas en que se requiere un grado de seguridad extrema, ya que su falla causaría cientos o miles de víctimas, y/o graves pérdidas y daños económicos, culturales, ecológicos o sociales.

A Estructuras en que se requiere un grado de seguridad alto. Construcción cuya falla estructural causaría número elevado de vidas o pérdidas económicas, daños ecológicos o culturales, científicos o tecnológicos de magnitud intensa o excepcionalmente alta, o que constituya un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o inflamables, así como construcciones cuyo funcionamiento sea esencial después de un sismo.

B Estructuras en las que se requiere un grado de seguridad convencional. Construcciones cuya falla estructural ocasionaría la pérdida de un número reducido de vidas, pérdidas económicas moderadas o pondría en peligro otras construcciones de este grupo y/o daños a las del Grupo A+ y A moderados.

Clasificación por su tamaño y relación con el sector energético o industrial:

		Todas las estructuras de gran importancia del sector energético o industrial.
A+	1.75	industrial.
A1	1.5	Pertenece o se relaciona con el sector energético o industrial.
2	1.5	No pertenece ni se relaciona con el sector energético o industrial.
B1	1	Altura mayor que 13m o área total construida mayor que 400m ² .
		Altura menor o igual a 13m y área total construida menor o igual a 400m ² .
B2	1	

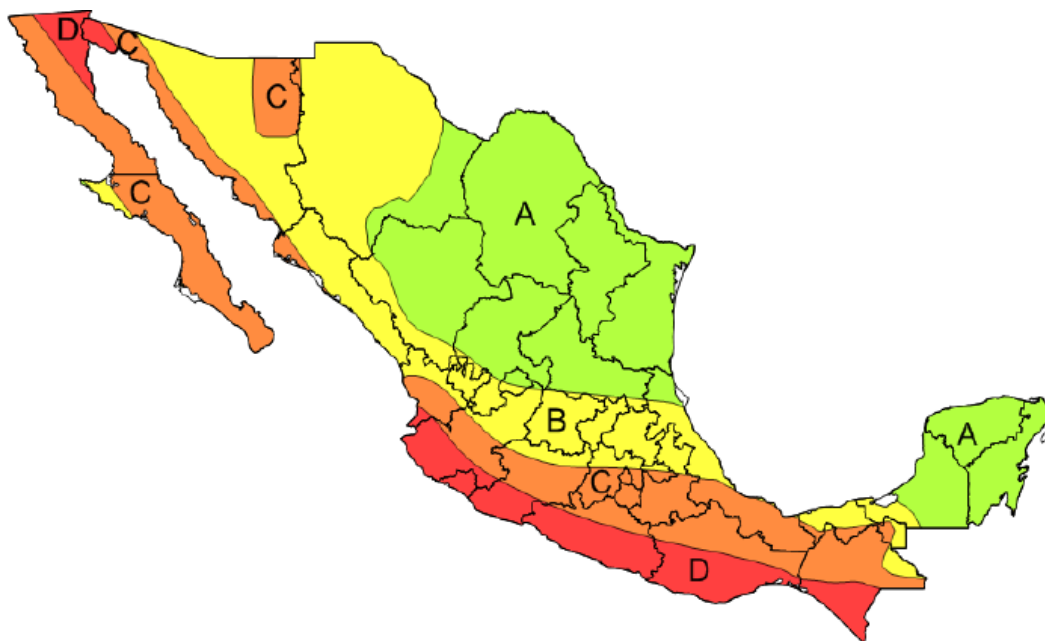


Imagen2.7.1PRODISIS

Regionalización Sísmica de la República Mexicana		
Aceleración máxima en roca, a_{r_0} (cm/s ²), ER	Zona	Intensidad sísmica
$a_{r_0} \geq 200$	D	Muy Alta
$100 \leq a_{r_0} < 200$	C	Alta
$50 \leq a_{r_0} < 100$	B	Moderada
$a_{r_0} < 50$	A	Baja

Tabla 2.7.1 Regionalización sísmica de la República Mexicana

Valores de periodos característicos y exponentes de Espectros						
Zona	Terreno	T_a (s)	T_b (s)	T_c (s)	k	r
A	I	0.1	0.6	2.0	1.5	0.50
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	0.67
	III	0.3	2.0	2.0	0.5	1.00
B	I	0.1	0.6	2.0	1.5	0.50
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	0.67
	III	0.3	2.0	2.0	0.5	1.00
C	I	0.1	0.6	2.0	1.5	0.50
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	0.67
	III	0.2	2.0	2.0	0.5	1.00
D	I	0.1	0.6	2.0	1.5	0.50
	II	0.1	1.4	2.0	1.0	0.67
	III	0.1	2.0	2.0	0.5	1.00

Tabla 2.7.2 Valores de periodos

Caracterización del terreno:

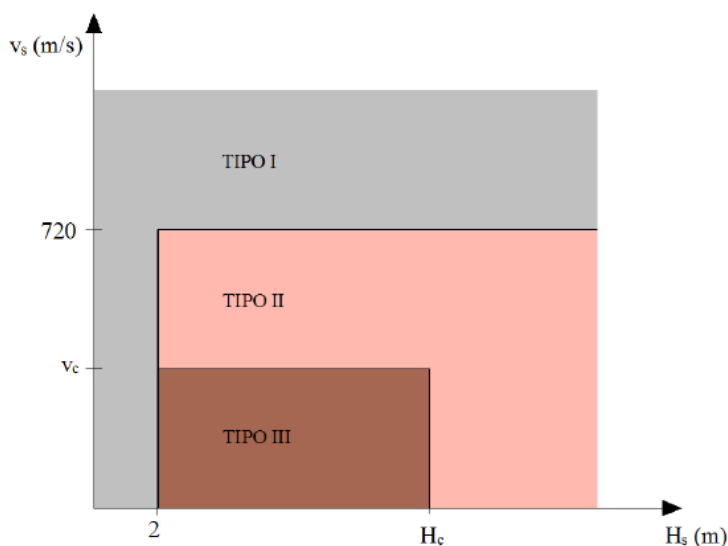


Imagen 2.7. Caracterización del terreno

Dato obtenido del Prodisis

Tipo I Terreno firme o rocoso en que no se presentan amplificaciones dinámicas: Depósito de suelo con $V_s \geq 720$ m/s o $H_s \leq 2$ m.

Tipo II Terreno formado por suelos en que se presentan amplificaciones dinámicas intermedias: Depósito de suelo con $V_c \leq V_s < 720$ m/s y $H_s > 2$ m o $H_s > H_c$ y $V_s < 720$ m/s.

Tipo III Terreno formado por suelos en que se presentan Grandes amplificaciones dinámicas: Depósito de suelo con $V_s < V_c$ m/s y $2 < H_s \leq H_c$ m.

$$V_s = \sqrt{NG} * 61$$

$$\text{Número de golpes: } V_s = \sqrt{NG} * 61$$

RECOMENDACIONES			
Tabla 1.9 Factor de sitio F_{Sit} para diferentes zonas y tipos de terreno.			
	Terreno Tipo I	Terreno Tipo II	Terreno Tipo III
Zona A	$F_{Sit} = 1.0$	$F_{Sit} = 2.6$	$F_{Sit} = 3.0$
Zona B	$F_{Sit} = 1.0$	$F_{Sit} = 2.6 - 0.2 \left(\frac{a_0^r - 50}{50} \right)$	$F_{Sit} = 3.0 - 0.3 \left(\frac{a_0^r - 50}{50} \right)$
Zona C	$F_{Sit} = 1.0$	$F_{Sit} = 2.4 - 0.3 \left(\frac{a_0^r - 100}{100} \right)$	$F_{Sit} = 2.7 - 0.4 \left(\frac{a_0^r - 100}{100} \right)$
Zona D	$F_{Sit} = 1.0$	$F_{Sit} = 2.1 - 0.5 \left(\frac{a_0^r - 200}{290} \right)$	$F_{Sit} = 2.3 - 0.6 \left(\frac{a_0^r - 200}{290} \right)$

Tabla 1.10 Factor de respuesta F_{Res} para diferentes zonas y tipos de terreno.			
	Terreno Tipo I	Terreno Tipo II	Terreno Tipo III
Zona A	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.8$	$F_{Res} = 4.2$
Zona B	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.8 - 0.2 \left(\frac{a_0^r - 50}{50} \right)$	$F_{Res} = 4.2 - 0.3 \left(\frac{a_0^r - 50}{50} \right)$
Zona C	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.6 - 0.2 \left(\frac{a_0^r - 100}{100} \right)$	$F_{Res} = 3.9 - 0.3 \left(\frac{a_0^r - 100}{100} \right)$
Zona D	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.4 - 0.5 \left(\frac{a_0^r - 200}{290} \right)$	$F_{Res} = 3.6 - 0.6 \left(\frac{a_0^r - 200}{290} \right)$

El valor de F_{Res} depende de las coordenadas geográficas del sitio y se obtiene con el programa PRODISIS

Imagen 2.7.3 Recomendaciones

Factor de Comportamiento Sísmico $Q =$

Factor reductor de Sobrerresistencia $R_0 =$

Factor por redundancia $\rho =$

Valores de Amortiguamiento estructural $\zeta_0(\%) =$

Factor por correctivo por irregularidad $\alpha =$

Clasificación de construcciones según su estructuración:

Tipo 1 Edificios. Estructuras comunes en que las fuerzas laterales se resisten en cada nivel por marcos continuos contra vientos o no, por diafragmas o muros o por la combinación de estos.

Tipo 2 Estructuras industriales. Son todos aquellos sistemas estructurales que forman parte de plantas industriales y que requieren que los criterios de diseño sísmico consideren efectos particulares y un tanto diferentes a los especificados para estructuras comunes de edificios, como la consideración de diagrama flexible.

Factor de comportamiento sísmico Q :

El factor de Comportamiento Sísmico se emplea para tomar en cuenta la influencia del comportamiento no lineal del sistema en la estimación de su demanda sísmica, y con ello, en su desempeño esperado y nivel de confiabilidad:

Se satisfacen las condiciones 2 y 4 o 5 y en cualquier entrepiso dejan de satisfacerse las condiciones 1 o 3 especificadas para el caso $Q=4$, pero la resistencia en todos los entrepisos es suministrada por columnas de acero o de concreto reforzado con losas planas, por marcos rígidos de acero, por marcos de concreto reforzado, por muros de concreto o de placa de acero o compuestos de los materiales, por combinaciones de estos y marcos o por diafragmas de madera. Las estructuras con losas planas y las de madera deberán además de satisfacer los requisitos que sobre el particular marcan las RNDEV. Los marcos rígidos de acero o compuestos de acero y concreto satisfacen los requisitos para ductilidad

alta o están provistos de contraventeo concéntrico dúctil, de acuerdo con las RNDEV.

La resistencia a fuerzas laterales es suministrada por losas planas o columnas de acero o de concreto reforzado, por marcos de acero con ductilidad reducida o provistos de contraventeos con ductilidad normal, o de concreto reforzado que no cumplan con los requisitos para ser considerados dúctiles, o muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de acero y concreto, que no cumplen en algún entrepiso lo que se especifica para los casos $Q=4$ y $Q=3$ o por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dadas, columnas o trabes de concreto reforzado o de acero que satisfacen los requisitos de las RNDEV. También se usará $Q=2$ cuando la resistencia es suministrada por elementos de concreto prefabricado o presforzado, con las excepciones que sobre el particular marcan las RNDEV, o cuando se trate de estructuras de madera con las características que se indican en las RNDEV para estructuras de madera, o de algunas estructuras de acero que se indican en las normas vigentes.

La resistencia a fuerzas laterales es suministrada, en todos los entrepisos por muros de mampostería de huecas, confinadas o con refuerzo interior, que satisfacen los requisitos de las RNDEV para estructuras de mampostería, o por combinaciones de dichos muros con elementos como los descritos en los casos $Q=3$ y $Q=2$, o por marcos y armaduras de madera, o por algunas estructuras de acero que se indican en las RNDEV.

1.25 Estructuras cuya resistencia a fuerzas laterales es suministrada, al menos parcialmente, por elementos o materiales de los de arriba especificados, a menos que se haga un estudio que demuestre que se puede emplear un valor más alto que el recomendado.

(CFE, 2015)

2.8 Diseño de Cimentación

La cimentación, o subestructura, constituye un elemento de transición entre la estructura propiamente dicha, o superestructura, y el terreno en que se apoya. Su función es lograr que las fuerzas que se presentan en la base de la estructura se transmitan adecuadamente al suelo en que ésta se apoya. Para que eso se cumpla deberá haber una seguridad adecuada contra la ocurrencia de fallas en los elementos de cimentación o en el suelo y contra la presencia de hundimientos excesivos que ocasionen daños en la construcción misma o en las vecinas o en las instalaciones enterradas en la proximidad de la cimentación. o da

El diseño de cimentaciones es una actividad en que se traslapan las especialidades de Geotecnia y Estructuras. Una parte esencial del diseño consiste en definir, de manera compatible con el costo, cuáles son los estratos de suelo más adecuados para aceptar las cargas transmitidas por la estructura, cuál es la forma de la subestructura que mejor se presta a realizar dicha transmisión y cuál es el procedimiento de construcción más apropiado.

Uno de los factores importantes en definir el sistema de cimentación son los problemas de excavación, bombeo o compactación que pueden presentarse; especialmente en lo que respecta al efecto que estas operaciones tienen en las construcciones existentes. Influye, además, de manera preponderante la disponibilidad de equipo y la experiencia local en los diferentes tipos de cimentación.

El diseño propiamente dicho de la cimentación incluye:

- a) El análisis del sistema suelo-cimentación-super-estructura y la determinación de las fuerzas internas y deformaciones que se generan por esa interacción.
- b) La revisión de la capacidad de la carga del suelo y de los hundimientos que se producen por las cargas sobre el suelo.
- c) El dimensionamiento de la cimentación y la consideración en la superestructura de las solicitaciones debidas a los movimientos de los apoyos.

El comportamiento de una cimentación depende de las propiedades mecánicas del suelo subyacente. Por ser este un material natural, sus propiedades no son controlables y son más difíciles de determinar con precisión que las de los materiales de la estructura. Además, la respuesta de la mayoría de los suelos bajo carga es no lineal desde niveles bajos de esfuerzos y se modifica en forma importante con el tiempo. Finalmente, la distribución de esfuerzos entre suelo y cimentación depende de la interacción entre ambos sistemas, la cual no se presta generalmente a ser representada por medio de modelos sencillos. Por estas características, el análisis riguroso de una cimentación lleva generalmente a procedimientos muy complejos. Sin embargo, para estructuras de importancia no excepcional y en las que no se cuenta con información suficientemente precisa para aplicar dichos métodos refinados, se suele recurrir a procedimientos simplistas basados en hipótesis muy burdas del comportamiento de los suelos. Debe notarse que estos procedimientos, usados comúnmente en la práctica, proporcionan con frecuencia resultados que difieren hasta en un orden de magnitud en cuanto a las fuerzas internas en la cimentación, ya que algunos desprecian aspectos que otros toman en cuenta en forma muy conservadora.

(H. Nilson Arthur, 1999)

De acuerdo con las NTC para Diseño y Construcción de Cimentaciones, el suelo se divide en tres zonas con las siguientes

Zona I	Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos artificiales no controlados.
Zona II	Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.
Zona III	Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son en general medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50m.

Tabla 2.8.1 Zonas

Interacción Suelo - Estructura

En el diseño sísmico de estructuras ubicadas en terrenos de mediana y baja rigidez, se deben tener en cuenta los efectos de la interacción entre el suelo y la estructura. En general, el uso de estas recomendaciones reduce los valores de las fuerzas laterales, el cortante basal y los momentos de volteo, calculados para una estructura supuesta con base indeformable, e incrementa los desplazamientos laterales. Solo se justificará tomar en cuenta los efectos de la interacción suelo–estructura cuando se tenga que:

$$\frac{T_{e0}}{T_s} \frac{H_s}{H_{e0}} < 2.5$$

H

H_{e0} = altura efectiva fundamental de la estructura supuesta con base rígida

H

s = espesor total del estrato de terreno equivalente

T

T_{e0} = periodo fundamental de la estructura supuesta con base rígida

T

s = periodo dominante del terreno equivalente

(CFE, 2015)

2.9 Programa de software innovador de cálculo y análisis estructural

ETABS es un programa que se utiliza para el análisis estructural y diseño de sistemas de edificaciones que desde hace más de 30 años ha estado en continuo desarrollo, para brindarle al ingeniero una herramienta confiable, sofisticada y fácil de usar. ETABS versión 19 posee una poderosa e intuitiva interfaz gráfica con procedimientos de modelaje, análisis y diseño sin igual, todos integrados usando una base de datos común. Aunque fácil y sencillo para estructuras simples, ETABS también puede manejar los más grandes y complejos modelos de edificios, incluyendo un amplio rango de comportamientos no lineales, haciéndolo la herramienta predilecta para ingenieros estructurales en la industria de la construcción.

ETABS es un sistema completamente integrado. Detrás de una interfase intuitiva y simple, se encajan poderosos métodos numéricos, procedimientos de diseño y códigos internacionales de diseño, que funcionan juntos desde una base de datos comprensiva. Esta integración significa que usted crea un solo sistema de modelo de piso y sistemas de barras verticales y laterales para analizar y diseñar el edificio completo.

Los modelos se definen de forma lógica: piso por piso, viga por viga, columna por columna, tramo por tramo, muro por muro y no como corrientes de puntos y elementos no descritos como lo hacen la mayoría de los programas para fines generales. Así la definición estructural es simple, ordenada y significativa.

ETABS usa objetos para representar miembros estructurales físicos. Al crear un modelo, el usuario empieza dibujando la geometría del objeto, y después asignándole propiedades y cargas para definir completamente la estructura del edificio. De forma más simple, desarrollar un modelo requiere de tres pasos básicos:

- Dibujar series de objetos puntos, líneas y área que representen el edificio usando las diversas herramientas de dibujo que se encuentran disponibles en la interfase gráfica.

- Asignar propiedades estructurales (secciones y materiales) y cargas a objetos usando las opciones del menú Asignar

- Establecer y/o Asignar parámetros de división interna en elementos de área.

Cuando el modelo está terminado, el análisis puede ser ejecutado. En ese momento, el programa convierte de forma automática los modelos basados en objetos en modelos basados en elementos, a esto se le conoce como modelo del análisis usado en el análisis total. El modelo del análisis consiste en nodos, elementos barra, elementos conexión y elementos Shell, de conformidad a los objetos punto, línea y área generados en el modelo. La conversión del modelo del análisis es interna en el programa y esencialmente transparente para el usuario. Una de las características más importantes de que ofrece ETABS es el reconocimiento de los niveles de pisos, permitiendo el ingreso de datos de construcción de una forma conveniente y lógica. Los usuarios pueden definir sus modelos bases de piso-piso, nivel- nivel, de forma análoga en la que un diseñados trabaja cuando presenta los dibujos del edificio. Los niveles de pisos ayudan a identificar, localizar y ver áreas y objetos específicos en su modelo. En la terminología de ETABS, un nivel de piso representa un plano horizontal que se ve a través de un corte del edificio a una elevación específica, y todos los objetos debajo de dicho plano hasta el siguiente nivel de piso. Debido a que ETABS entiende de forma inherente la geometría de los sistemas del edificio, el usuario puede especificar que el objeto que está siendo dibujado puede ser multiplicado en todos los pisos, o en pisos similares que el mismo ha identificado. Esta opción funciona no solo repetición de barras de piso, sino también para columnas y barras.

(Computers & Structures, Inc. Caribe 2019)

3.1 Generalidades del proyecto

Datos Generales del Proyecto

[illegible]

40

3.2 Arquitectura del proyecto

Descripción del proyecto: Se va a construir una casa habitación en un terreno plano con dimensiones lado corto 7.00m, lado largo 17.41m, altura 3.00m y altura máxima 6.55m.

La planta baja está compuesta de comedor, sala, cocina, patio de lavado, estudio y estacionamiento.

La planta alta está compuesta por una recamara principal con su baño principal, dos recamaras más, un vestidor y un baño.

La azotea tiene un ángulo de inclinación de la cubierta de 5°.

Relación de dimensiones de la estructura:

Área de Nivel	2	63.73	m ²
Área de Nivel	1	66.55	m ²
	TOTAL	130.28	m ²

Tabla 3.1:Áreas de la casa habitación.

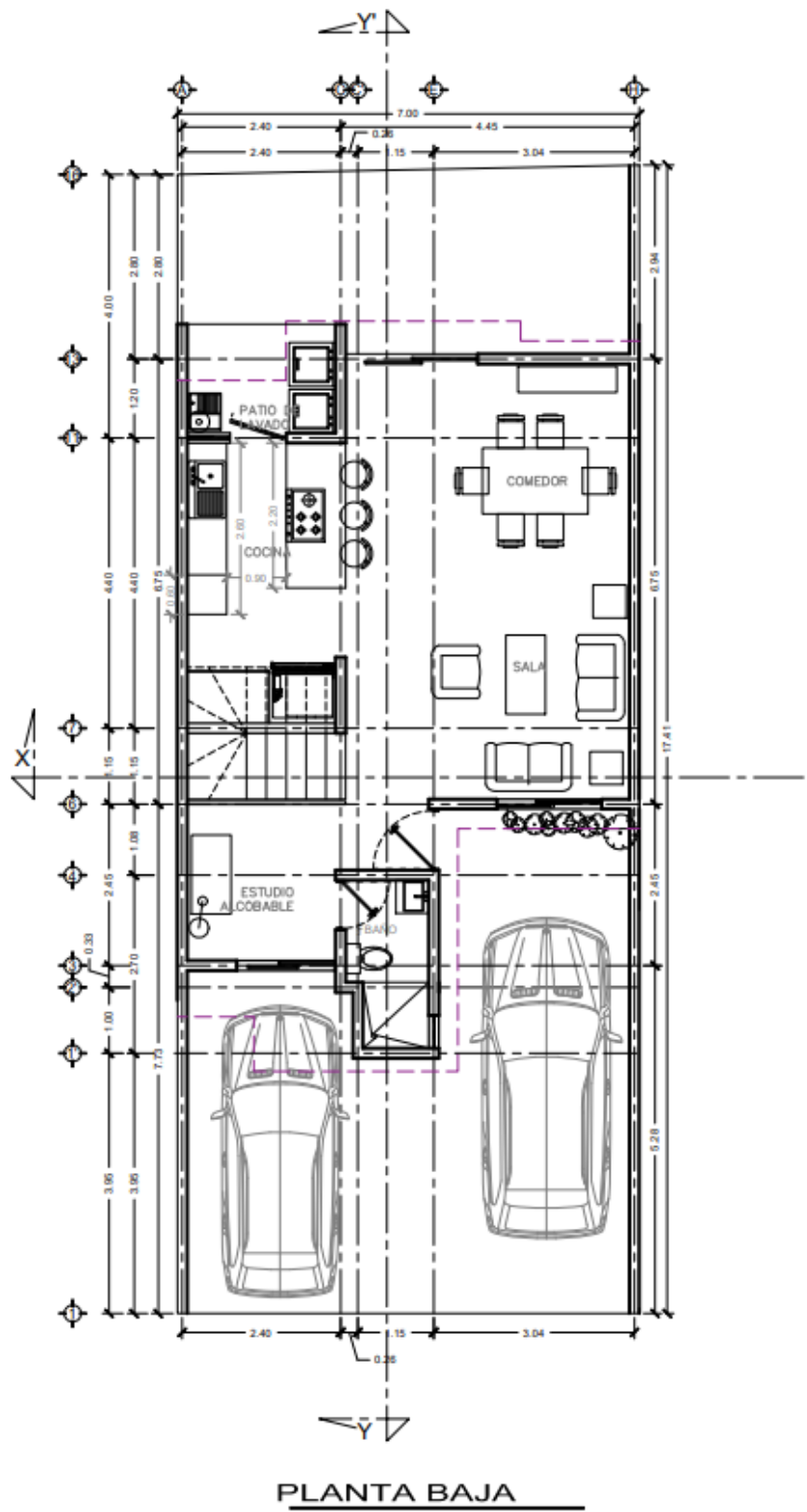


Imagen 3.2: Plano de la casa habitación planta baja.

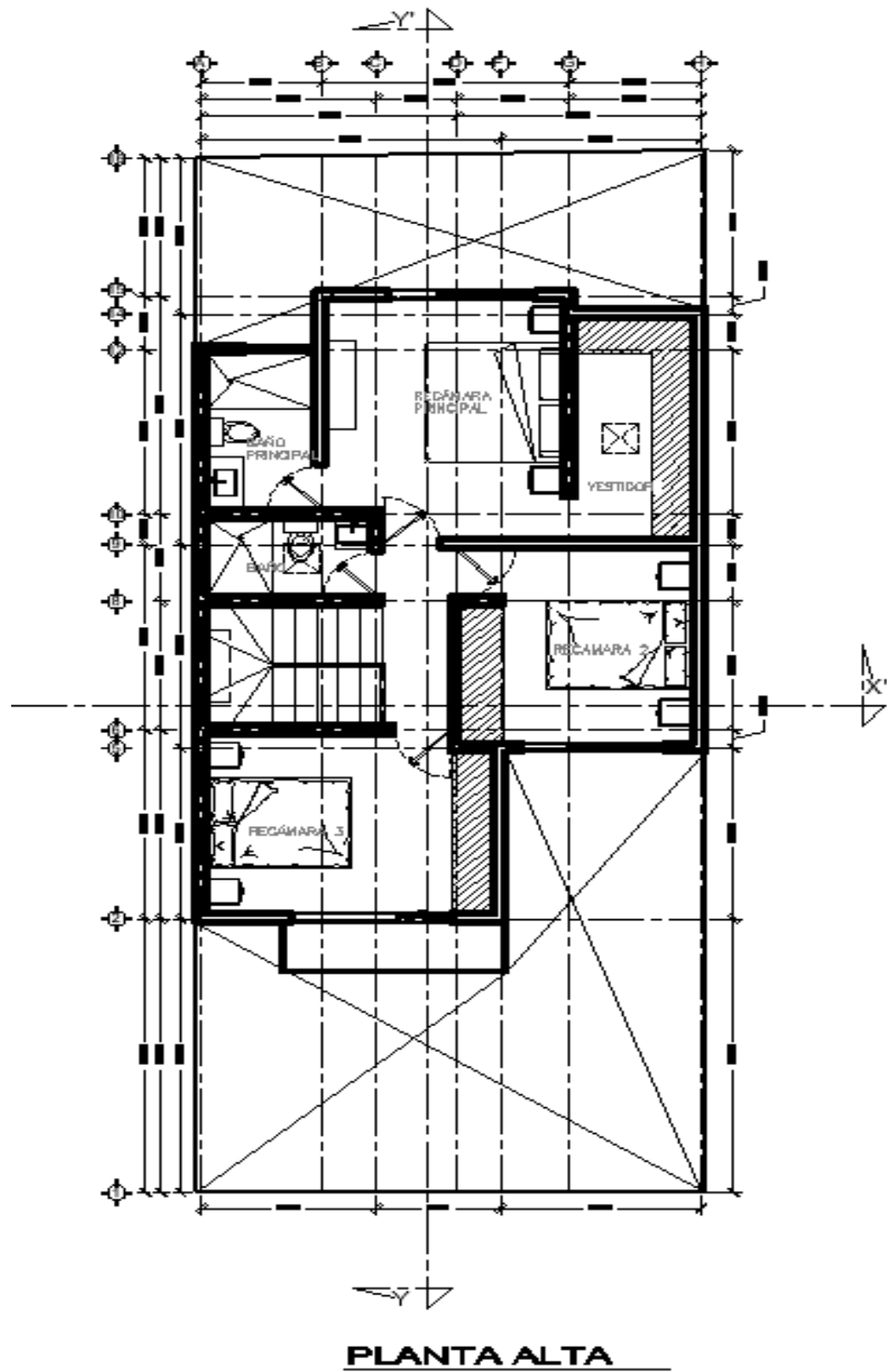


Imagen 3.3: Plano de la casa habitación planta alta.

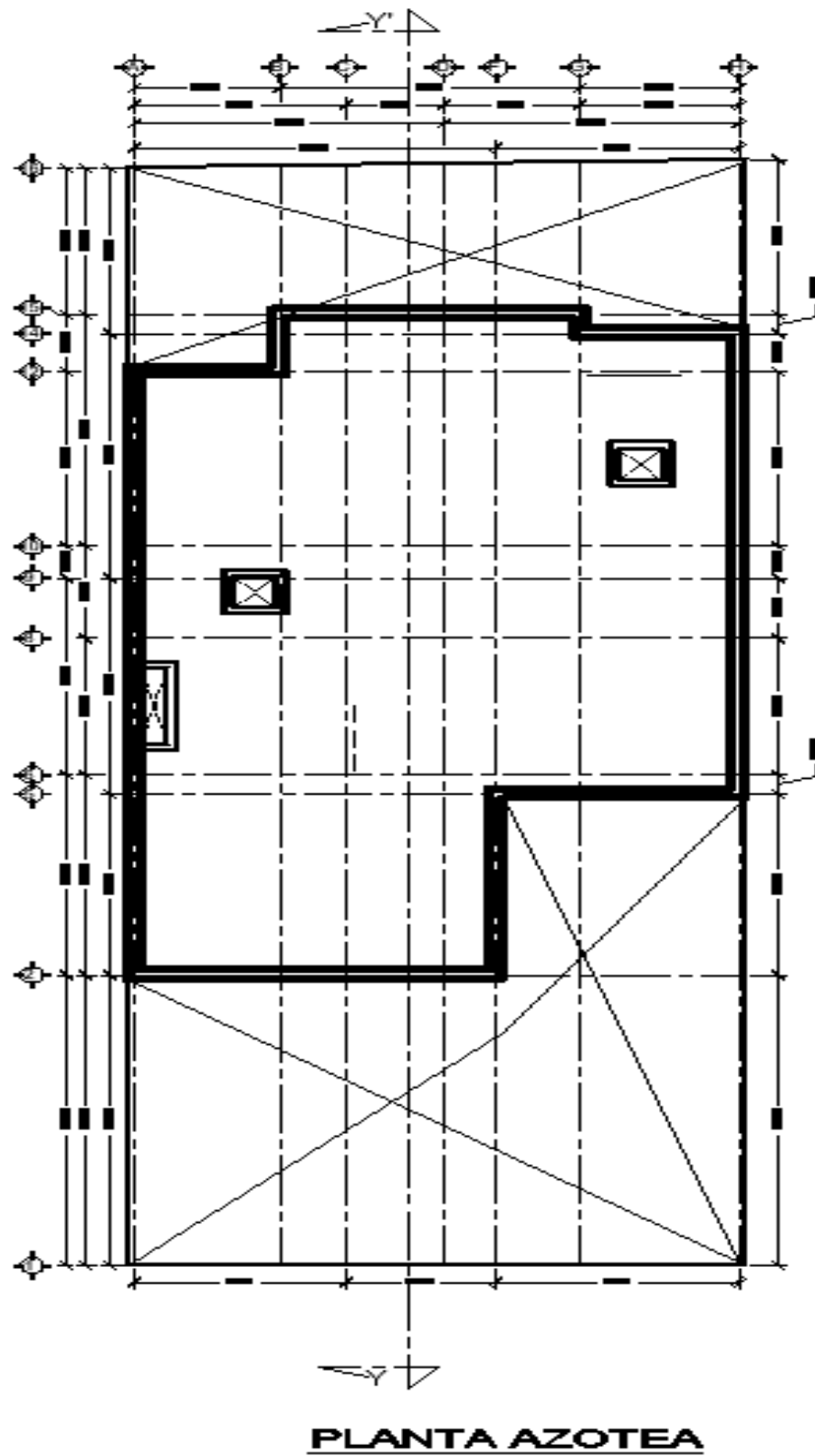
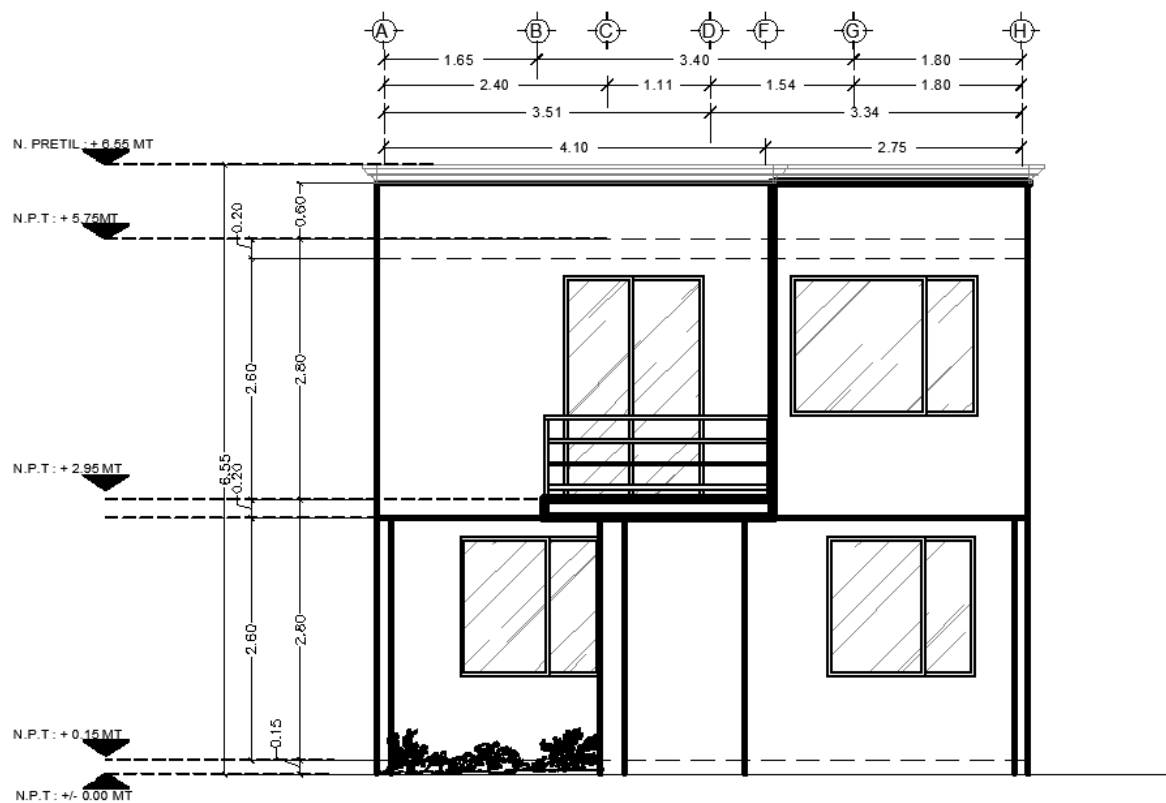
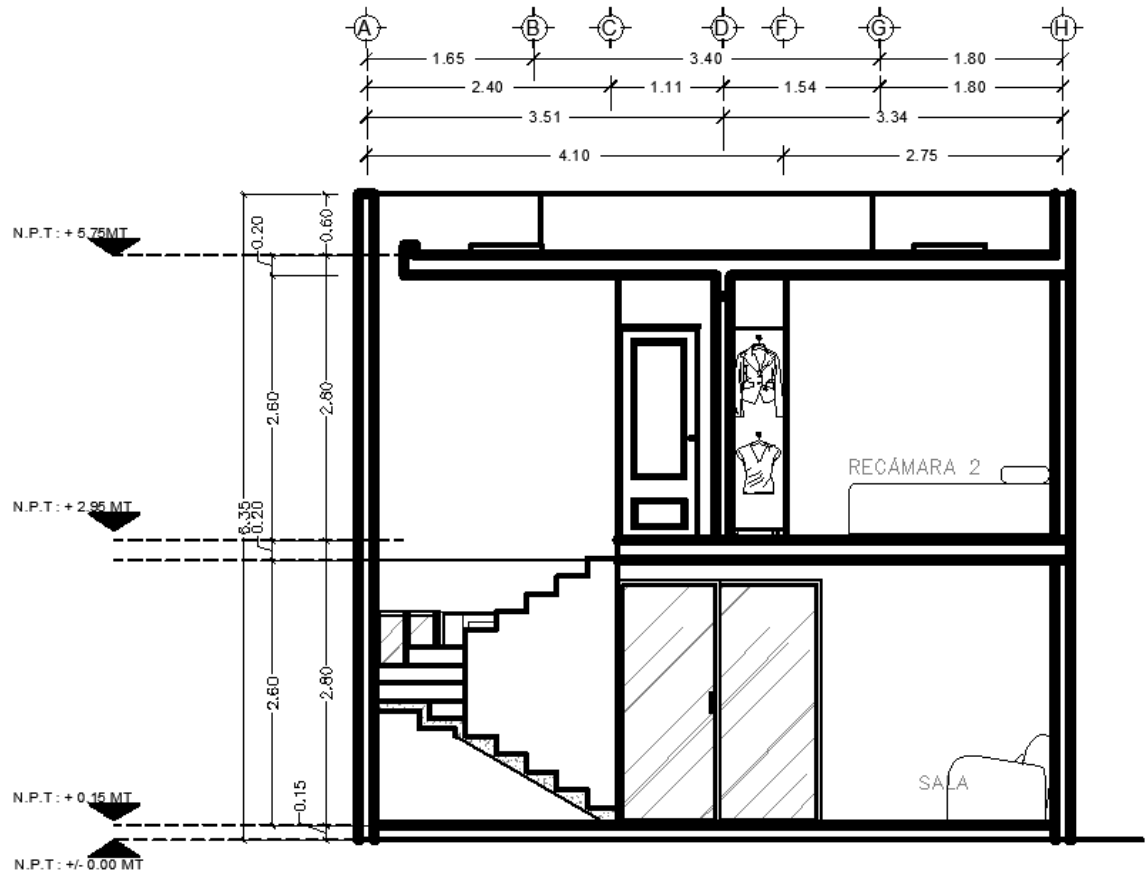


Imagen 3.4:Plano de la casa habitación azotea.



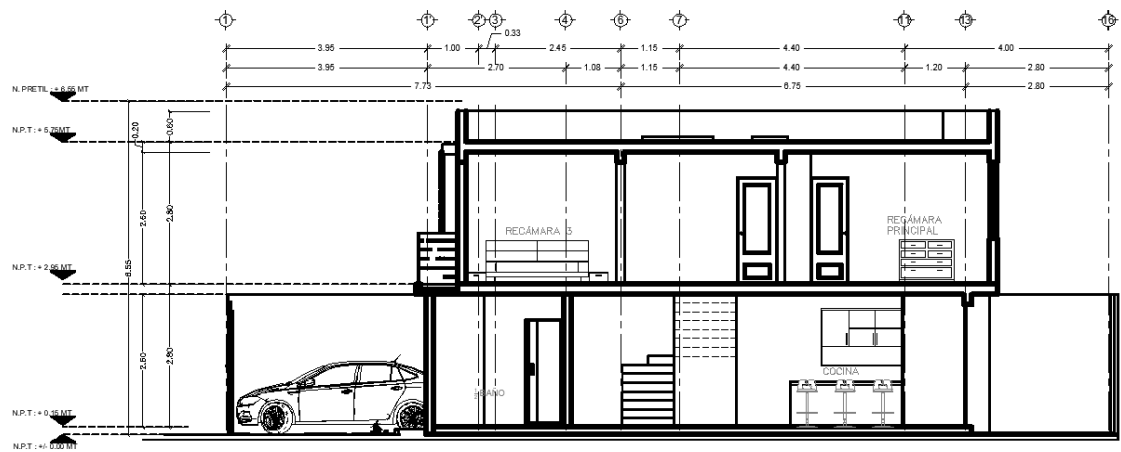
FACHADA PRINCIPAL

Imagen 3.5: Fachada principal casa habitación.



CORTE X - X'

Imagen 3.6: Corte de casa habitación x



CORTE Y - Y'

Imagen 3.7: Corte de casa habitación.

3.3 Propuesta Estructural

Criterios de estructuración

La Casa - Habitación está estructurada El casa habitación está estructurada con Muros block macizo confinado con dalas y castillos. El sistema de losa de entrepiso y azotea está resuelto a base de Losa de Vigueta y bovedilla. El sistema de cimentación está resuelto a base de Losa de Cimentación.

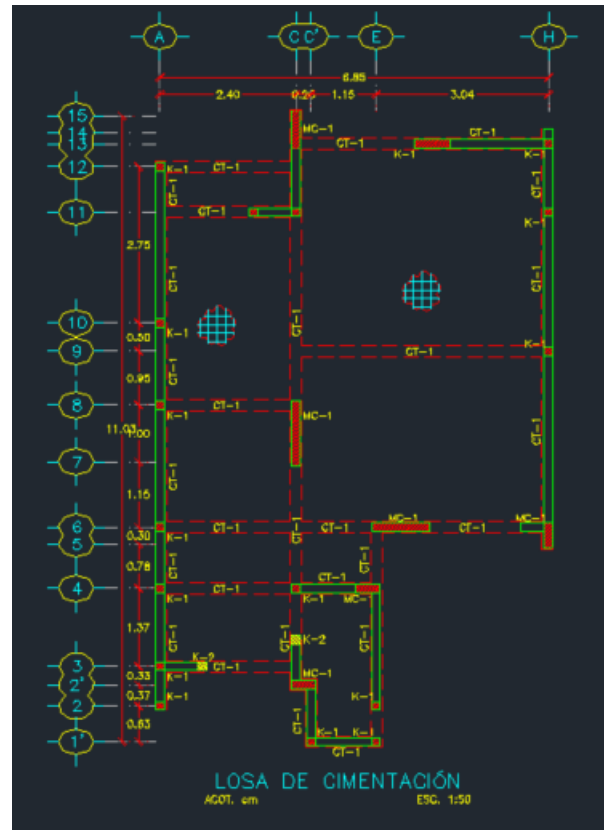


Imagen 3.8: Plano de cimentación casa habitación

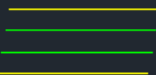
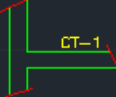
SIMBOLOGIA	
	MURO DE CARGA
	MURO DMSORIO
	ZAPATA CORRIDA CENTRAL
	CONTRATRABE
	INDICA CASTILLO O COLUMNA
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.T.T.	NIVEL TERMINADO DE TERRACERIA
N.T.N.	NIVEL DE TERRENO NATURAL

Imagen 3.9: Simbologia de plano cimentación

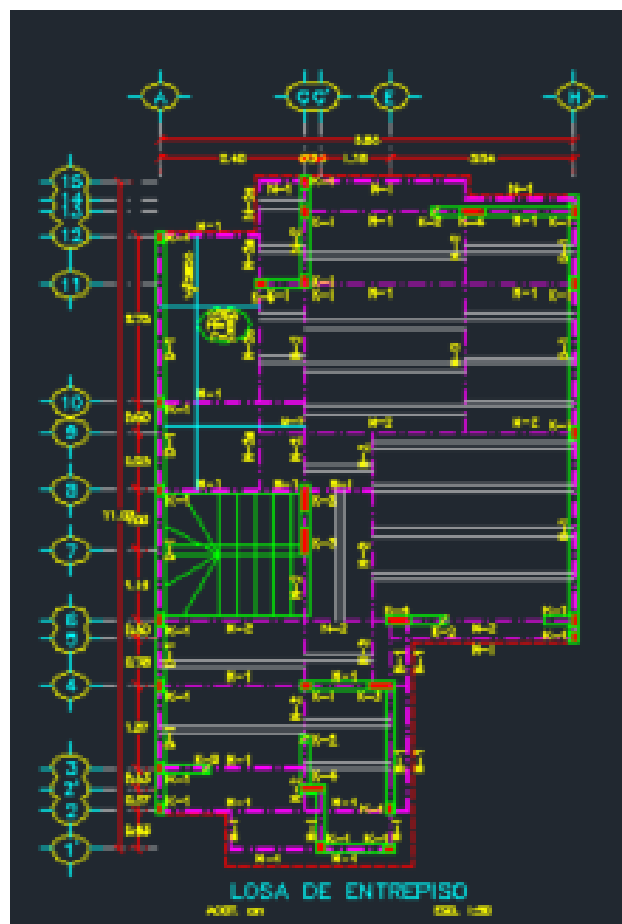


Imagen 3.10 Plano de losa entrepiso casa habitación

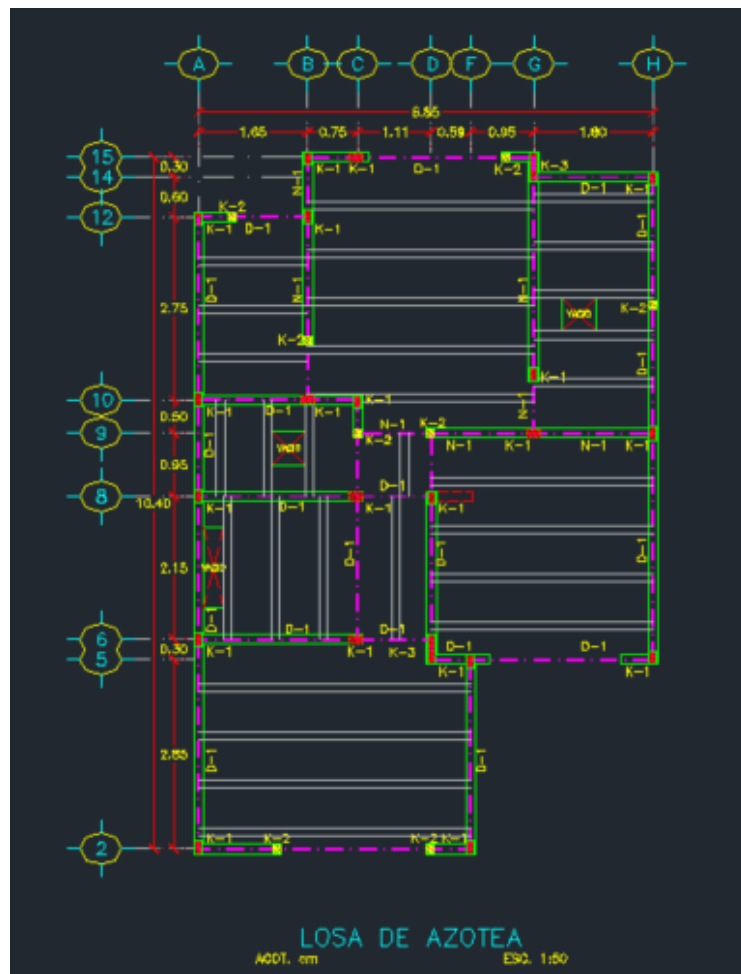


Imagen 3.11 Plano de losa de azotea casa habitación

SIMBOLOGIA	
	MURO DE CARGA
	MURO DIVISORIO
	TRABE
	ARREGLO DE VARILLA EN LOSA
	NERVADURA EN LOSA
	INDICA CASTILLO O COLUMNA
N.P.T.	NIVEL DE PISO TERMINADO
N.T.T.	NIVEL TERMINADO DE TERRACERIA
N.T.N.	NIVEL DE TERRENO NATURAL

Imagen 3.12 Simbología de plano losa entrepiso y azotea.

3.4 Análisis de cargas

Para la edificación de este proyecto, se efectuó el siguiente análisis de cargas, con el fin de exponer las cargas, obteniendo las secciones de los elementos estructurales, garantizando que los mismos tengan un comportamiento adecuado y sujetos a las normas técnicas vigentes.

Las condiciones de las cargas primarias para análisis utilizadas son:

1		FRECUENCIA
2	P	PESO PROPIO
3	X	SISMO X
4	SZ	SISMO Z
5	CM	CARGA MUERTA
6	CVM	CARGA VIVA MÁXIMA
		CARGA VIVA
7	CVA	ACCIDENTAL
		VIENTO
8	VN	NORMAL
		VIENTO
9	VP	PARALELO
10	G	GRANIZO (100 kg/m ²)

Esta carga se considera en la zona que cae nieve.

Se realizan combinaciones para revisión de desplazamientos y diseño de cimentación, combinaciones para diseño de elementos estructurales de acero y combinaciones para diseño de elementos estructurales en concreto utilizando la combinación de cargas primarias.

NTC sobre Criterios y Acciones para el Diseño estructural de las Edificaciones

TIPO	CONCEPTO	Espesor	PESO			
Loza Azotea			kg/m ²			
	Losa maciza	10.0 cm	-			
	Losacero	6.0 cm	-			
✓	Vigueta y bovedilla	20.0 cm	534.75	Destino del Piso	8	Notas 4 y 7
	Losa panel W	9.0 cm	-	(Tabla 6.1 Cargas vivas unitarias)		
	Losa encasetonada	30.0 cm	-			
	Panel de lámina	2 plg	-			
	Lámina aislante Kr-18	24 cal.	-			h) Azoteas con pendiente no mayor de 5%
✓	NTC-CADEE (Nota 1)	20.0	20.00			
✓	NTC-CADEE (Nota 1)	20.0	20.00			
	Mortero adhesivo para piso	1.5 cm	-			
✓	Entortado	2.0 cm	42.00			
✓	Enladrillado	2.0 cm	30.00			
✓	Relleno	3.0 cm	46.50	Cargas variables		kg/m ²
	Piso de madera	2 plg	-	Carga viva media (W)		15
	Reticula de largueros metálicos	-	-	Carga viva instantánea (W ^a)		70
✓	Impermeabilizante		6.00	Carga viva máxima (W ^m)		100
	Solera de Acero		-			
✓	Falso Plafón		15.00			
✓	Instalaciones		15.00			
	Muros de Tabique rojo recocido		-			
	TOTAL		729.25		195	

Tabla 3.1 Cargas de losa azotea casa habitación

TIPO	CONCEPTO	Espesor	PESO			
Entrepiso			kg/m ²			
	Losa maciza	10.0 cm	-			
	Losacero	5.0 cm	-			
✓	Vigueta y bovedilla	20.0 cm	534.75	Destino del Piso	1	Nota 1
	Losa panel W	9.0 cm	-	(Tabla 6.1 Cargas vivas unitarias)		
	Losa Nervada con casetones	30.0 cm	-			
	Panel Icos 12	8 cm	-			
	Lámina aislante	24 cal.	-			a) Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)
✓	NTC-CADEE (Nota 1)	20.0	20.00			
✓	NTC-CADEE (Nota 1)	20.0	20.00			
✓	Mortero adhesivo para piso	1.5 cm	30.00			
	Entortado	2.0 cm	-			
	Enladrillado	2.0 cm	-			
	Relleno	6.0 cm	-	Cargas variables		kg/m ²
	Piso de madera	2 plg	-	Carga viva media (W)		80
	Triplay de 18 mm	1.8 cm	-	Carga viva instantánea (W ^a)		100
	Impermeabilizante		-	Carga viva máxima (W ^m)		190
✓	Piso de cerámica		20.00			
✓	Falso plafón		15.00			
✓	Instalaciones		15.00			
	Muros de Tablaroca		-			
	TOTAL		654.75		120.00	

Tabla 3.2 Cargas de entrepiso de casa habitación

Las calidades de los materiales utilizados son los siguientes:

Concreto

$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

Acero de refuerzo

$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Acero Estructural

A-50

3.5 Sísmico

El análisis sísmico fue realizado con los valores reportados en el Espectro de Diseño Modificado del programa Prodisis, con los siguientes parámetros sísmicos

Estado	<i>Estado de México</i>
Municipio	Meteppec
Longitud	-99.6270
Latitud	19.2466

Nuestras consideraciones respecto a la ductilidad del edificio:

$$Q = 2.0$$

Factores que modifican el Espectro:

$$R_0 = 2.0$$

$$\rho = 1.0$$

$$\zeta_0(\%) = 7.0$$

$$a_0 = 122.7 \text{ cm/s}^2$$

$$a' \text{ máx.} = 0.36$$

El método de análisis sísmico depende de los resultados de espectro sísmico Manual sismo CFE 2015 de la estructura se consideran

Espectros Regionales

$a_0^r = 122.73 \text{ cm/s}^2$ $c^r = 409.94 \text{ cm/s}^2$

Zona sísmica : C Importancia estructural **B1**

Caracterización del terreno de cimentación

$v_s =$ m/s $H_s =$ m $T_s = 0.00 \text{ s}$

☐ Estratigrafía Tipo de suelo **I**

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1

$F_{\text{sit}} = 1.00$ $F_{\text{Res}} = 3.34$

$a_0 = 122.73 \text{ cm/s}^2$ $c = 409.94 \text{ cm/s}^2$

Considerar interacción suelo-estructura ☐

Imagen 3.13 Espectros Regionales

Clasificación del terreno

TIPO I

Terreno firme o rocoso en que no se presentan
amplificaciones dinámicas: Depósito de suelo con V_s
 $\geq 720 \text{ m/s}$ o $H_s \leq 2\text{m}$.

Hc (m)	Vs (m/s)
30	360

Tabla
1.6

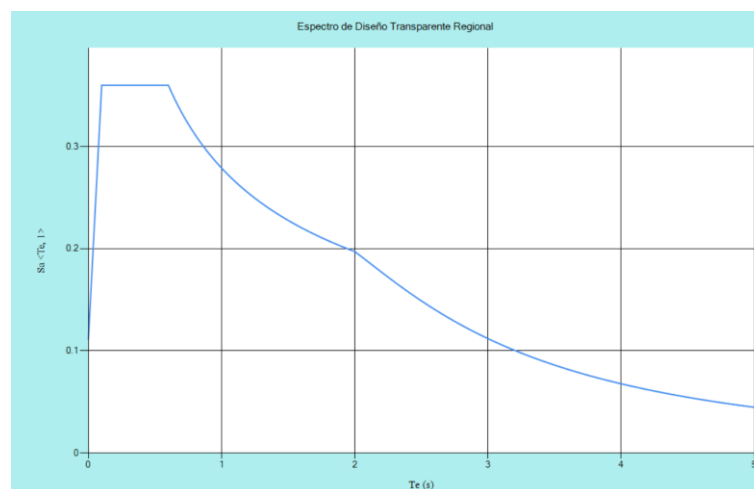


Imagen 3.14 Grafica de espectro de diseño transparente regional

Los datos obtenidos del programa Prodisis son:

Espectros regionales:

	a_0^r	122.7	cm/
Aceleración máxima en roca	=	3	s ²
	c^r	409.9	cm/
Aceleración máxima espectral en roca	=	4	s ²

Caracterización del terreno de cimentación:

	T_s		
Periodo dominante del estrato de terreno equivalente	=	12.15	s
Velocidad de propagación de ondas de corte en el estrato de terreno equivalente	v_s		
	=	11.52	m/s
	H_s	35	
Espesor total del estrato de terreno equivalente	=		m

Parámetros espectrales para estructuras A2 y B1:

	F_{sit}		
Factor de sitio	=	1.00	
	F_{res}		
Factor de respuesta	s =	3.34	
	a_0	122.7	cm/
Aceleración máxima espectral	=	3	s ²
	c	409.9	cm/
Aceleración máxima espectral	=	2	s ²

Periodo	Espectro de diseño	Espectro de diseño	Nivel de Servicio
T	transpar regional	$a/\alpha Q'Rr$ (colapso)	a/5.5
-	0.15	0.04	0.01
0.10	0.71	0.18	0.03
0.20	0.64	0.16	0.03
0.40	0.53	0.13	0.02
0.60	0.46	0.11	0.02
0.80	0.38	0.09	0.02
1.00	0.33	0.08	0.02
1.20	0.30	0.07	0.01
1.40	0.28	0.07	0.01
1.60	0.26	0.06	0.01
1.80	0.24	0.06	0.01
2.00	0.23	0.06	0.01
2.20	0.20	0.05	0.01
2.40	0.18	0.05	0.01
2.60	0.16	0.04	0.01
2.80	0.14	0.04	0.01
3.00	0.13	0.03	0.01
3.20	0.11	0.03	0.01
3.40	0.10	0.03	0.00
3.60	0.09	0.02	0.00
3.80	0.08	0.02	0.00
4.00	0.08	0.02	0.00
4.20	0.07	0.02	0.00
4.40	0.06	0.02	0.00
4.60	0.06	0.01	0.00
4.80	0.05	0.01	0.00
5.00	0.05	0.01	0.00
5.20	0.05	0.01	0.00
5.40	0.04	0.01	0.00
5.60	0.04	0.01	0.00
5.80	0.04	0.01	0.00
6.00	0.04	0.01	0.00
6.20	0.03	0.01	0.00
6.40	0.03	0.01	0.00
6.60	0.03	0.01	0.00
6.80	0.03	0.01	0.00
7.00	0.03	0.01	0.00
7.20	0.02	0.01	0.00
7.40	0.02	0.01	0.00
7.60	0.02	0.01	0.00
7.80	0.02	0.01	0.00
8.00	0.02	0.01	0.00
8.20	0.02	0.00	0.00
8.40	0.02	0.00	0.00
8.60	0.02	0.00	0.00
8.80	0.02	0.00	0.00
9.00	0.02	0.00	0.00
9.20	0.02	0.00	0.00
9.40	0.01	0.00	0.00
9.60	0.01	0.00	0.00
9.80	0.01	0.00	0.00
10.00	0.01	0.00	0.00

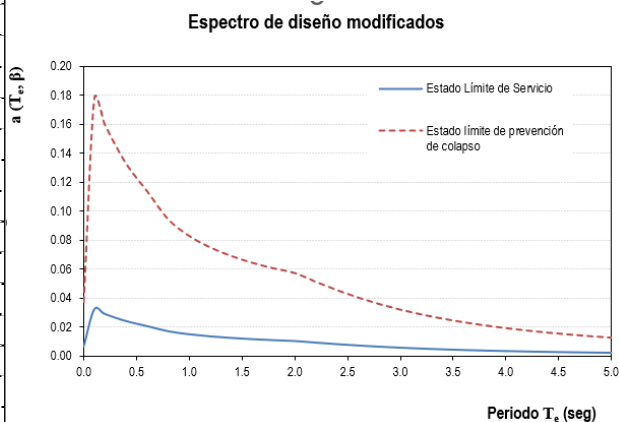


Imagen 3.15 Grafica espectro de diseño modificados

Tabla 3.3 Espectro de diseño

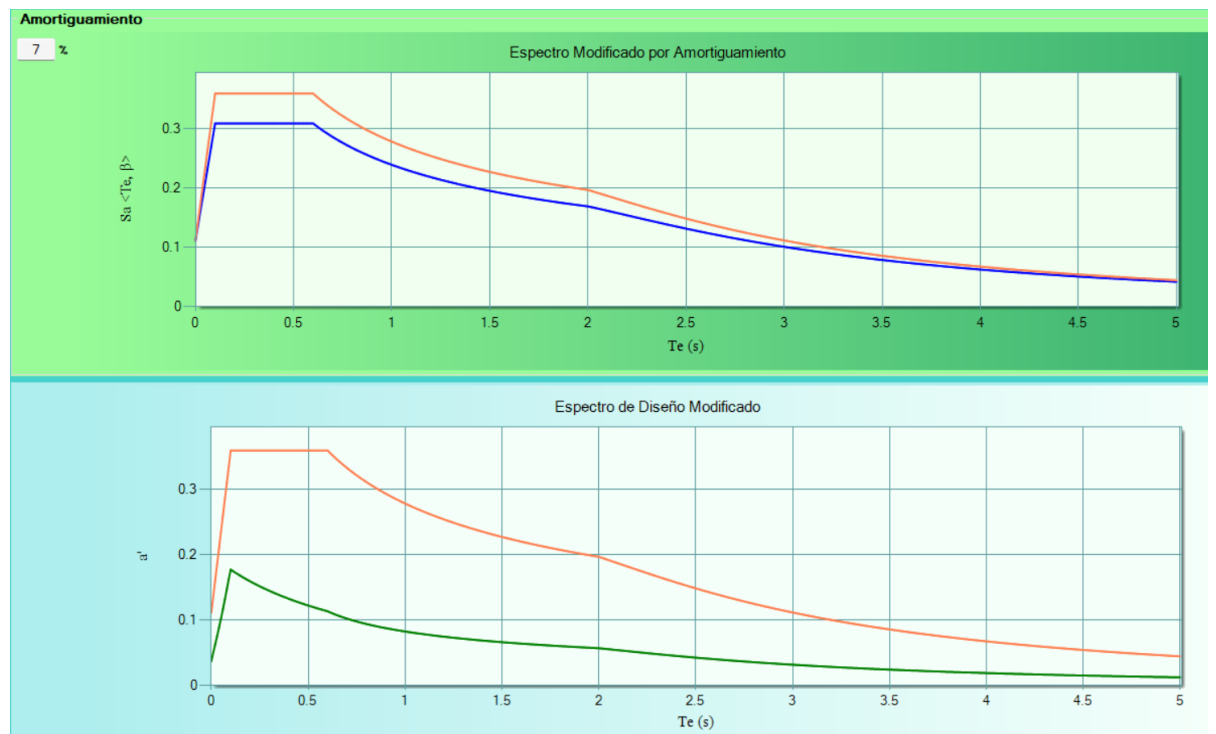


Imagen 3.16 Gráficas de espectro de diseño modificado por amortiguamiento

3.6 Criterios de cálculo para diseño y Análisis estructural

Para el Estado Límite de Servicio, se comprobará que las respuestas de la estructura (asentamientos, deformación, agrietamiento, vibraciones, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

Se diseñarán y detallarán las estructuras por durabilidad para que la expectativa de vida útil sea de al menos 50 años.

La estructura fue analizada mediante software de cálculo modelando la cimentación mediante apoyos empotrados ideales. Las barras son modeladas como piezas de eje recto con características de isotropía y elasticidad constantes.

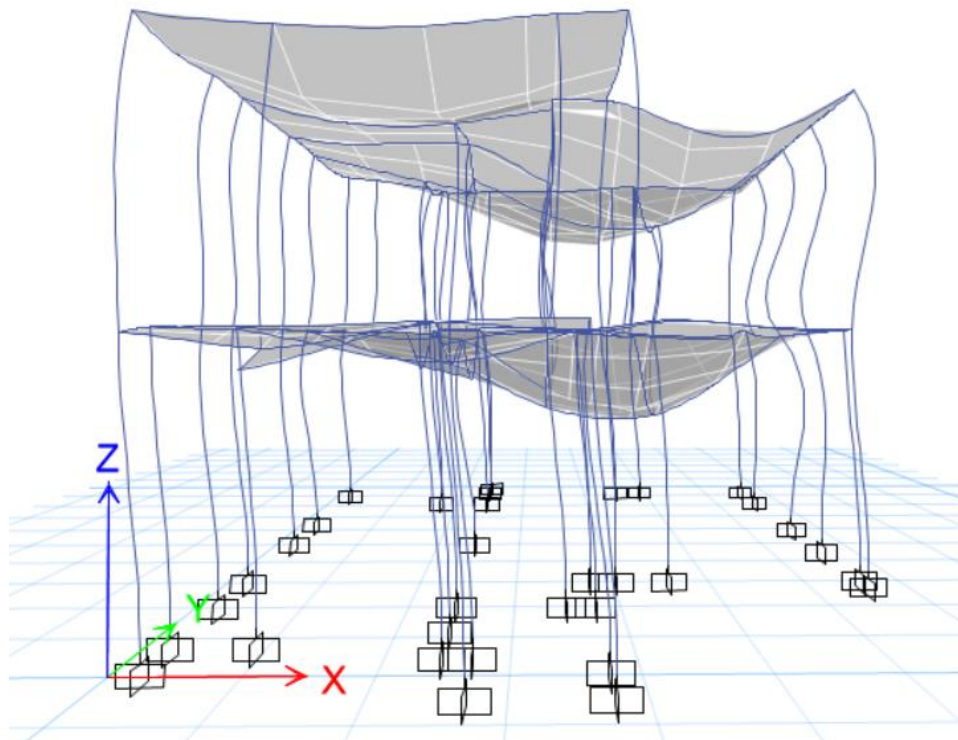


Imagen 3.17 Desplazamiento x

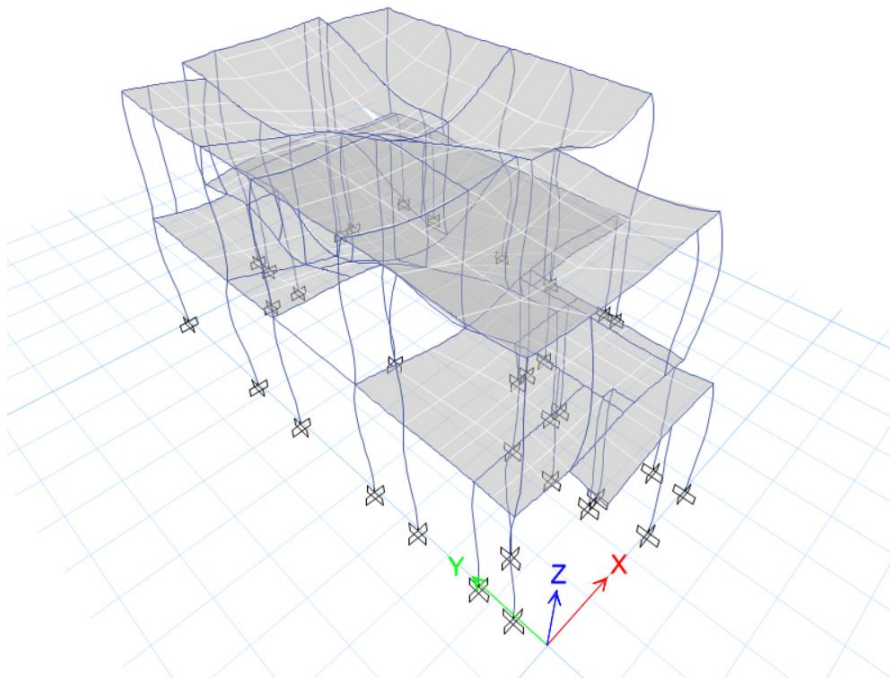


Imagen 3.18 Desplazamiento en z

NTC sobre Criterios y Acciones para el Diseño estructural de las Edificaciones

Desplazamientos

En las edificaciones comunes sujetas a acciones permanentes o variables, la condición del estado límite de servicio en términos de desplazamientos se cumplirá

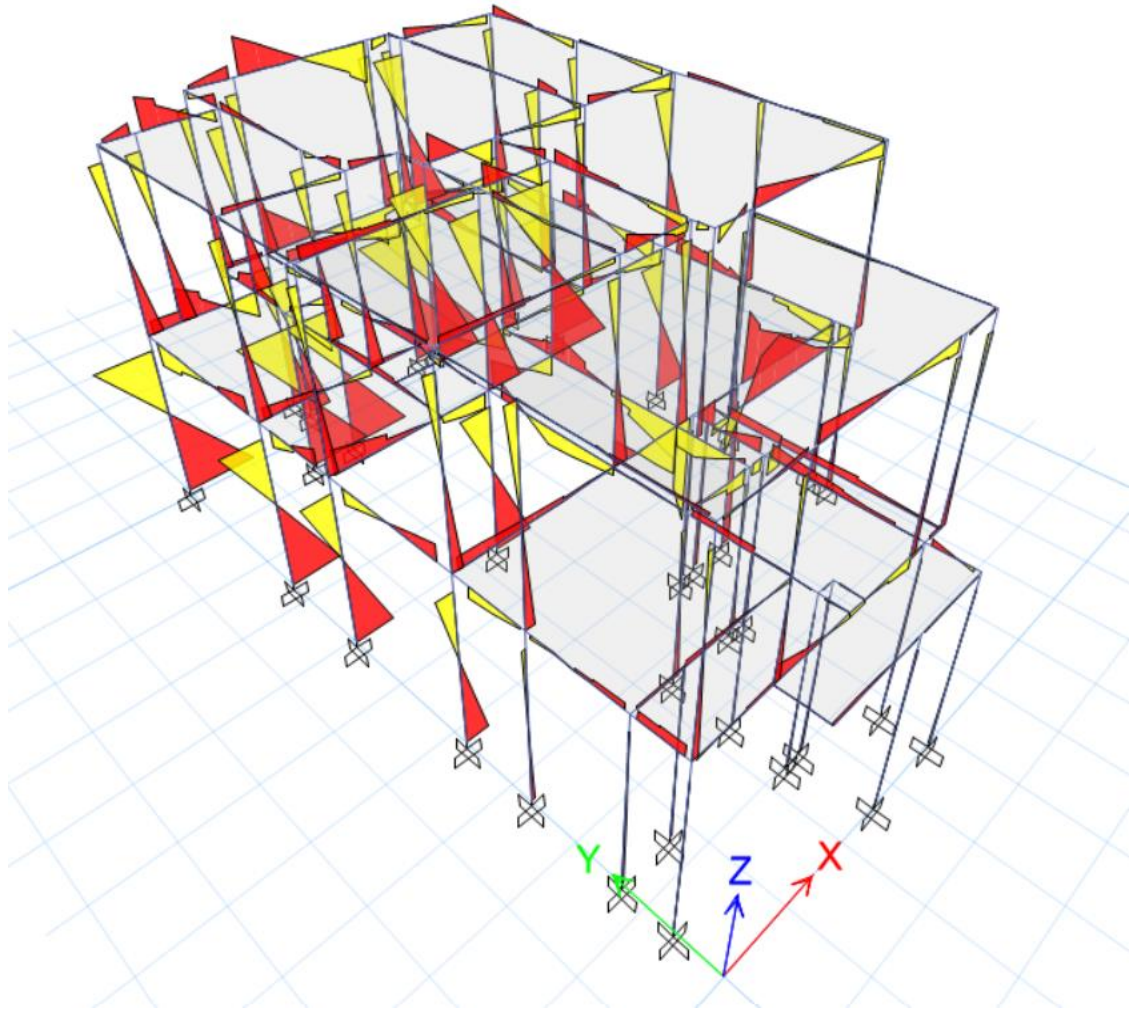


Imagen 3.19 Fuerzas internas de barras y elementos

Diseño de elementos de concreto

Concreto

Clase 1

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2.$$

Agregado Calizo T.M.A. 3/4"

$$E_c = 221,360 \text{ kg/cm}^2$$

Peso Volumétrico $> 2,200 \text{ kg/m}^3$

Acero de Refuerzo

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2.$$

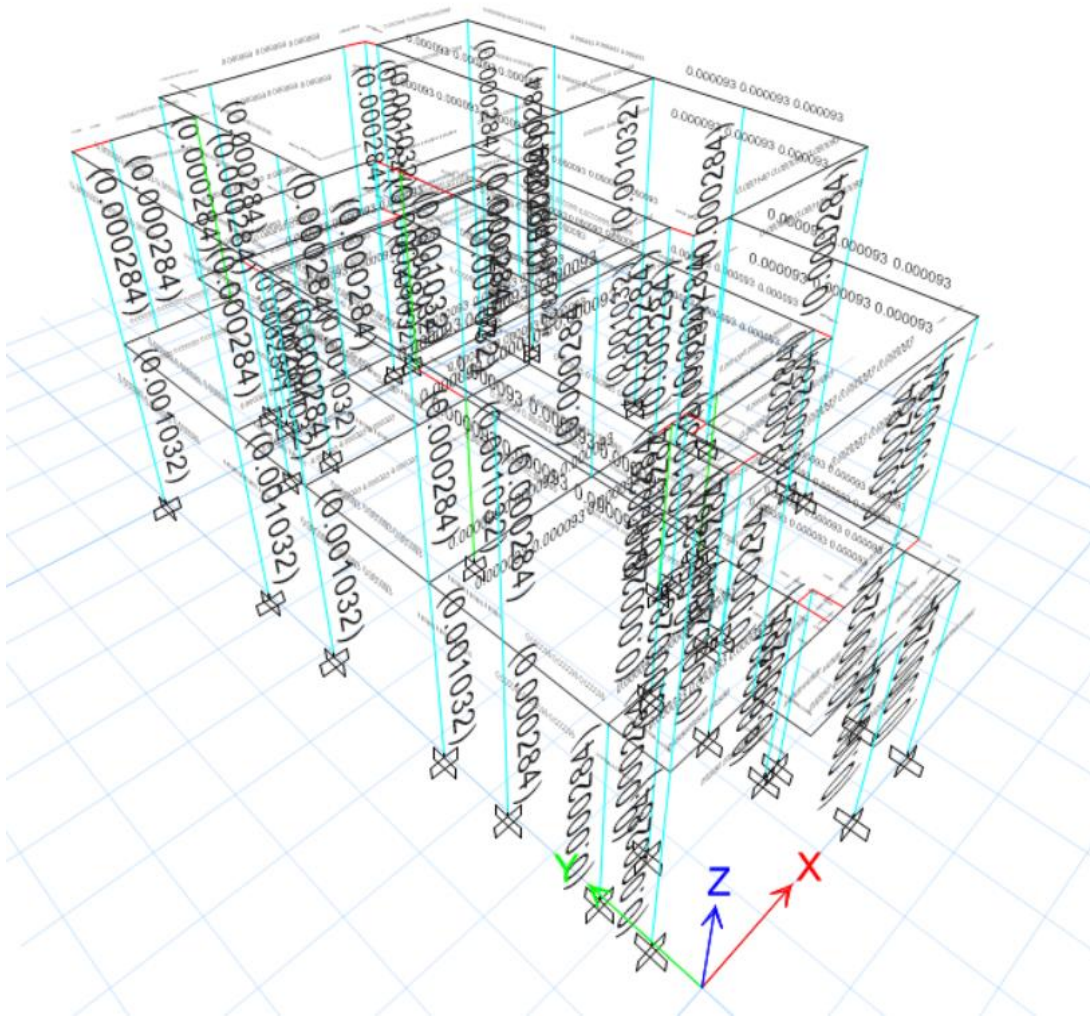


Imagen 3.20 Diseño de elemento de concreto

Características del suelo para cimentación

Capacidad de carga del suelo $q_a = 5.6 \text{ ton/m}^2$

Zona de suelo considerado = I

Profundidad de desplante recomendada por Mecánica de Suelos $D_f = 1.4 \text{ m}$

Peso volumétrico del terreno $\gamma = 1.65 \text{ ton/m}^3$

$$\frac{0.677}{0.220} \frac{25}{6.83} = 11.26 < 2.5$$

$H_{eo} =$	6.83	m
$H_s =$	25.00	m
$T_{eo} =$	0.677	s
$T_s =$	0.220	s

La propuesta estructural de la cimentación es a base a los resultados obtenidos de la Mecánica de Suelos, por lo que es necesario usar losa de cimentación con profundidad de 0.50 m, en la cuales se presentara una capacidad de carga de 5.6 ton/m². El peso volumétrico del suelo en el sitio es de 1.65 ton/m³.



Imagen 3.21 Reacciones de cimentación.

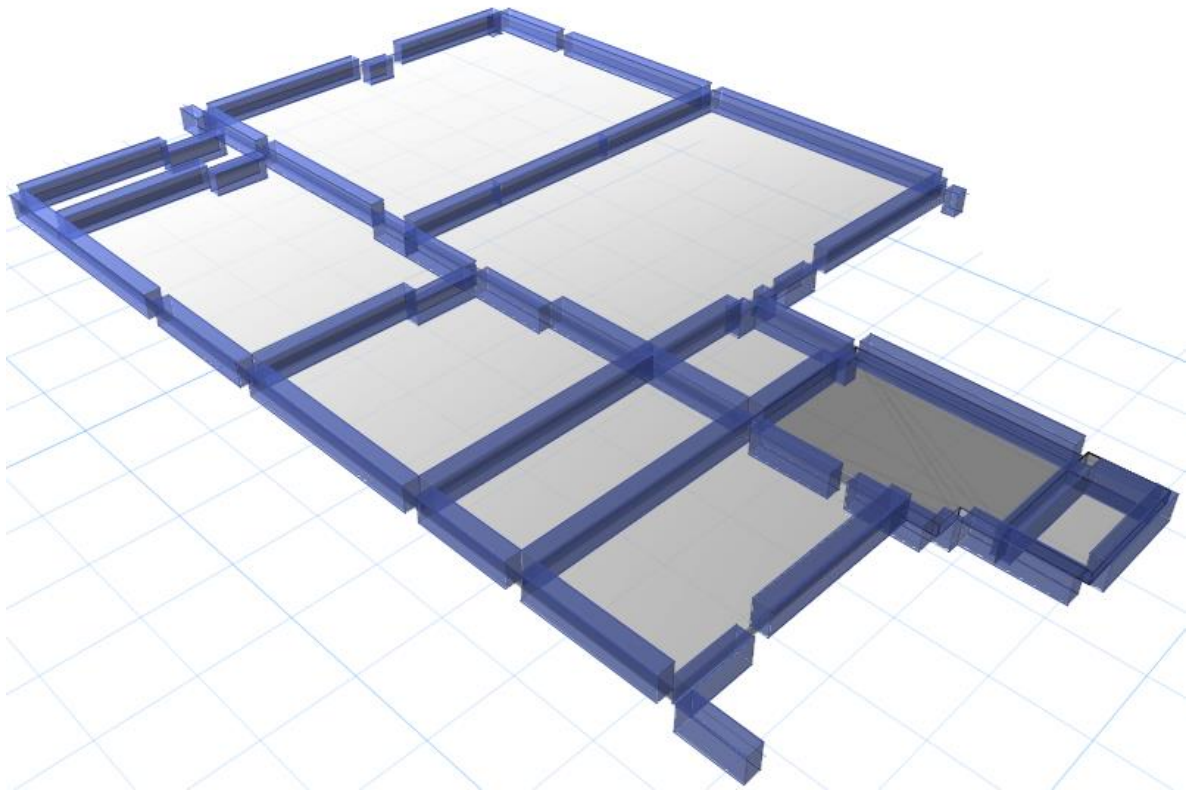


Imagen 3. Modelo de Losa de Cimentación

3.7 Secuencia para realizar: Modelo de software innovador y revolucionario para análisis estructural y dimensionamiento

En un programa que se utiliza para el análisis estructural y diseño de sistemas de edificaciones para brindarle al ingeniero una herramienta, confiable, sofisticada y fácil de usar, haciéndolo la herramienta predilecta para ingenieros estructurales

en la industria de la construcción.

Se realiza el siguiente procedimiento para el análisis y diseño de una casa habitación “SABBIA”.

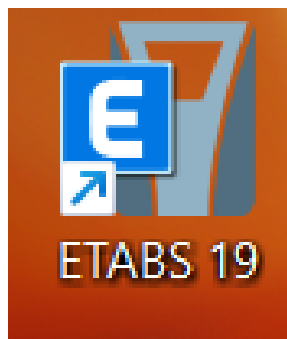


Fig. N° 1 Icono en el escritorio

3.1.7 Paso 1

Se crea un nuevo modelo

A continuación una vez abierto el programa se despliega la siguiente pantalla:

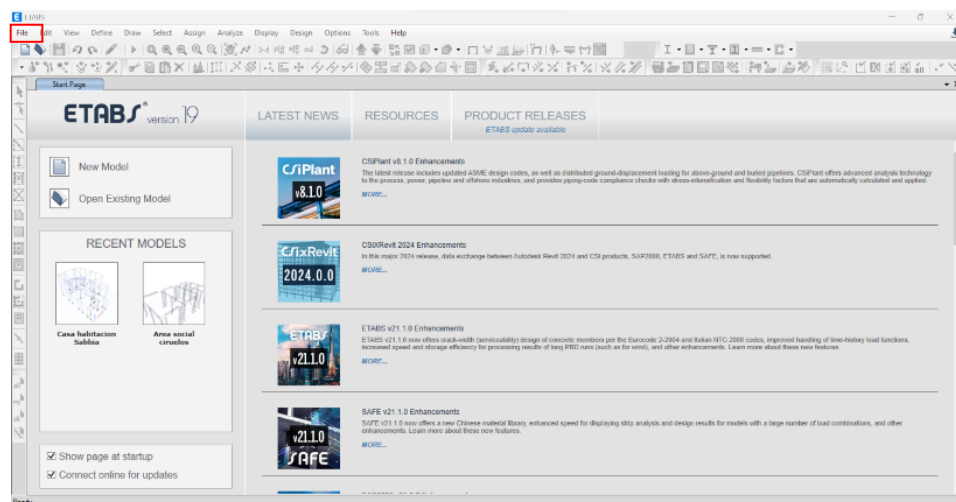


Fig. N° 2 Pantalla inicial

Desplegamos la pestaña de archivo

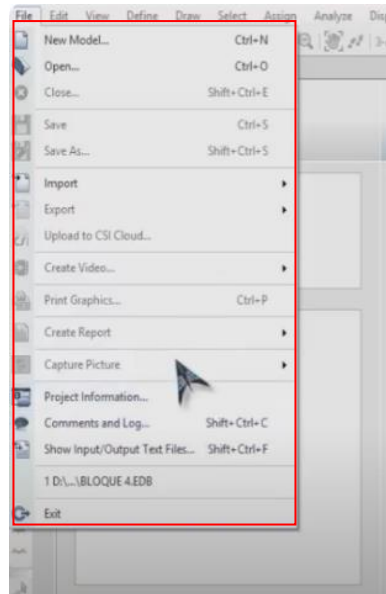


Fig. N°3 Ventana de archivo

Para nuestro diseño escogemos la opcion importar, donde se despliega la siguiente ventana y se utiliza la opcion de importar un modelo 3D

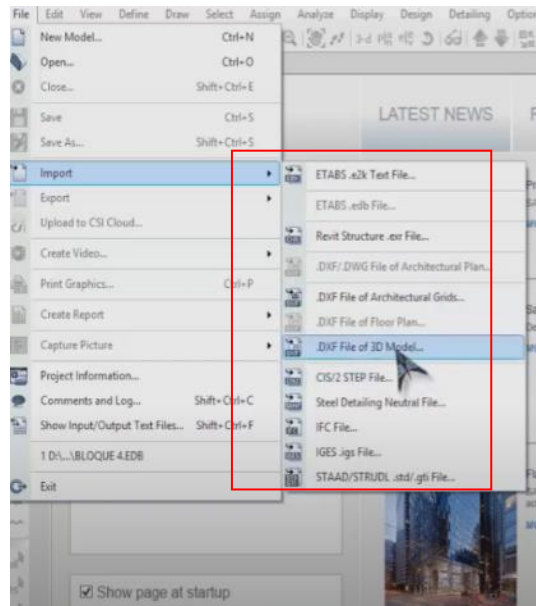


Fig. N°4 Importar modelo

A continuacion una vez dandole click a la opcion importar modelo, te abre la opcion para que busques tu archivo del modelo con el que deseas trabajar.

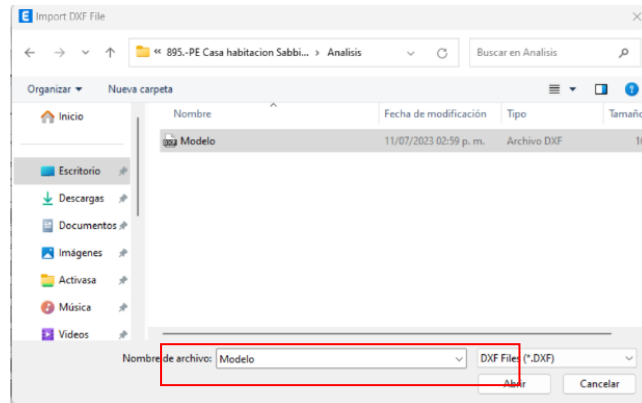


Fig N°5 Buscador modelo

Una vez seleccionando el modelo, se habre la ventana de importar el archivo, es importante que seleccionar el 0 para que indiques que tu archivo se centre en el centro de las coordenadas cartesiana con un angulo global, denominados por los tres ejes X,Y y Z.

3.2.7 Paso 2

Se selecciona las unidades y se determina la altura

Cuando se inicia el modelo, se le requiere ajustar un set de unidades.

Se hace una importante distinción entre masa y peso. La masa se usa para calcular la inercia dinámica y para todas las cargas causadas por la aceleración del suelo. El peso es la fuerza que se aplica como cualquier fuerza de carga.

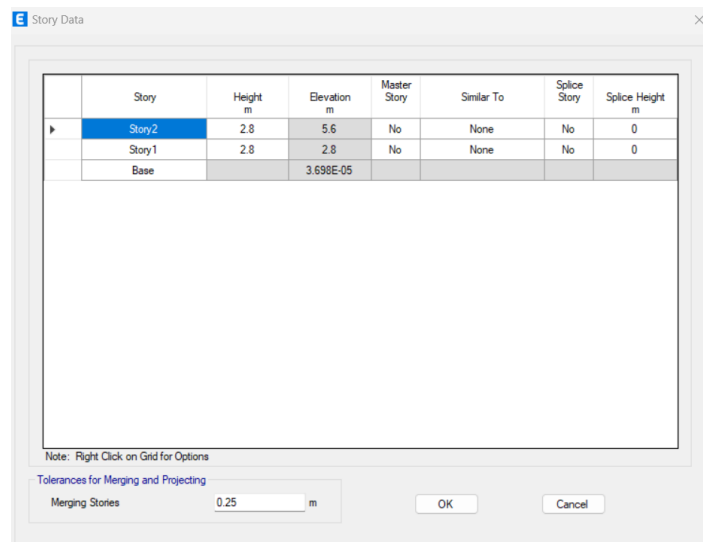


Fig N° 6 Altura del modelo

Éstas se convierten en las “unidades base”, aunque después puedes proporcionar nuevos datos y ver los resultados en cualquier set de unidades, esos valores son convertidos siempre y forman la base de las unidades del modelo.

La medida angular siempre usa las siguientes unidades:

- Geometría: la orientación de cortes, siempre se mide en grados.
- Los desplazamientos rotatorios, se mide en radianes.
- La frecuencia se mide en ciclos/segundo (Hz).

3.3.7 Paso 3

Se modifica el concreto

Se iniciara la definicion de propiedades a cada objeto en el modelo

- 1) Se da clic al comando “Define Materials”
- 2) Se da clic en modificar “modify/show material”
- 3) Se colocan las características del material, se cambia el nombre, se modifica el modulo de elasticidad y se coloca la resistencia del concreto
- 4) Se da clic en ok

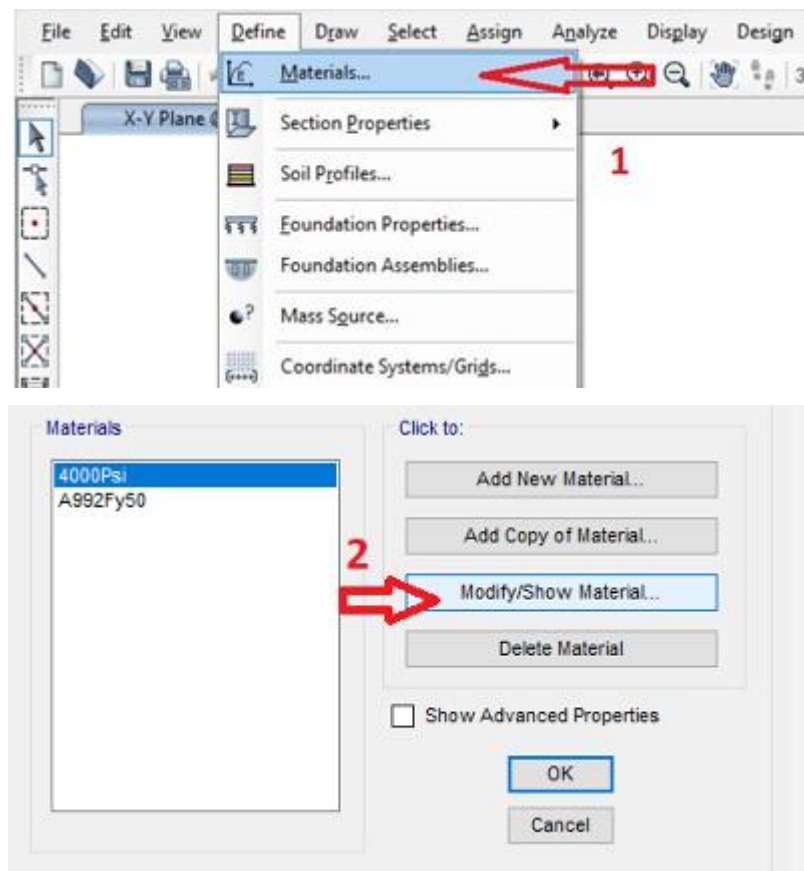


Fig N° 7 Material

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: fc 250

Material Type: Concrete

Material Grade: fc 4000 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.403E-03

Mass per Unit Volume: 2.450E-06

Units

Kgf, cm, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 173925.27130926

Poisson, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 72468.86

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 250

Expected Concrete Compressive Strength: 250

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Fig N° 8 Propiedades del material

3.4.7 Paso 4

Se agregan las secciones de la viga y las columnas



Fig N° 9 Selección de propiedades

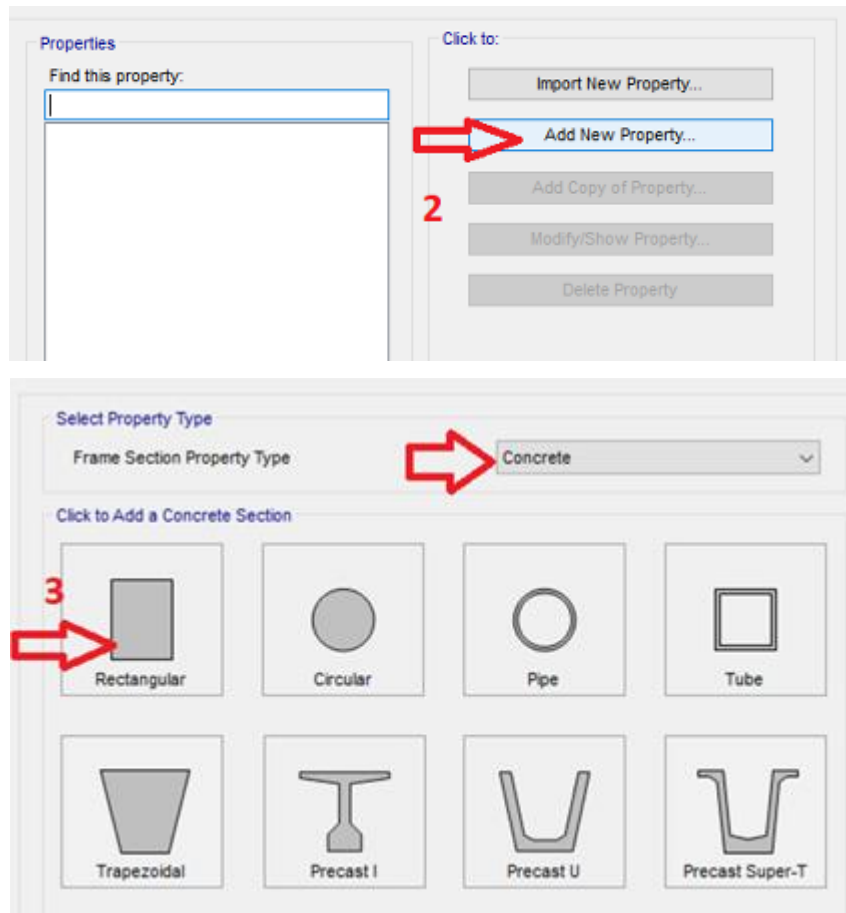
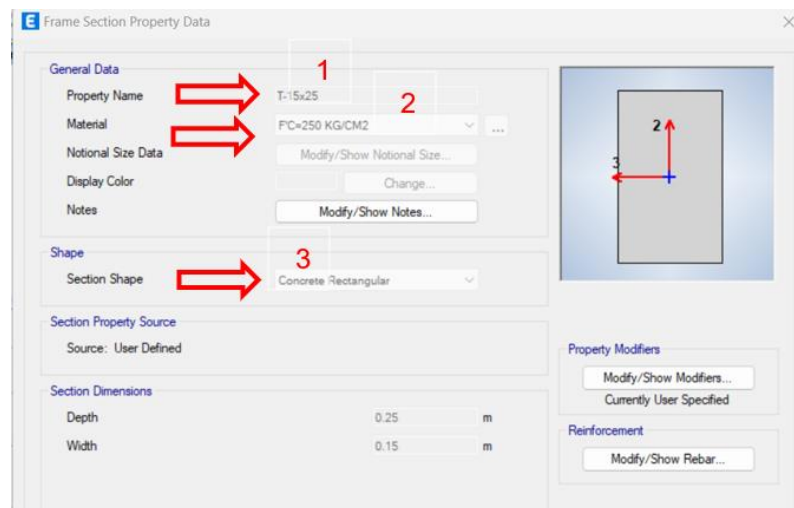


Fig Nº 10 Añadir nueva propiedad

Se crea la seccion de la viga (trabe)



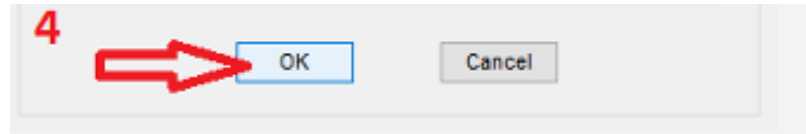


Fig N° 11 viga

1) Se coloca el nombre de la sección, medidas

2) se revisa que tenga el material adecuado

3) Se da clic en “concrete rectangular”

4) Se da clic en ok

Se repite el proceso para crear las secciones de las columnas

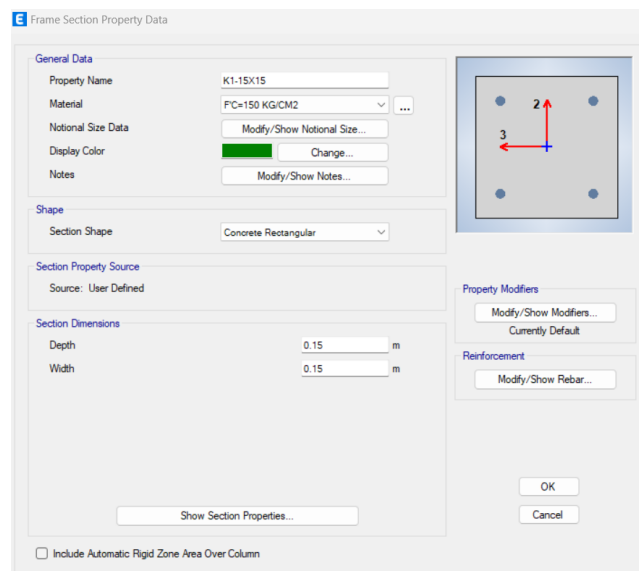


Fig N° 12 Columna

En este caso no modificamos ya que es una columna y no hay que indicar que es una viga, como la sección anterior, no importa mucho el acero ya que se diseñara el elemento de concreto.

3.5.7 Paso 5

Se crean los parámetros de carga

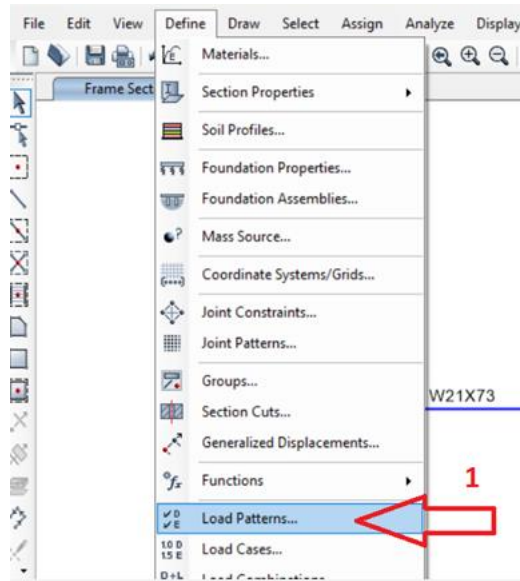


Fig N° 13 Carga

Saldrá la siguiente ventana

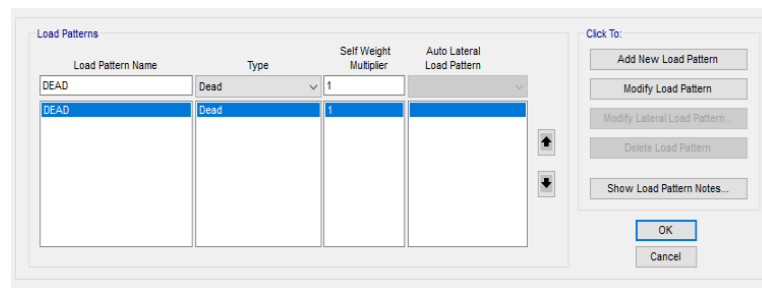


Fig N° 14 Ventana de carga

En esta pantalla se pueden crear o modificar parámetros de carga, donde la carga por defecto DEAD la dejaremos para que considere el Peso propio de la estructura y se crearan 2 nuevas combinaciones como lo son CM (carga muerta) y CV (carga viva) Se crea la carga (CM).

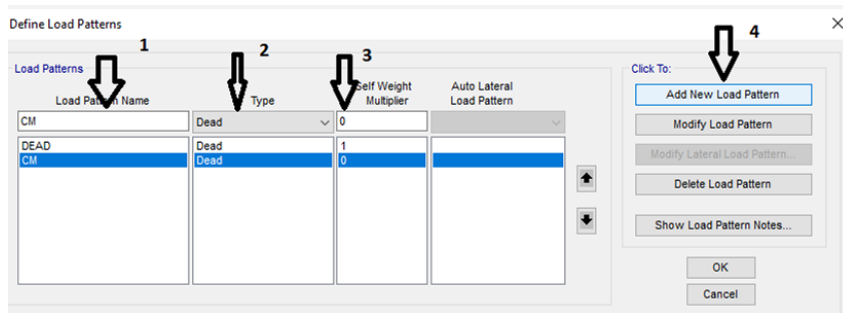


Fig N° 15 Nueva carga

- 1) Se escribe el nombre del parámetro de carga (CM)
- 2) Se selecciona el tipo de carga que corresponde (DEAD),
- 3) Se selecciona el multiplicador de carga (se deja en 0 o tomara el peso propio 2 veces)
- 4) Se da clic en Add New Load Patter para agregar el parámetro de carga

Se crea la carga viva (CV)

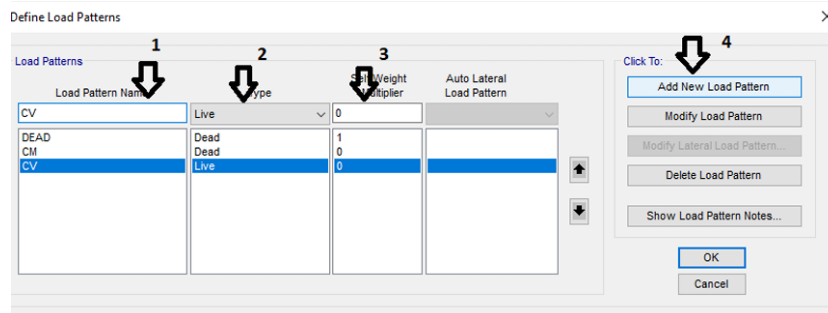


Fig N° 16 Carga viva

- 1) Se escribe el nombre del parámetro de carga (CV)
- 2) Se selecciona el tipo de carga que corresponde (LIVE),
- 3) Se selecciona el multiplicador de carga (se deja en 0 o tomara el peso propio 2 veces)
- 4) Se da clic en Add New Load Patter para agregar el parámetro de carga

3.6.7 Paso 6

Se crean las combinaciones de carga

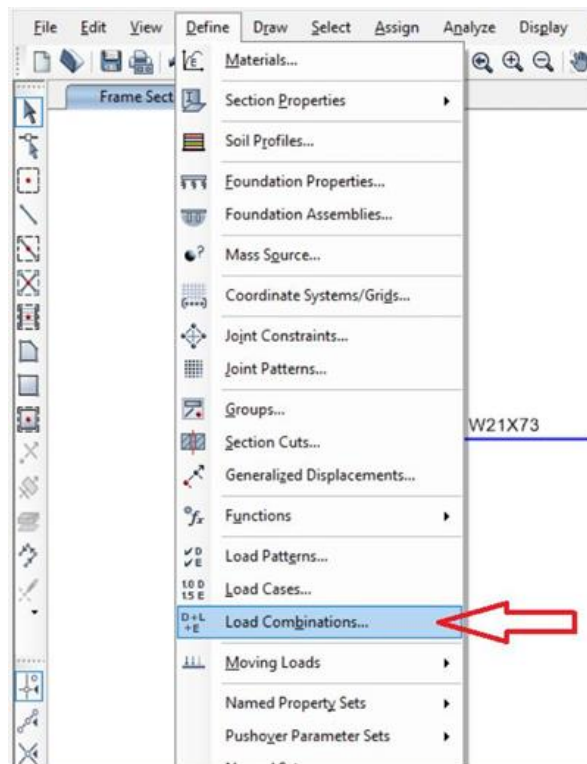


Fig Nº 17 Combinación

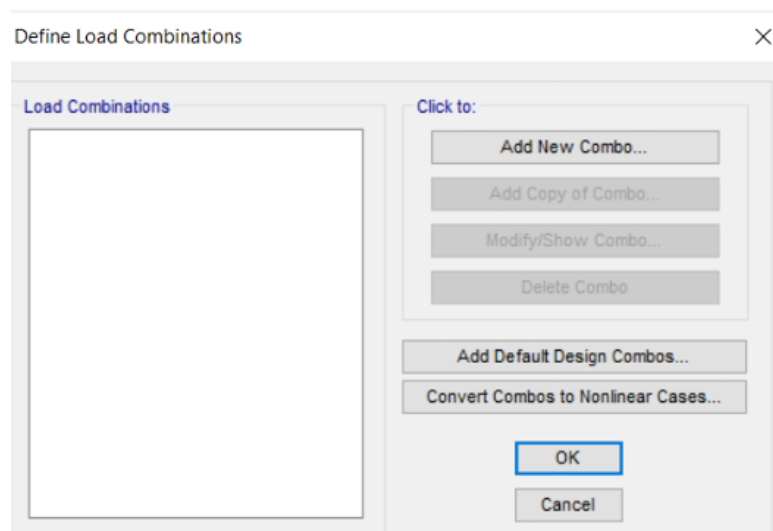


Fig Nº 18 Definición de combinación

Por defecto el programa viene sin combinaciones, así que se le dará clic en Add New Combo para agregar las nuevas combinaciones de carga.

Se crean las combinaciones de carga

The screenshot shows a software dialog box titled 'Define Combination of Load Case Results'. It contains several fields and buttons. Numbered arrows indicate the following steps:

- Arrow 1 points to the 'Load Combination Name' field, which contains the text 'COMB1'.
- Arrow 2 points to the 'Load Combination Type' dropdown menu, which is set to 'Linear Add'.
- Arrow 3 points to the 'Load Case Name' column in the table, where 'CM' is selected.
- Arrow 4 points to the 'Scale Factor' column in the table, where '1' is entered.
- Arrow 5 points to the 'Add' button.
- Arrow 6 points to the 'OK' button.

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
CM	Linear Static	1

Fig N° 19 Combinaciones de carga

- 1) Se coloca el nombre del Combo que se creara
- 2) Se selecciona que tipo de combinación es (dejar Linear Add para que se sumen los casos de carga en la combinación)
- 3) Se escoge el caso de carga que entra en la combinación
- 4) Se escoge que tipo de factor va a tener el caso de carga
- 5) Se da clic en agregar
- 6) Se da clic en OK cuando se hayan agregado todos los casos de carga de la combinación.

Se crea el combo 1

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated) COMB1

Notes Modify/Show Notes...

Load Combination Type Linear Add

Options

Convert to User Load Combo Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
CM	Linear Static		1.3
CM	Linear Static		1.3
DEAD	Linear Static		1.3
CV	Linear Static		1.5

Add Modify Delete

OK Cancel

Fig Nº 20 Combinación de carga

Y así sucesivamente hasta crear las 46 combinaciones de cargas que aparecen en el NTC sobre Criterios y Acciones para el Diseño estructural de las Edificaciones

COMBINACIONES PARA REVISIÓN DE DESPLAZAMIENTOS Y DISEÑO DE CIMENTACIÓN									
Nombre de la Carga	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Sismo X	Sismo Z	C. Muerta	C. Viva M.	C. Viva A.	Viento N.	Viento P.	Granizo	
11.- Cargas Gravitacionales Máximas			1.00	1.00					
12.- Combinación de Viento Normal			1.00		1.00	1.00			
13.- Combinación de Viento Paralelo			1.00		1.00		1.00		
14.- Granizo			1.00						1.00
15.- CM + CVA + 100 Sx + 30 Sz	1.00	0.30	1.00		1.00				
16.- CM + CVA + 100 Sx - 30 Sz	1.00	-0.30	1.00		1.00				
17.- CM + CVA - 100 Sx + 30 Sz	-1.00	0.30	1.00		1.00				
18.- CM + CVA - 100 Sx - 30 Sz	-1.00	-0.30	1.00		1.00				
19.- CM + CVA + 30 Sx + 100 Sz	0.30	1.00	1.00		1.00				
20.- CM + CVA + 30 Sx - 100 Sz	0.30	-1.00	1.00		1.00				
21.- CM + CVA - 30 Sx + 100 Sz	-0.30	1.00	1.00		1.00				
22.- CM + CVA - 30 Sx - 100 Sz	-0.30	-1.00	1.00		1.00				

COMBINACIONES PARA DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ACERO									
Nombre de la Carga	Método de Diseño: <i>LRFD</i>								
	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Sismo X	Sismo Z	C. Muerta	C. Viva M.	C. Viva A.	Viento N.	Viento P.	Granizo	
23.- Cargas Gravitacionales Máximas			1.40	1.40					
24.- Combinación de Viento Normal			1.20		0.50	1.60			
25.- Combinación de Viento Paralelo			1.20		0.50		1.60		
26.- Granizo			1.10						1.10
27.- CM + CVA + 100 Sx + 30 Sz	1.00	0.30	1.20		0.50				
28.- CM + CVA + 100 Sx - 30 Sz	1.00	-0.30	1.20		0.50				
29.- CM + CVA - 100 Sx + 30 Sz	-1.00	0.30	1.20		0.50				
30.- CM + CVA - 100 Sx - 30 Sz	-1.00	-0.30	1.20		0.50				
31.- CM + CVA + 30 Sx + 100 Sz	0.30	1.00	1.20		0.50				
32.- CM + CVA + 30 Sx - 100 Sz	-0.30	1.00	1.20		0.50				
33.- CM + CVA - 30 Sx + 100 Sz	0.30	-1.00	1.20		0.50				
34.- CM + CVA - 30 Sx - 100 Sz	-0.30	-1.00	1.20		0.50				

COMBINACIONES PARA DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN CONCRETO									
Nombre de la Carga	Método de Diseño: <i>RCDF(NTC)</i>								
	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Sismo X	Sismo Z	C. Muerta	C. Viva M.	C. Viva A.	Viento N.	Viento P.	Granizo	
35.- Cargas Gravitacionales Máximas			1.30	1.50					
36.- Combinación de Viento Normal			1.10		1.10	1.10			
37.- Combinación de Viento Paralelo			1.10		1.10		1.10		
38.- Granizo			1.10						1.10
39.- CM + CVA + 100 Sx + 30 Sz	1.10	0.33	1.10		1.10				
40.- CM + CVA + 100 Sx - 30 Sz	1.10	-0.33	1.10		1.10				
41.- CM + CVA - 100 Sx + 30 Sz	-1.10	0.33	1.10		1.10				
42.- CM + CVA - 100 Sx - 30 Sz	-1.10	-0.33	1.10		1.10				
43.- CM + CVA + 30 Sx + 100 Sz	0.33	1.10	1.10		1.10				
44.- CM + CVA + 30 Sx - 100 Sz	-0.33	1.10	1.10		1.10				
45.- CM + CVA - 30 Sx + 100 Sz	0.33	-1.10	1.10		1.10				
46.- CM + CVA - 30 Sx - 100 Sz	-0.33	-1.10	1.10		1.10				

Fig N° 21. Tabla de cargas

3.7.7 Paso 7

Se dibujan las vigas en la estructura

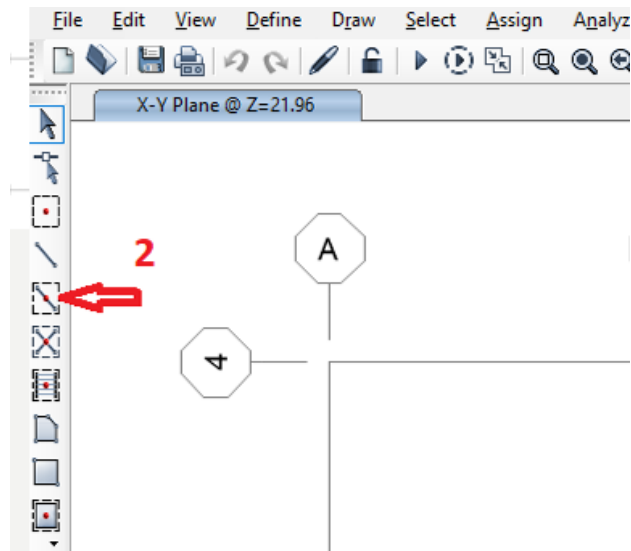


Fig N° 22 Viga

- 1) Se da clic en la vista de planta
- 2) Se utiliza el dibujo de viga rápido para dibujar las vigas de planta
- 3) Se repite el proceso en los dos niveles

3.8.7 Paso 8

Se dibujan las columnas en la estructura

- 1) Se da clic en la vista X-Z
- 2) Se utiliza el dibujo de línea rápida para dibujar las columnas de planta
- 3) Se selecciona el perfil de la columna y se dibuja los dos niveles

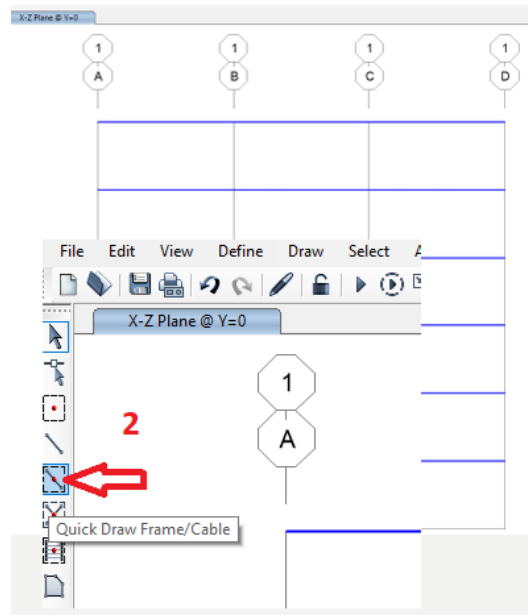


Fig N° 23 Columna

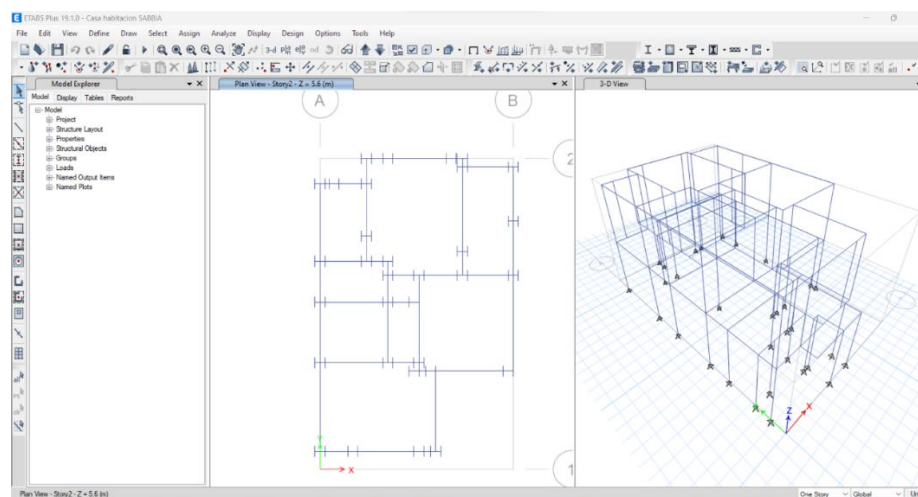


Fig N° 24 Dibujo de vigas y columnas

3.9.7 Paso 9

Se colocan los empotramientos

- 1) Se coloca la vista xy y se revisa que estemos en el nivel Z=0 y se seleccionan todos los puntos para colocar los empotramientos
- 2) Se da clic en el panel mostrado de Restraints

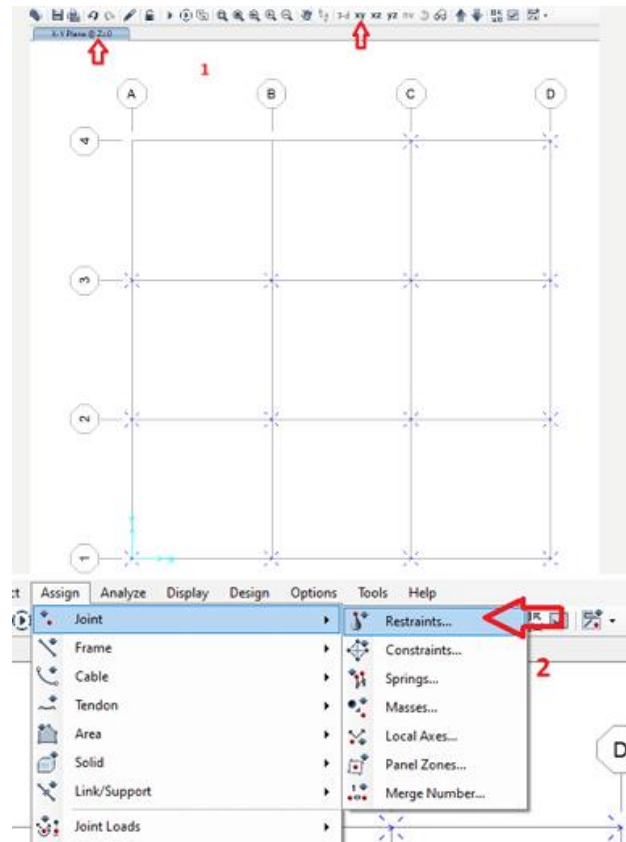


Fig N° 25 Empotramientos

Saldrá la siguiente pantalla

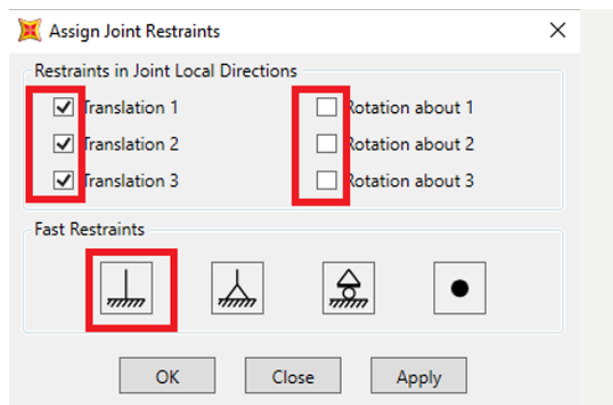


Fig N° 26 Asignacion de empotramientos

Se puede dar clic a cada recuadro uno por uno o se da clic en el dibujo del empotramiento

Y por último se da clic en OK al terminar

3.10.7 Paso 10

Se dibujan las losas de la estructura

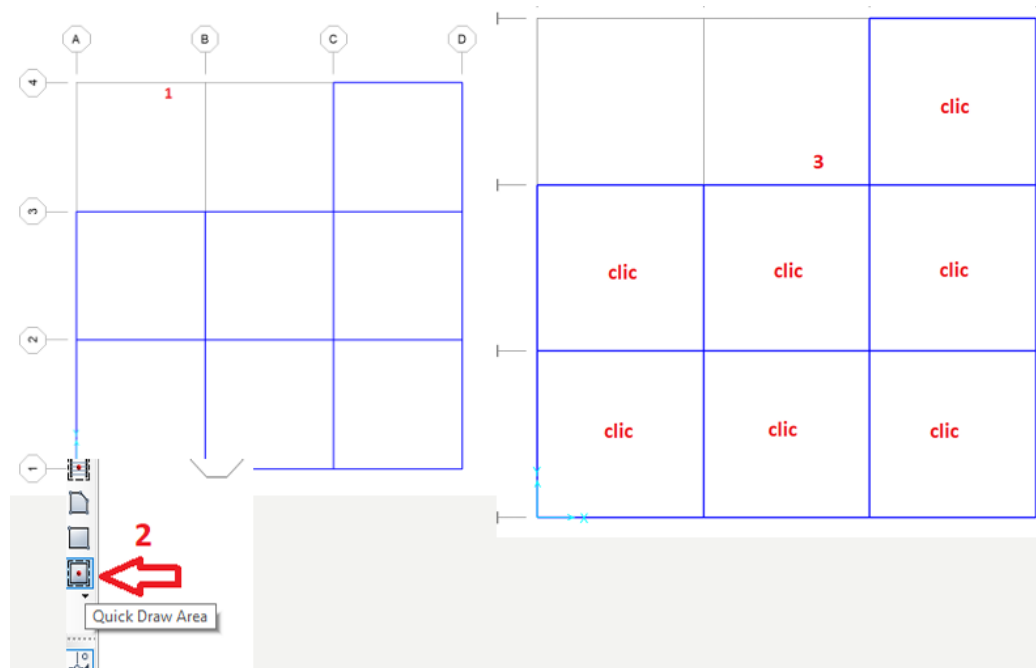


Fig N° 27 Losas

- 1) Se vuelve a colocar la vista de planta
- 2) Se da clic en dibujo rápido de áreas “quick draw área”
- 3) Se da clic en cada área para dibujar y se repite el proceso en los demás niveles

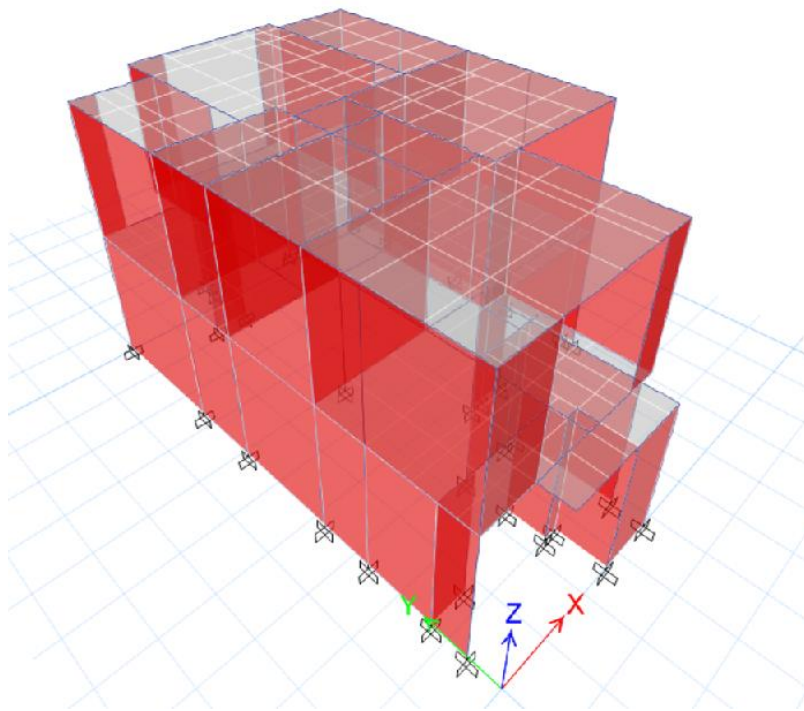


Fig N° 28 Modelo

3.11.7 Paso 11

Se modifica la selección de la losa

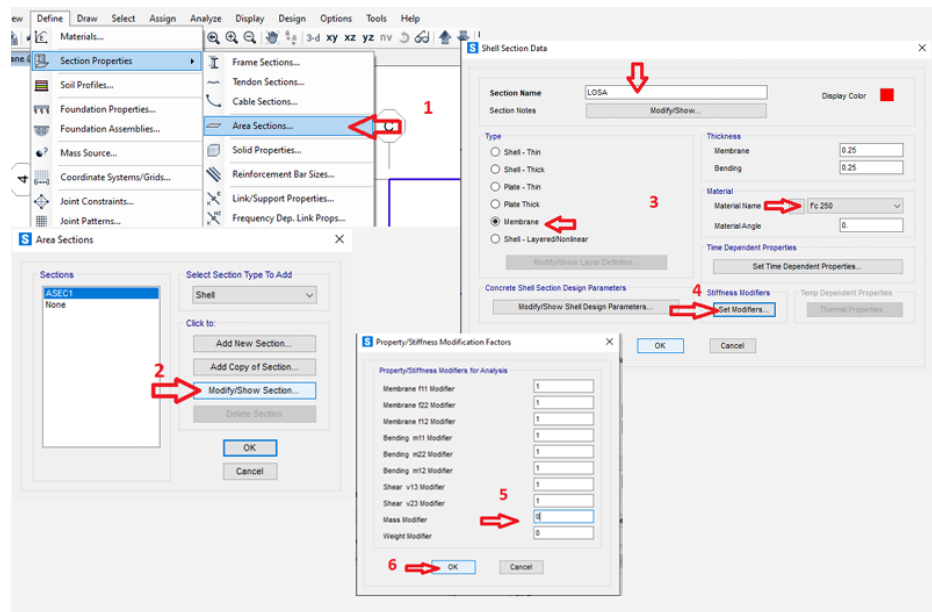


Fig N° 29 Selección de losa

- 1) Se da clic en “Área Sections”
- 2) Se modifica la sección de la losa en “Modify/Show Section”
- 3) Se modifica el nombre, se cambia a membrana, se cambia el material al concreto
- 4) Se modifica la rigidez de la sección
- 5) Se coloca masa y peso 0 ya que se consideró en la carga muerta
- 6) Se da clic en ok

3.12.7 Paso 12

Se asignan las cargas en las losas

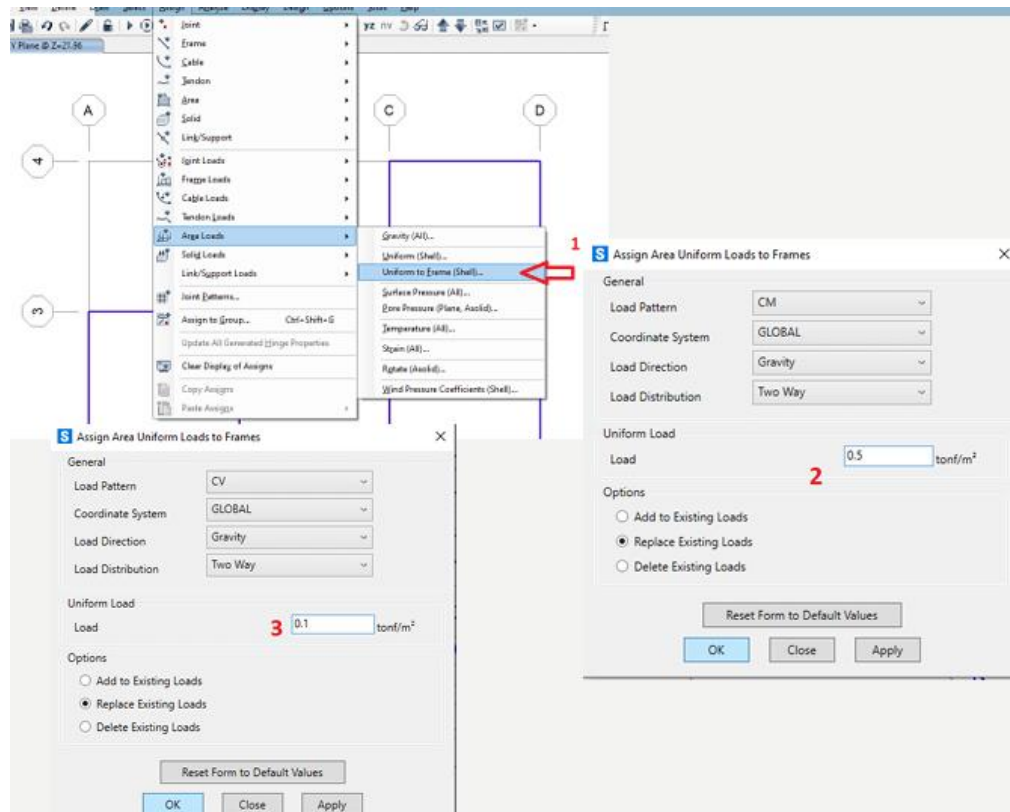


Fig N° 30 Cargas en losas

- 1) Se seleccionan las losas a colocar la carga y luego se da click en “Uniform to frame (Shell)”
- 2) Se coloca la carga muerta
- 3) Se coloca la carga viga
- 4) Se repite en todos los demás niveles colocando las cargas que correspondan

3.13.7 Paso13

Se corre el programa para ver el análisis

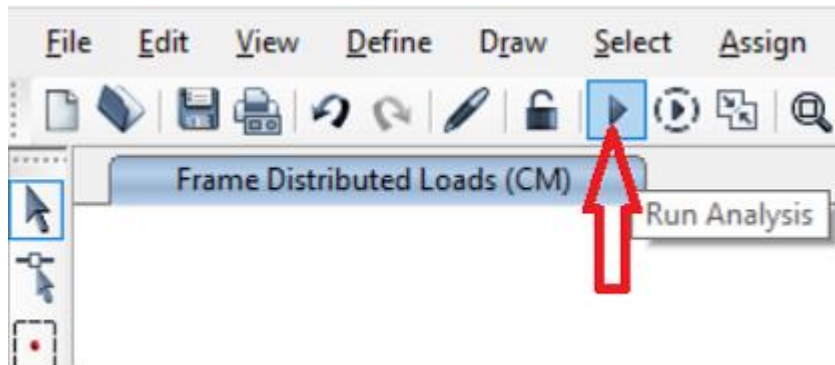


Fig N° 31 Ejecutar Analisis

Se da clic en el siguiente icono de play

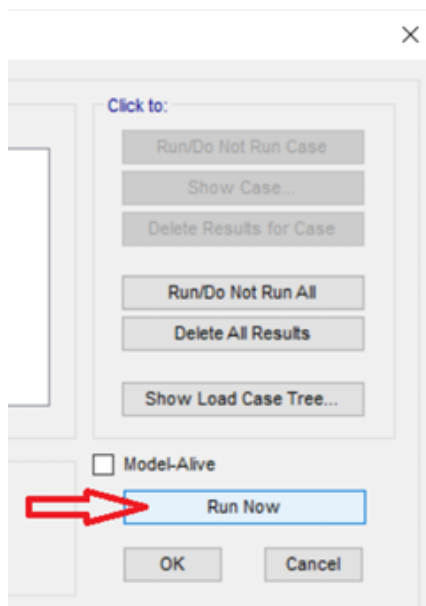


Fig N° 32 Icono de play

Se da clic en Run Now, para correr el modelo pedirá guardar el archivo (se recomienda guardar en una carpeta aparte ya que el programa genera muchos archivos independientes)

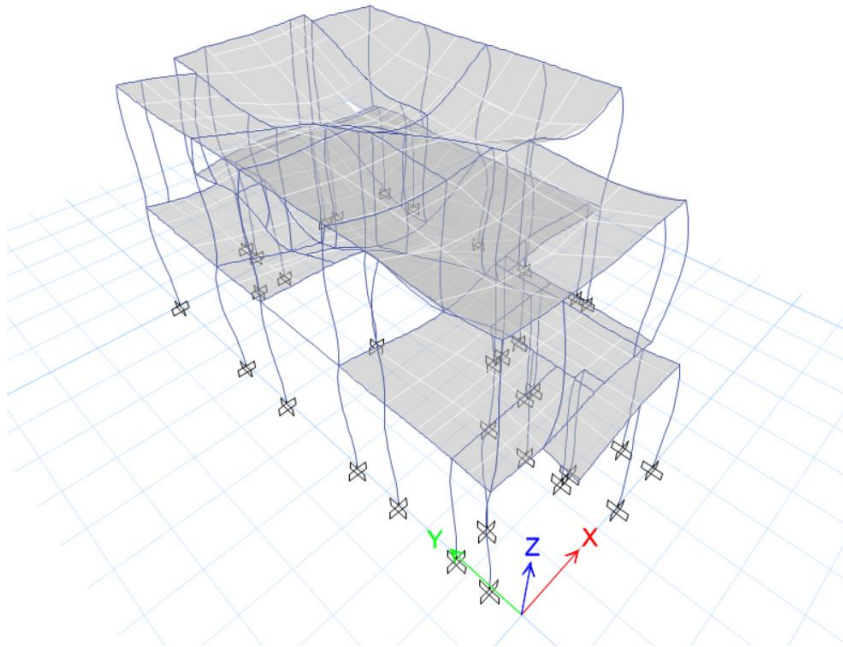


Fig N° 33 Desplazamiento en modelo 1

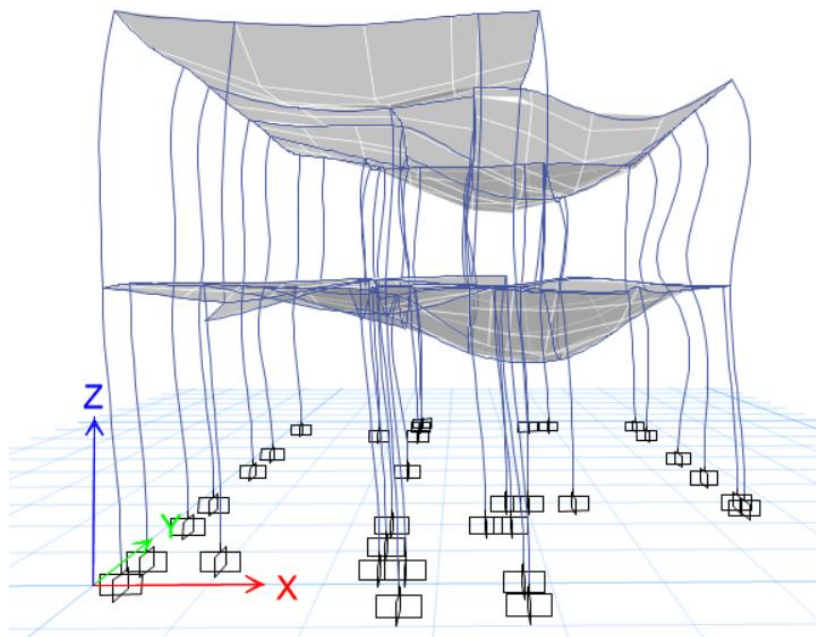


Fig N° 34 Desplazamiento de modelo 2

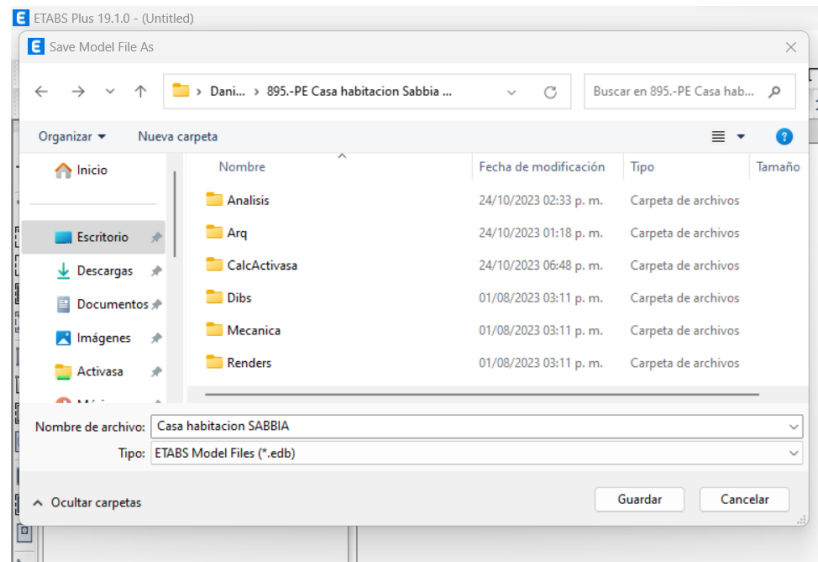


Fig N° 35 Ventana Guardar

Se guarda el modelo en tus archivos y la carpeta que elijes

3.14.7 Paso 14

Se le pide al programa los diagramas

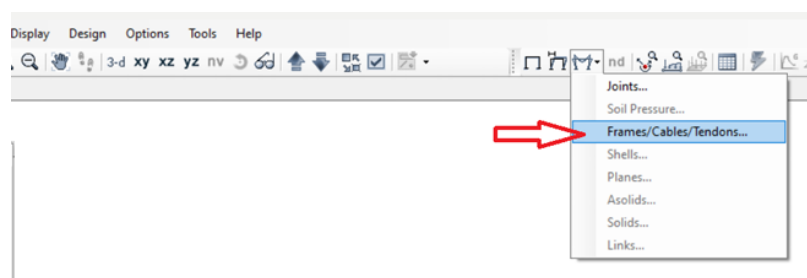


Fig N° 36 Diagramas

Se da clic al botón de diagrama y en Frames/Cables/Tendons se le piden los diagramas al programa. Luego aparece una pestaña donde tenemos que seleccionar lo que queremos ver.

Diagramas de momento

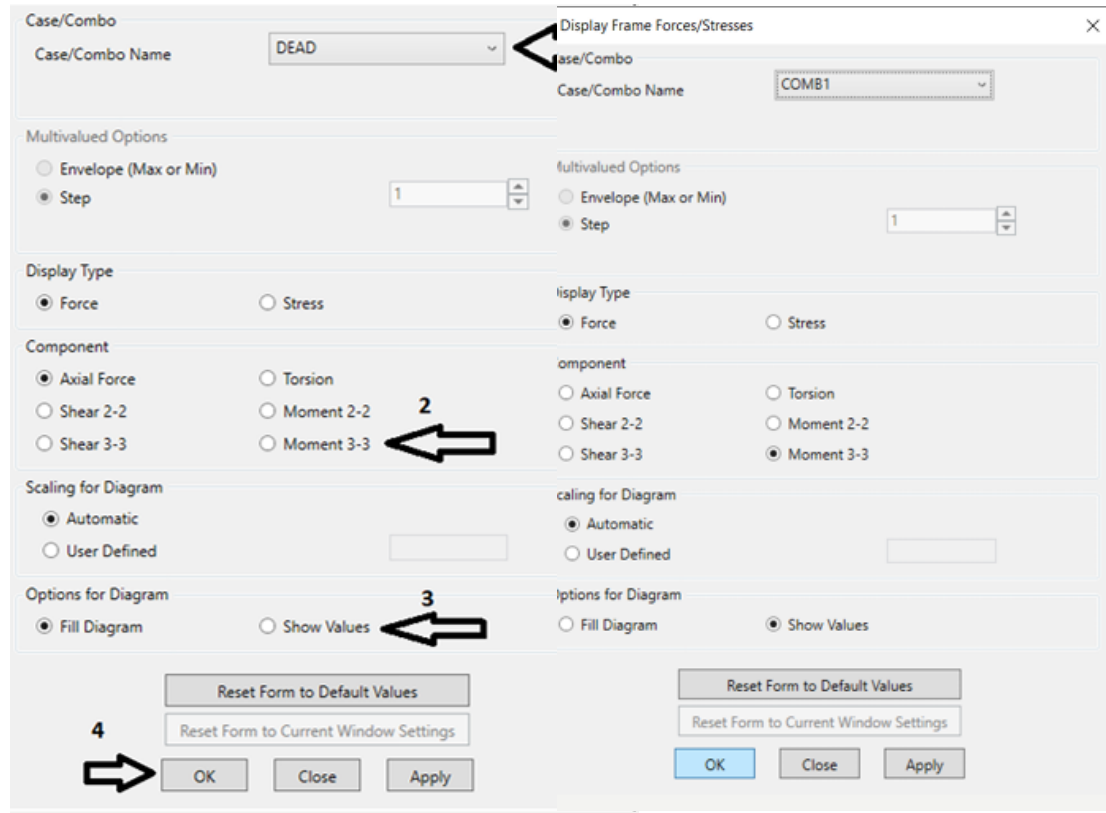


Fig N° 37 Diagrama de momento

- 1) Se selecciona el caso o combo que se quiere ver el diagrama (en nuestro ejercicio será el combo COMB1)
- 2) Se selecciona que tipo de diagrama se quiere ver (por ahora el diagrama de momento)
- 3) Se selecciona si se quiere que el programa muestre los valores o solo el dibujo (se pedirá por valores)
- 4) Se da OK al terminar

Diagramas de fuerzas cortantes

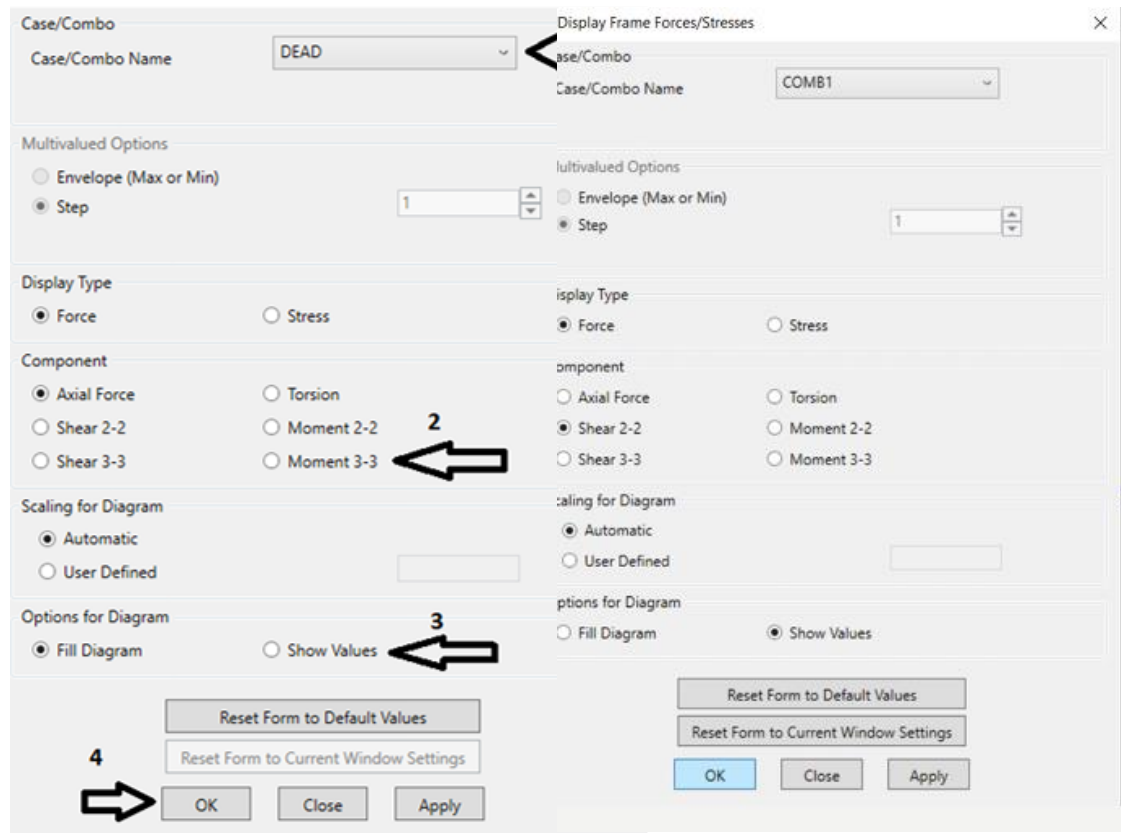


Fig N° 38 Asignar Diagrama de cortante

- 1) Se selecciona el caso o combo que se quiere ver el diagrama (en nuestro ejercicio será el combo COMB1)
- 2) Se selecciona que tipo de diagrama se quiere ver (por ahora el diagrama de cortante)
- 3) Se selecciona si se quiere que el programa muestre los valores o solo el dibujo (se pedirá por valores)

4) Se da OK al terminar

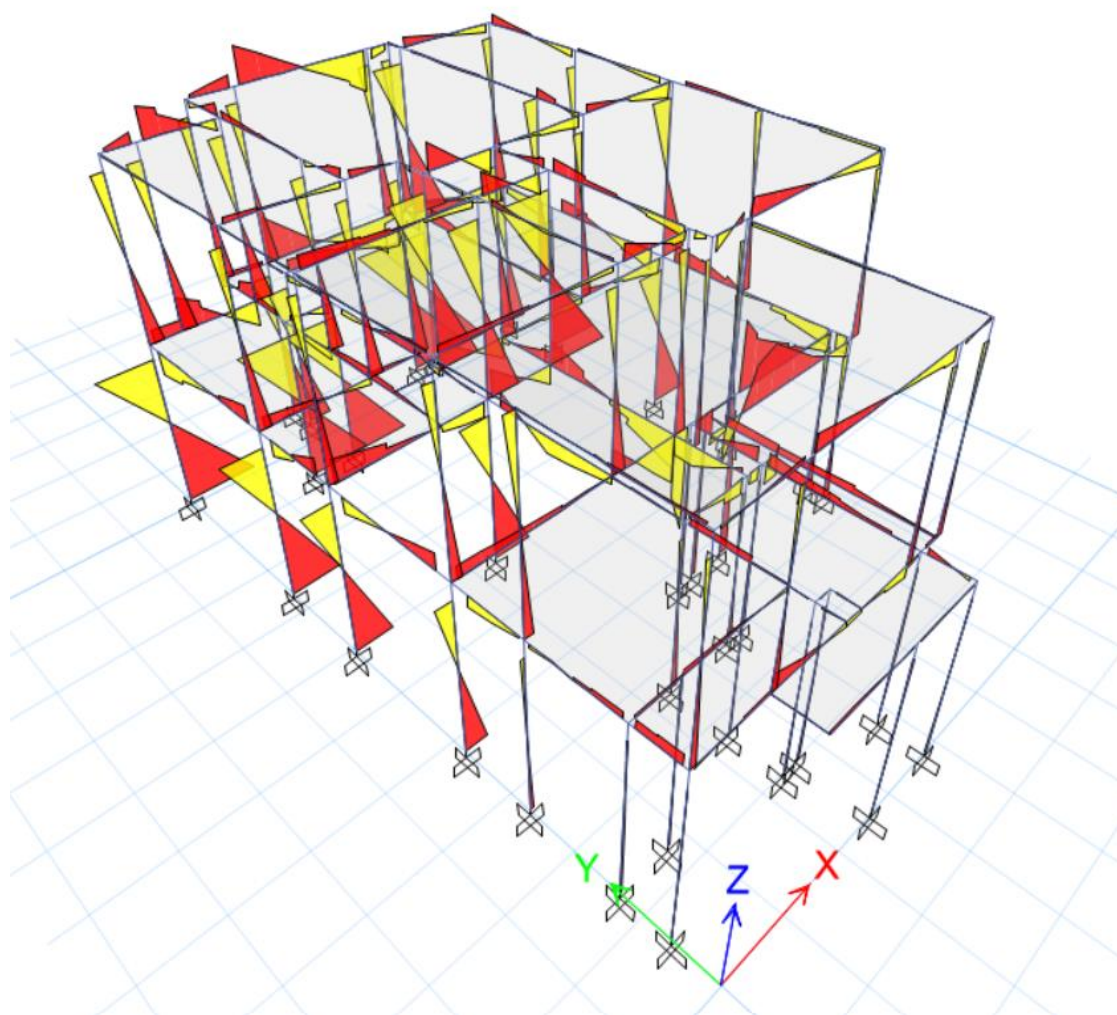


Fig N° 39 Diagrama de cortante

Diagramas de fuerzas axiales

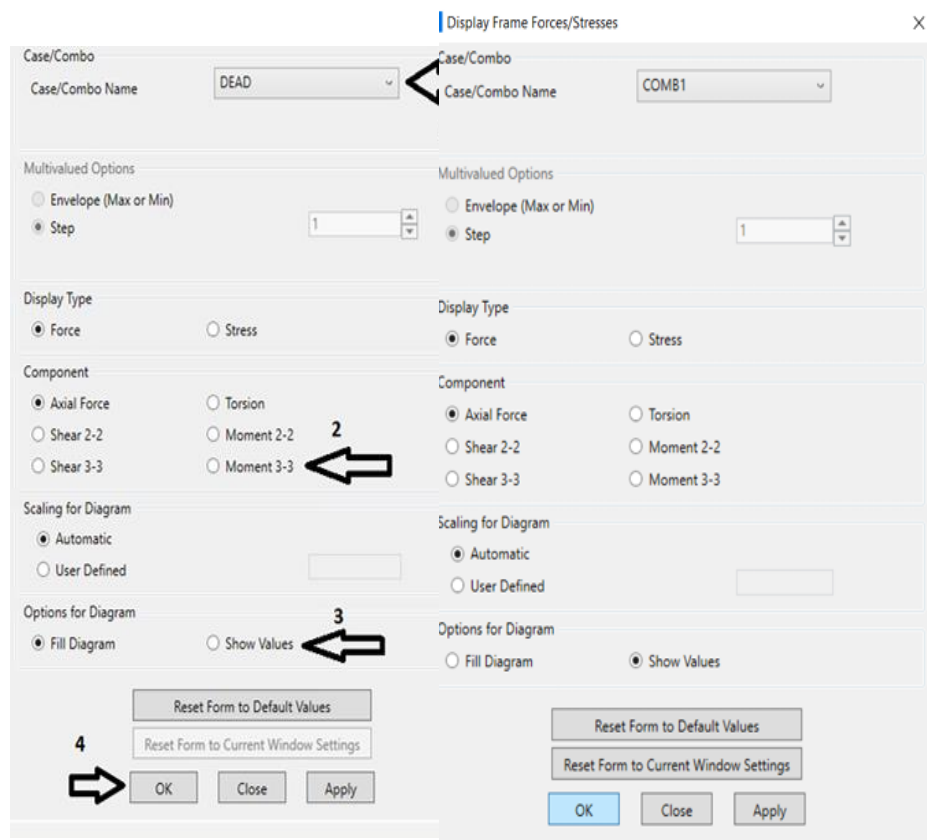


Fig N° 40 Asignar diagrama de fuerzas axiales

- 1) Se selecciona el caso o combo que se quiere ver el diagrama (en nuestro ejercicio será el combo COMB1)
- 2) Se selecciona que tipo de diagrama se quiere ver (por ahora el diagrama de fuerzas axiales)
- 3) Se selecciona si se quiere que el programa muestre los valores o solo el dibujo (se pedirá por valores)

4) Se da OK al terminar

3.15.7 Paso 15

Se revisan las secciones de los elementos

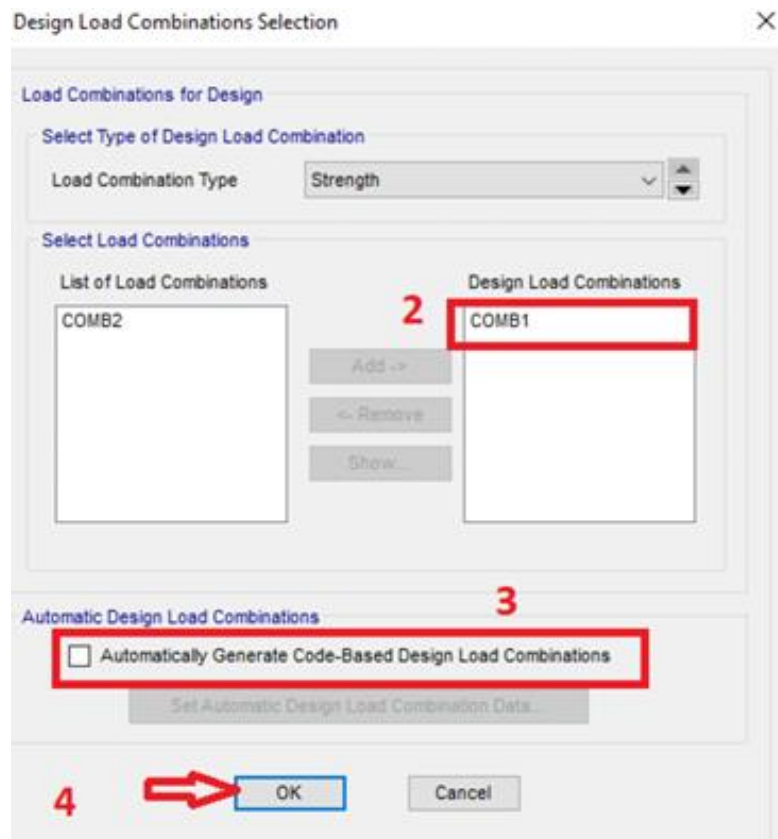


Fig N° 41 Secciones d elos elementos

- 1) Primero se seleccionan los combos que el programa utilizara para el diseño
- 2) Se agrega el COMB1 a la lista de combos para el diseño
- 3) Se desmarca la opción de que el programa cree combos automáticamente

4) Se da clic en ok

3.16.7 Paso16

Se corre el diseño dando clic en “start design/check of structure”

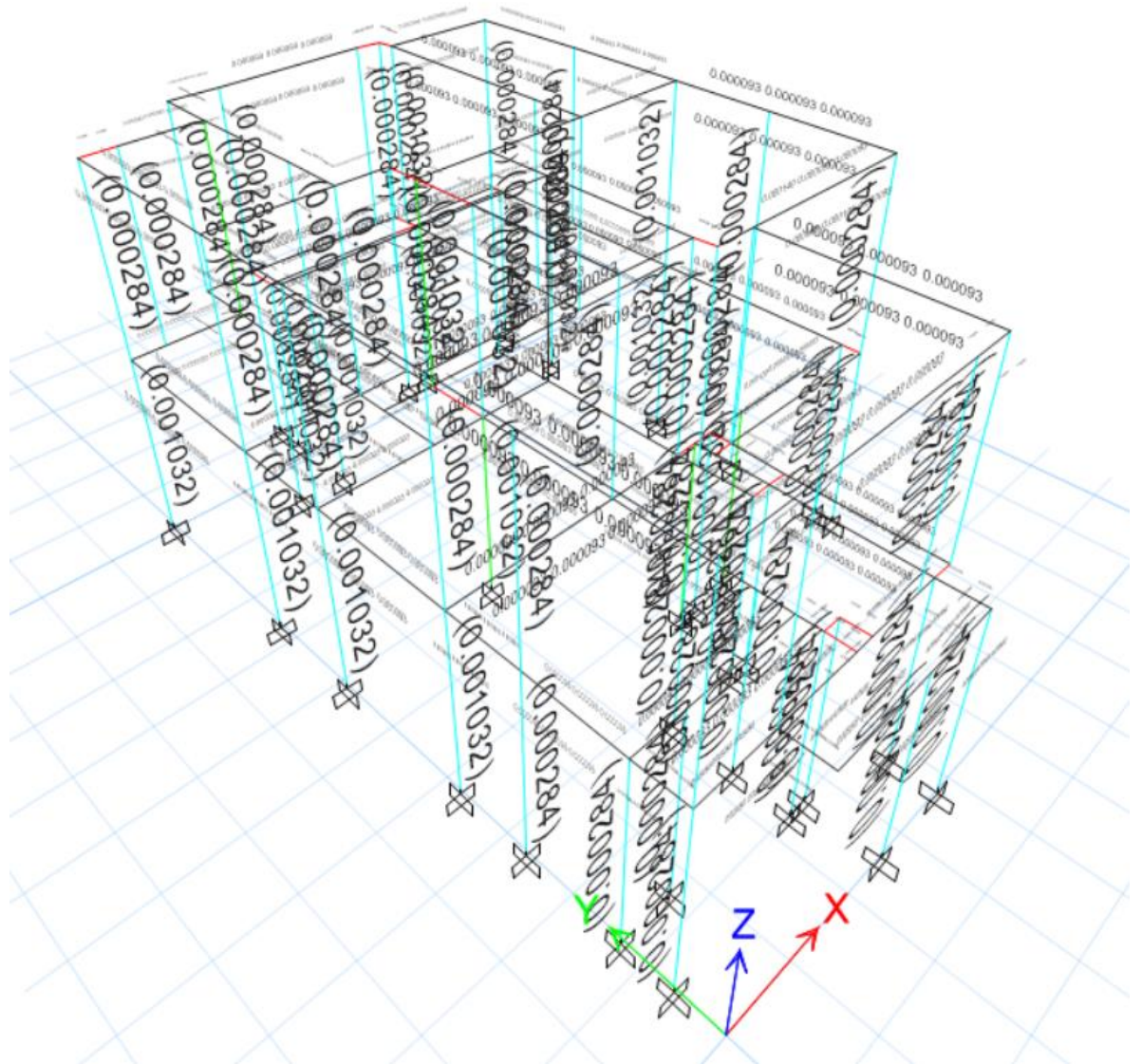


Fig N° 42 Diseño del modelo de concreto

Luego de esto se usa la información que proporciono el programa como los diagramas para hacer el diseño y se puede revisar luego con nuestra memoria de calculo que el acero requerido coincida con el programa o checar los cálculos que se han realizado, que el modelo este dentro de los parámetros de las NTC del reglamento de construcción.

4 CAPITULO RESULTADOS

4.1 Modelo de Software

4.1.1 Descargas

Para realizar la presentación, análisis e interpretación de los resultados de la investigación se han desarrollado herramientas necesarias, se realizó un modelo tridimensional en el software de cálculo, que fue utilizado para realizar el análisis por cargas de gravedad y de sismo.

CONDICIONES DE CARGA	SUMA DE REACCIONES DEL ETABS			REACCIONES CALCULADAS		
	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ
(3) Sismo en X	40.3			45.8		
(4) Sismo en Z			40.3			45.8
(5) Carga muerta	114.6	18.9			20.4	
(6) Carga viva máxima		17.1			19.1	
(7) Carga viva accidental		10.1			11.1	
(8) Carga de viento normal						
(9) Carga de viento paralelo						
(10) Carga de granizo		6.1			6.4	
Peso Propio		95.7				
Peso de Muros						

Tabla 3.4 Descargas totales calculadas

Base Reactions

File

Edit

Format-Filter-Sort

Select

Options

Units: As Noted

Hidden Columns: No

Sort: None

Base Reactions

Filter: None

	Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-cm	MY tonf-cm	MZ tonf-cm	X cm	Y cm
▶	CMUERTA	LinStatic	0	0	114.6864	68873.351	-35600.767	0	0	0
	CVIVAMAX	LinStatic	0	0	17.1385	10486.786	-5665.86	0	0	0
	CVIVAACC	LinStatic	0	0	10.0864	6175.34	-3323.693	0	0	0
	SISMOX	LinStatic	-40.3836	0	0	0	-18282.624	24569.009	0	0
	SISMOY	LinStatic	0	-40.3836	0	18282.624	0	-12633.583	0	0
	GRANIZO	LinStatic	0	0	6.1385	3776.851	-1967.141	0	0	0
	PPROP	LinStatic	0	0	95.7689	57270.638	-29428.81	0	0	0

Tabla 3.5 Descargas totales etabs

4.2.1 Reacciones

Unidades: Ton, metros										
Ez	Ey	Relación	Nudo	Carga	FuerzaX	FuerzaY	FuerzaZ	MomX	MomY	MomZ
0.005	0.000	18/11	18	11	0.0722	5.0938	0.0279	-0.0404	0.0003	0.0246
0.005	0.000	18/14	18	14	0.0734	5.1176	0.0275	-0.0407	0.0003	0.0248
0.033	0.000	18/15	18	15	-0.7432	8.1316	0.121	-0.0886	0.0024	-0.2716
0.043	0.000	18/16	18	16	-0.7907	6.6849	0.2965	-0.163	0.0025	-0.2904
0.098	0.001	18/17	18	17	0.9312	3.4509	-0.2417	0.083	-0.0019	0.3382
0.159	0.001	18/18	18	18	0.8837	2.0042	-0.0661	0.0087	-0.0018	0.3194
0.004	0.000	18/19	18	19	-0.1018	8.1811	-0.2108	0.0582	0.0008	-0.0362
0.029	0.000	18/20	18	20	-0.2601	3.3588	0.3744	-0.1897	0.0011	-0.0989
0.022	0.000	18/21	18	21	0.4005	6.7769	-0.3196	0.1097	-0.0005	0.1467
0.043	0.000	18/22	18	22	0.2423	1.9546	0.2656	-0.1382	-0.0002	0.084
0.005	0.000	20/11	20	11	-0.0714	11.0071	-0.2061	0.1866	0.0019	-0.0506
0.005	0.000	20/14	20	14	-0.0734	11.1477	-0.2156	0.1954	0.0019	-0.0521
0.031	0.002	20/15	20	15	-0.2917	12.155	0.2871	-0.2444	0.0214	-0.3718
0.032	0.002	20/16	20	16	-0.3087	12.0873	1.5022	-1.4728	0.0234	-0.3917
0.030	0.002	20/17	20	17	0.1678	9.7662	-1.9089	1.8439	-0.0197	0.2914
0.028	0.002	20/18	20	18	0.1507	9.6985	-0.6938	0.6155	-0.0177	0.2715
0.010	0.000	20/19	20	19	-0.1109	11.3979	-1.8991	1.9196	0.0048	-0.1165
0.016	0.001	20/20	20	20	-0.1678	11.1723	2.1512	-2.1751	0.0113	-0.1828
0.008	0.001	20/21	20	21	0.0269	10.6812	-2.5579	2.5461	-0.0076	0.0825
0.002	0.000	20/22	20	22	-0.03	10.4556	1.4925	-1.5486	-0.001	0.0162
0.008	0.000	24/11	24	11	-0.2011	21.9489	0.1412	-0.1521	0.0023	-0.1697
0.008	0.000	24/14	24	14	-0.202	22.1668	0.1557	-0.1653	0.0023	-0.1701
0.018	0.001	24/15	24	15	-0.3674	23.3661	0.7264	-0.6611	0.0256	-0.4225
0.018	0.001	24/16	24	16	-0.3716	23.4846	2.0603	-1.7926	0.0278	-0.4281
0.005	0.001	24/17	24	17	-0.0154	19.6174	-1.7608	1.474	-0.0234	0.1019
0.005	0.001	24/18	24	18	-0.0195	19.7359	-0.4269	0.3424	-0.0212	0.0963
0.011	0.000	24/19	24	19	-0.2394	21.9159	-1.7004	1.4064	0.0058	-0.2324
0.011	0.001	24/20	24	20	-0.2532	22.3107	2.7461	-2.3656	0.0133	-0.2511
0.004	0.000	24/21	24	21	-0.1338	20.7913	-2.4466	2.0469	-0.0089	-0.0751
0.004	0.000	24/22	24	22	-0.1476	21.1861	1.9999	-1.7251	-0.0014	-0.0938
0.003	0.000	26/11	26	11	0.0052	4.6884	0.0652	-0.0149	0.0002	0.0118
0.003	0.000	26/14	26	14	0.0076	4.6691	0.0634	-0.0115	0.0002	0.0141
0.014	0.001	26/15	26	15	-0.0524	4.8654	0.2246	-0.0655	0.0032	-0.0659
0.012	0.001	26/16	26	16	-0.0509	5.2012	0.6995	-0.2061	0.0035	-0.0643
0.023	0.001	26/17	26	17	0.0638	3.9864	-0.5775	0.1831	-0.0032	0.0898
0.021	0.001	26/18	26	18	0.0653	4.3221	-0.1026	0.0426	-0.0029	0.0914
0.003	0.000	26/19	26	19	-0.0135	4.1661	-0.6101	0.1855	0.0007	-0.0134
0.001	0.000	26/20	26	20	-0.0085	5.2851	0.9727	-0.283	0.0016	-0.0078
0.009	0.000	26/21	26	21	0.0214	3.9024	-0.8508	0.2601	-0.0013	0.0333

0.008	0.000	26/22	26	22	0.0264	5.0214	0.7321	-0.2084	-0.0003	0.0389
0.006	0.000	28/11	28	11	0.0131	3.2433	0.0449	-0.0045	0.0001	0.0183
0.006	0.000	28/14	28	14	0.0156	3.2567	0.0432	-0.0035	0.0001	0.0207
0.014	0.001	28/15	28	15	-0.0395	3.539	0.0706	-0.0209	0.0034	-0.051
0.011	0.001	28/16	28	16	-0.0379	4.5193	0.1271	-0.0615	0.0036	-0.0491
0.047	0.002	28/17	28	17	0.0661	1.8551	-0.0423	0.0544	-0.0034	0.0872
0.031	0.001	28/18	28	18	0.0677	2.8353	0.0142	0.0138	-0.0032	0.0891
0.003	0.000	28/19	28	19	-0.0044	1.806	-0.0349	0.0527	0.0006	-0.0048
0.000	0.000	28/20	28	20	0.0009	5.0735	0.1536	-0.0824	0.0016	0.0015
0.028	0.001	28/21	28	21	0.0273	1.3008	-0.0688	0.0753	-0.0014	0.0366
0.009	0.000	28/22	28	22	0.0326	4.5683	0.1197	-0.0598	-0.0005	0.0429
0.010	0.000	30/11	30	11	0.2454	12.9242	0.1835	-0.1683	0.0018	0.1259
0.010	0.000	30/14	30	14	0.2505	13.1644	0.1934	-0.1767	0.0018	0.1291
0.034	0.002	30/15	30	15	-0.8682	13.1231	0.2426	-0.1936	0.0233	-0.4422
0.039	0.002	30/16	30	16	-0.9521	12.2636	0.6923	-1.0281	0.0258	-0.4758
0.054	0.002	30/17	30	17	1.4341	13.2637	-0.3362	0.702	-0.0223	0.7227
0.056	0.002	30/18	30	18	1.3503	12.4043	0.1134	-0.1326	-0.0198	0.6891
0.000	0.000	30/19	30	19	0.0354	14.1751	-0.4846	1.0934	0.0044	0.0047
0.009	0.001	30/20	30	20	-0.244	11.3101	1.0143	-1.6883	0.0127	-0.1073
0.025	0.001	30/21	30	21	0.7261	14.2172	-0.6582	1.3621	-0.0092	0.3542
0.021	0.000	30/22	30	22	0.4467	11.3523	0.8406	-1.4196	-0.0009	0.2421
0.012	0.000	32/11	32	11	0.1323	6.736	0.2899	-0.2641	0.0002	0.0821
0.013	0.000	32/14	32	14	0.1363	6.7919	0.2939	-0.2675	0.0001	0.0849
0.086	0.006	32/15	32	15	-0.2817	3.5571	0.2177	-0.1342	0.0205	-0.3075
0.096	0.007	32/16	32	16	-0.3079	3.4427	0.53	-0.8389	0.0232	-0.3292
0.050	0.002	32/17	32	17	0.5683	9.7957	0.036	0.3234	-0.0229	0.4906
0.048	0.002	32/18	32	18	0.5421	9.6813	0.3484	-0.3813	-0.0202	0.4688
0.000	0.000	32/19	32	19	0.0465	5.8742	-0.2103	0.8481	0.0022	-0.0027
0.014	0.002	32/20	32	20	-0.041	5.4927	0.8308	-1.5009	0.0112	-0.0753
0.031	0.001	32/21	32	21	0.3015	7.7457	-0.2648	0.9854	-0.0109	0.2367
0.022	0.000	32/22	32	22	0.214	7.3642	0.7763	-1.3636	-0.0019	0.1641
0.001	0.000	34/11	34	11	-0.0266	2.8519	-0.0112	0.01	0.0001	0.004
0.001	0.000	34/14	34	14	-0.0272	2.8741	-0.0118	0.0106	0.0001	0.0041
0.039	0.003	34/15	34	15	-0.0356	1.0288	-0.0269	0.0306	0.0026	-0.0397
0.038	0.003	34/16	34	16	-0.036	1.0312	-0.0027	-0.0052	0.0029	-0.0392
0.010	0.001	34/17	34	17	-0.0158	4.5219	-0.0196	0.0254	-0.0026	0.047
0.010	0.001	34/18	34	18	-0.0162	4.5243	0.0045	-0.0104	-0.0024	0.0475
0.004	0.000	34/19	34	19	-0.0282	2.2485	-0.0526	0.0705	0.0005	-0.0099
0.004	0.001	34/20	34	20	-0.0296	2.2567	0.028	-0.0488	0.0014	-0.0082
0.005	0.000	34/21	34	21	-0.0223	3.2965	-0.0504	0.0689	-0.0011	0.0161
0.005	0.000	34/22	34	22	-0.0236	3.3046	0.0302	-0.0504	-0.0002	0.0178
0.011	0.000	36/11	36	11	2.528	11.1893	-0.0056	0.0052	0.0001	-0.128
0.012	0.000	36/14	36	14	2.5275	11.2673	-0.0062	0.0057	0.0001	-0.1309
0.120	0.000	36/15	36	15	-4.9157	-16.9132	-0.0346	0.034	0.0023	-2.0225
0.120	0.000	36/16	36	16	-4.886	-16.7142	-0.0091	-0.0019	0.0028	-2.0052
0.046	0.000	36/17	36	17	9.763	38.4066	-0.0026	0.0126	-0.0026	1.7545

0.046	0.000	36/18	36	18	9.7928	38.6056	0.0229	-0.0233	-0.0021	1.7718
0.325	0.000	36/19	36	19	0.1871	2.2165	-0.0532	0.0685	1.98E-05	-0.7207
0.230	0.001	36/20	36	20	0.2863	2.8799	0.0319	-0.0514	0.0017	-0.6631
0.022	0.000	36/21	36	21	4.5907	18.8124	-0.0436	0.0621	-0.0015	0.4124
0.024	0.000	36/22	36	22	4.6899	19.4759	0.0415	-0.0578	0.0002	0.47
0.006	0.000	38/11	38	11	0.0264	5.4197	0.0436	-0.0153	0.0001	0.0318
0.006	0.000	38/14	38	14	0.0268	5.5123	0.0438	-0.0151	0.0001	0.0323
0.001	0.000	38/15	38	15	0.0007	5.8022	-0.0664	0.0119	0.0023	-0.0081
0.000	0.000	38/16	38	16	0.0067	6.5927	0.229	-0.0901	0.0027	-0.0011
0.015	0.001	38/17	38	17	0.0452	4.1825	-0.1435	0.0594	-0.0025	0.0635
0.014	0.000	38/18	38	18	0.0512	4.973	0.1519	-0.0427	-0.0021	0.0705
0.002	0.000	38/19	38	19	0.0093	4.3131	-0.438	0.1476	0.0001	0.0087
0.005	0.000	38/20	38	20	0.0292	6.948	0.5467	-0.1925	0.0014	0.0322
0.008	0.000	38/21	38	21	0.0227	3.8272	-0.4612	0.1618	-0.0013	0.0302
0.008	0.000	38/22	38	22	0.0426	6.4621	0.5235	-0.1783	1.64E-05	0.0537
0.020	0.000	40/11	40	11	0.053	1.9112	0.0217	-0.0202	0.0002	0.0375
0.020	0.000	40/14	40	14	0.0546	1.9379	0.0222	-0.0206	0.0002	0.0383
0.015	0.001	40/15	40	15	-0.1197	2.3927	0.0133	-0.0072	0.0024	-0.0348
0.010	0.001	40/16	40	16	-0.1041	2.6542	0.0422	-0.0469	0.0026	-0.0257
0.085	0.002	40/17	40	17	0.2062	1.165	0.0008	0.0071	-0.0023	0.0987
0.075	0.001	40/18	40	18	0.2218	1.4265	0.0297	-0.0326	-0.0021	0.1077
0.001	0.000	40/19	40	19	-0.0239	1.6579	-0.0248	0.0441	0.0005	0.0014
0.012	0.000	40/20	40	20	0.0282	2.5296	0.0715	-0.0883	0.0012	0.0316
0.032	0.001	40/21	40	21	0.0739	1.2896	-0.0285	0.0484	-0.0009	0.0414
0.033	0.000	40/22	40	22	0.1259	2.1613	0.0677	-0.084	-0.0002	0.0716
0.007	0.000	42/11	42	11	0.092	3.5173	0.0158	0.002	0.0001	0.024
0.007	0.000	42/14	42	14	0.0941	3.5448	0.0158	0.002	0.0001	0.0247
0.022	0.001	42/15	42	15	-0.0886	2.6056	-0.0664	0.039	0.0022	-0.0569
0.014	0.001	42/16	42	16	-0.0636	3.3899	0.0785	-0.0258	0.0028	-0.0482
0.027	0.001	42/17	42	17	0.243	3.5714	-0.0473	0.0297	-0.0026	0.0947
0.024	0.000	42/18	42	18	0.2681	4.3557	0.0976	-0.0351	-0.0021	0.1033
0.007	0.000	42/19	42	19	-0.0018	2.0285	-0.2288	0.1114	-3.95E-05	-0.014
0.003	0.000	42/20	42	20	0.0817	4.643	0.2543	-0.1046	0.0017	0.015
0.014	0.001	42/21	42	21	0.0977	2.3182	-0.2231	0.1086	-0.0015	0.0315
0.012	0.000	42/22	42	22	0.1812	4.9328	0.26	-0.1074	0.0002	0.0604
0.011	0.000	44/11	44	11	0.0116	2.4171	-0.0428	0.0083	0.0003	0.0272
0.012	0.000	44/14	44	14	0.0127	2.426	-0.0433	0.0085	0.0003	0.028
0.010	0.001	44/15	44	15	-0.065	2.9421	-0.118	0.0432	0.0024	-0.0305
0.010	0.001	44/16	44	16	-0.0605	2.6359	0.0202	-0.0204	0.0026	-0.0265
0.037	0.001	44/17	44	17	0.0832	2.1549	-0.1046	0.0368	-0.002	0.0799
0.045	0.001	44/18	44	18	0.0877	1.8487	0.0336	-0.0268	-0.0018	0.0839
0.001	0.000	44/19	44	19	-0.0183	3.0238	-0.2745	0.1152	0.0006	0.0034
0.008	0.001	44/20	44	20	-0.0034	2.0031	0.1861	-0.0969	0.0013	0.0168
0.013	0.000	44/21	44	21	0.0261	2.7877	-0.2705	0.1133	-0.0008	0.0366
0.028	0.000	44/22	44	22	0.041	1.7669	0.1901	-0.0988	-3.52E-05	0.05
0.010	0.000	46/11	46	11	0.0575	2.5833	-0.0017	0.0098	0.0001	0.0251

0.010	0.000	46/14	46	14	0.0587	2.586	-0.0022	0.01	0.0001	0.0259
0.016	0.001	46/15	46	15	-0.0168	2.0111	-0.0794	0.0469	0.0023	-0.0325
0.012	0.001	46/16	46	16	-0.0124	2.3555	0.0396	-0.0114	0.0028	-0.0288
0.028	0.001	46/17	46	17	0.1255	2.7372	-0.0424	0.0305	-0.0026	0.0779
0.027	0.001	46/18	46	18	0.1299	3.0816	0.0766	-0.0277	-0.0021	0.0817
0.001	0.000	46/19	46	19	0.028	1.8635	-0.2053	0.1092	1.4E-05	0.0018
0.005	0.001	46/20	46	20	0.0424	3.0115	0.1914	-0.0851	0.0017	0.0143
0.017	0.001	46/21	46	21	0.0707	2.0813	-0.1942	0.1043	-0.0015	0.0349
0.015	0.000	46/22	46	22	0.0851	3.2293	0.2025	-0.09	0.0002	0.0474
0.008	0.000	48/11	48	11	0.1159	3.8839	0.0283	-0.026	0.0002	0.0325
0.008	0.000	48/14	48	14	0.1185	3.9209	0.029	-0.0268	0.0002	0.0333
0.032	0.001	48/15	48	15	-0.1486	2.5675	0.004	0.0043	0.0022	-0.0817
0.030	0.001	48/16	48	16	-0.1369	2.5801	0.0316	-0.0338	0.0027	-0.0773
0.028	0.000	48/17	48	17	0.3631	5.0674	0.0236	-0.0171	-0.0024	0.1402
0.028	0.000	48/18	48	18	0.3748	5.08	0.0512	-0.0552	-0.0019	0.1447
0.003	0.000	48/19	48	19	0.0169	3.4277	-0.0213	0.0413	1.82E-05	-0.0092
0.002	0.000	48/20	48	20	0.0558	3.4698	0.0706	-0.0857	0.0017	0.0056
0.014	0.000	48/21	48	21	0.1704	4.1777	-0.0154	0.0349	-0.0014	0.0574
0.017	0.000	48/22	48	22	0.2093	4.2198	0.0765	-0.0921	0.0003	0.0721
0.005	0.000	50/11	50	11	0.0189	4.6851	-0.0013	0.0223	0.0001	0.0246
0.005	0.000	50/14	50	14	0.0191	4.7345	-0.0013	0.0226	0.0001	0.025
0.004	0.001	50/15	50	15	-0.0036	2.9969	-0.1187	0.075	0.0022	-0.0118
0.002	0.001	50/16	50	16	-0.0011	4.0065	-0.0265	0.0299	0.0026	-0.0081
0.011	0.000	50/17	50	17	0.0376	5.2457	0.0244	0.0141	-0.0023	0.0557
0.009	0.000	50/18	50	18	0.0401	6.2553	0.1166	-0.0311	-0.002	0.0594
0.003	0.000	50/19	50	19	0.0079	2.6061	-0.1763	0.1064	0.0003	0.0074
0.003	0.000	50/20	50	20	0.0161	5.9715	0.1313	-0.0442	0.0013	0.02
0.008	0.000	50/21	50	21	0.0203	3.2807	-0.1334	0.0881	-0.0011	0.0277
0.006	0.000	50/22	50	22	0.0285	6.6461	0.1742	-0.0625	-4.07E-05	0.0402
0.009	0.000	52/11	52	11	0.1022	4.4217	-0.0626	0.0218	0.0002	0.0386
0.009	0.000	52/14	52	14	0.1029	4.4596	-0.0619	0.0217	0.0002	0.0391
0.010	0.001	52/15	52	15	-0.0338	3.2034	-0.3555	0.1265	0.002	-0.0314
0.008	0.001	52/16	52	16	-0.0239	3.4721	-0.0999	0.0351	0.0025	-0.0265
0.019	0.000	52/17	52	17	0.2218	5.278	-0.0231	0.0076	-0.0022	0.1012
0.019	0.000	52/18	52	18	0.2318	5.5467	0.2325	-0.0837	-0.0017	0.1061
0.003	0.000	52/19	52	19	0.044	3.6161	-0.5373	0.1914	-2.89E-05	0.0092
0.006	0.000	52/20	52	20	0.0773	4.5116	0.3147	-0.1131	0.0016	0.0256
0.012	0.000	52/21	52	21	0.1207	4.2385	-0.4376	0.1558	-0.0013	0.049
0.013	0.000	52/22	52	22	0.154	5.134	0.4144	-0.1487	0.0004	0.0654
0.011	0.000	54/11	54	11	0.0293	2.8215	-0.026	0.0244	0.0002	0.0318
0.011	0.000	54/14	54	14	0.0295	2.8161	-0.0265	0.0249	0.0002	0.0321
0.011	0.001	54/15	54	15	-0.1029	3.5318	-0.049	0.0575	0.0024	-0.0388
0.010	0.001	54/16	54	16	-0.0957	3.533	-0.0284	0.0268	0.0026	-0.0341
0.048	0.001	54/17	54	17	0.1504	2.0042	-0.0224	0.021	-0.0022	0.0953
0.050	0.001	54/18	54	18	0.1576	2.0054	-0.0019	-0.0097	-0.002	0.1
0.001	0.000	54/19	54	19	-0.0227	2.9958	-0.0637	0.0806	0.0005	0.0026

0.006	0.000	54/20	54	20	0.0013	2.9997	0.0049	-0.0219	0.0012	0.0183
0.017	0.000	54/21	54	21	0.0533	2.5375	-0.0558	0.0697	-0.0009	0.0428
0.023	0.000	54/22	54	22	0.0773	2.5414	0.0129	-0.0328	-0.0001	0.0586
0.012	0.000	56/11	56	11	0.0145	1.6676	-0.0374	0.0056	0.0003	0.0203
0.013	0.000	56/14	56	14	0.0149	1.6512	-0.0376	0.0057	0.0003	0.0208
0.017	0.001	56/15	56	15	-0.0241	1.9505	-0.115	0.0447	0.0021	-0.0325
0.020	0.002	56/16	56	16	-0.0214	1.4464	0.0058	-0.0145	0.0025	-0.029
0.037	0.001	56/17	56	17	0.0498	1.8643	-0.0789	0.0254	-0.002	0.0687
0.053	0.001	56/18	56	18	0.0524	1.3602	0.0419	-0.0338	-0.0016	0.0722
0.000	0.000	56/19	56	19	-0.0013	2.5085	-0.2433	0.107	0.0002	-0.0012
0.013	0.002	56/20	56	20	0.0075	0.828	0.1594	-0.0904	0.0015	0.0106
0.012	0.000	56/21	56	21	0.0208	2.4826	-0.2325	0.1012	-0.001	0.0291
0.051	0.000	56/22	56	22	0.0296	0.8022	0.1702	-0.0961	0.0003	0.0409
0.008	0.000	58/11	58	11	0.0258	4.0293	-0.0281	0.0046	0.0001	0.031
0.008	0.000	58/14	58	14	0.0261	4.1087	-0.0275	0.0043	0.0001	0.0314
0.008	0.001	58/15	58	15	-0.011	3.0695	-0.3748	0.1261	0.0023	-0.0237
0.006	0.001	58/16	58	16	-0.0098	3.4622	-0.0702	0.0195	0.0027	-0.0218
0.018	0.001	58/17	58	17	0.0602	4.52	0.0155	-0.0106	-0.0024	0.0823
0.017	0.000	58/18	58	18	0.0614	4.9126	0.3202	-0.1173	-0.0021	0.0842
0.004	0.000	58/19	58	19	0.0125	3.1191	-0.5936	0.2027	0.0002	0.0111
0.004	0.000	58/20	58	20	0.0166	4.4279	0.4219	-0.1528	0.0015	0.0176
0.012	0.000	58/21	58	21	0.0338	3.5543	-0.4765	0.1616	-0.0012	0.0429
0.010	0.000	58/22	58	22	0.0379	4.863	0.539	-0.1938	0.0001	0.0494
0.008	0.000	60/11	60	11	0.0861	12.4744	-0.1807	0.1583	0.0014	0.1
0.008	0.000	60/14	60	14	0.0873	12.7021	-0.1889	0.1645	0.0014	0.1015
0.008	0.002	60/15	60	15	-0.0375	10.6793	-1.275	1.2862	0.0201	-0.0822
0.007	0.002	60/16	60	16	-0.0352	10.5718	-0.3502	0.3232	0.0231	-0.0791
0.019	0.001	60/17	60	17	0.2039	14.1705	-0.0027	-0.0146	-0.0203	0.2747
0.020	0.001	60/18	60	18	0.2062	14.0629	0.9221	-0.9775	-0.0173	0.2778
0.003	0.000	60/19	60	19	0.0442	12.0267	-1.9087	1.9543	0.0025	0.0391
0.004	0.001	60/20	60	20	0.052	11.6683	1.1741	-1.2554	0.0124	0.0494
0.011	0.001	60/21	60	21	0.1167	13.074	-1.527	1.5641	-0.0097	0.1462
0.012	0.000	60/22	60	22	0.1245	12.7156	1.5558	-1.6457	0.0003	0.1565
0.005	0.000	62/11	62	11	0.1262	27.1117	0.6689	-0.6005	0.0016	0.1352
0.005	0.000	62/14	62	14	0.1289	27.5059	0.6786	-0.6092	0.0016	0.138
0.004	0.001	62/15	62	15	-0.04	26.3812	0.3554	-0.0493	0.0246	-0.1051
0.004	0.001	62/16	62	16	-0.0475	27.0534	0.833	-0.8829	0.0271	-0.1128
0.015	0.001	62/17	62	17	0.2928	25.765	0.468	-0.2848	-0.024	0.3755
0.014	0.001	62/18	62	18	0.2854	26.4372	0.9455	-1.1184	-0.0215	0.3678
0.003	0.000	62/19	62	19	0.0852	25.3813	-0.1623	0.8409	0.0046	0.072
0.002	0.000	62/20	62	20	0.0603	27.622	1.4295	-1.9379	0.0131	0.0465
0.009	0.000	62/21	62	21	0.185	25.1964	-0.1286	0.7702	-0.01	0.2162
0.007	0.000	62/22	62	22	0.1602	27.4372	1.4633	-2.0085	-0.0015	0.1907
0.008	0.000	64/11	64	11	0.0762	11.0288	0.0443	-0.0365	0.002	0.0896
0.008	0.000	64/14	64	14	0.0749	11.1026	0.0439	-0.0367	0.002	0.0887
0.018	0.002	64/15	64	15	-0.0837	8.5339	-1.1453	1.1571	0.0189	-0.1497

0.016	0.002	64/16	64	16	-0.0792	8.9538	-0.1567	0.1671	0.0219	-0.1461
0.025	0.001	64/17	64	17	0.2249	12.847	0.2399	-0.2356	-0.018	0.3179
0.024	0.001	64/18	64	18	0.2294	13.2669	1.2285	-1.2256	-0.0149	0.3215
0.001	0.000	64/19	64	19	0.0191	9.5536	-1.8138	1.8246	0.0024	0.0097
0.002	0.001	64/20	64	20	0.0341	10.9533	1.4815	-1.4753	0.0126	0.0218
0.014	0.001	64/21	64	21	0.1117	10.8476	-1.3983	1.4068	-0.0087	0.15
0.013	0.000	64/22	64	22	0.1266	12.2472	1.897	-1.8931	0.0016	0.1621
0.011	0.000	66/11	66	11	0.1268	12.4694	-0.0161	0.0043	0.002	0.1354
0.011	0.000	66/14	66	14	0.1288	12.5627	-0.0127	0.0011	0.002	0.1376
0.014	0.002	66/15	66	15	-0.0676	10.8118	-1.2935	1.2384	0.0209	-0.1472
0.015	0.002	66/16	66	16	-0.075	10.3506	-0.2634	0.2473	0.0238	-0.1564
0.029	0.001	66/17	66	17	0.3209	14.309	0.2383	-0.2447	-0.0199	0.4191
0.030	0.001	66/18	66	18	0.3135	13.8478	1.2684	-1.2358	-0.017	0.4099
0.005	0.000	66/19	66	19	0.0771	12.5738	-1.9592	1.8756	0.0032	0.0617
0.003	0.001	66/20	66	20	0.0523	11.0367	1.4745	-1.428	0.0129	0.0311
0.017	0.001	66/21	66	21	0.1936	13.6229	-1.4997	1.4307	-0.009	0.2316
0.017	0.000	66/22	66	22	0.1688	12.0858	1.9341	-1.873	0.0007	0.2009
0.011	0.000	68/11	68	11	0.0779	8.2358	-0.153	0.1175	0.0021	0.0876
0.011	0.000	68/14	68	14	0.0803	8.3033	-0.1543	0.1186	0.0021	0.0902
0.030	0.002	68/15	68	15	-0.1557	8.3252	-0.9771	1.0535	0.0196	-0.2504
0.040	0.003	68/16	68	16	-0.1733	6.7346	-0.2776	0.2695	0.0227	-0.2717
0.046	0.002	68/17	68	17	0.3262	9.6729	-0.025	-0.0368	-0.0186	0.4434
0.052	0.002	68/18	68	18	0.3086	8.0823	0.6744	-0.8208	-0.0155	0.4222
0.002	0.000	68/19	68	19	0.0334	10.6526	-1.4598	1.5867	0.0026	0.0173
0.010	0.002	68/20	68	20	-0.025	5.3507	0.8715	-1.0268	0.0129	-0.0536
0.020	0.001	68/21	68	21	0.1779	11.0569	-1.1742	1.2596	-0.0088	0.2254
0.027	0.000	68/22	68	22	0.1195	5.755	1.1571	-1.354	0.0015	0.1545
0.004	0.000	70/11	70	11	0.0768	10.2544	-0.3754	0.3504	0.002	0.0433
0.004	0.000	70/14	70	14	0.0781	10.5112	-0.3834	0.3578	0.002	0.0441
0.041	0.003	70/15	70	15	-0.4453	8.6298	-0.9037	1.1467	0.0222	-0.3569
0.043	0.003	70/16	70	16	-0.4585	8.5466	-0.2944	0.205	0.0248	-0.3697
0.039	0.002	70/17	70	17	0.6081	11.6521	-0.4342	0.4753	-0.0209	0.4535
0.038	0.002	70/18	70	18	0.5948	11.5689	0.1751	-0.4664	-0.0183	0.4407
0.006	0.000	70/19	70	19	-0.0611	9.7846	-1.4503	2.0103	0.0041	-0.0584
0.011	0.001	70/20	70	20	-0.1054	9.5074	0.5809	-1.1286	0.0127	-0.101
0.017	0.001	70/21	70	21	0.2549	10.6913	-1.3095	1.8088	-0.0088	0.1848
0.014	0.000	70/22	70	22	0.2106	10.4141	0.7217	-1.33	-0.0002	0.1421
0.008	0.000	72/11	72	11	0.0481	8.0562	-0.2945	0.3143	0.0014	0.0632
0.008	0.000	72/14	72	14	0.0485	8.1779	-0.3029	0.3224	0.0014	0.0642
0.036	0.002	72/15	72	15	-0.4724	9.4413	-0.7209	0.899	0.0219	-0.3405
0.034	0.002	72/16	72	16	-0.4864	10.3482	-0.0904	0.0181	0.0247	-0.351
0.085	0.004	72/17	72	17	0.5798	5.5844	-0.4854	0.597	-0.0219	0.4745
0.071	0.003	72/18	72	18	0.5658	6.4913	0.1451	-0.2839	-0.0191	0.464
0.006	0.000	72/19	72	19	-0.0879	7.0333	-1.374	1.8209	0.0033	-0.043
0.008	0.001	72/20	72	20	-0.1344	10.0564	0.7276	-1.1152	0.0126	-0.078
0.034	0.002	72/21	72	21	0.2278	5.8762	-1.3034	1.7303	-0.0099	0.2015

0.019	0.000	72/22	72	22	0.1813	8.8993	0.7983	-1.2058	-0.0005	0.1665
0.001	0.000	74/11	74	11	-0.0081	4.2109	-0.0113	-0.0137	0.0003	-0.0027
0.001	0.000	74/14	74	14	-0.0085	4.2682	-0.0112	-0.014	0.0003	-0.003
0.025	0.000	74/15	74	15	-0.0905	4.9066	-0.0665	0.016	0.0023	-0.1214
0.033	0.001	74/16	74	16	-0.0909	3.7125	0.02	-0.0301	0.0026	-0.1235
0.026	0.000	74/17	74	17	0.0743	4.5898	-0.0424	0.0031	-0.0021	0.1174
0.034	0.001	74/18	74	18	0.0739	3.3956	0.0441	-0.0429	-0.0018	0.1153
0.006	0.000	74/19	74	19	-0.0325	6.1889	-0.1589	0.0652	0.0005	-0.0353
0.019	0.001	74/20	74	20	-0.0336	2.2084	0.1293	-0.0883	0.0014	-0.0424
0.006	0.000	74/21	74	21	0.017	6.0938	-0.1517	0.0613	-0.0008	0.0363
0.014	0.000	74/22	74	22	0.0159	2.1133	0.1365	-0.0921	0.0001	0.0292
0.001	0.000	76/11	76	11	-0.0034	3.693	0.0619	-0.0209	0.0002	0.002
0.000	0.000	76/14	76	14	-0.0039	3.7296	0.0627	-0.0212	0.0002	0.0016
0.031	0.001	76/15	76	15	-0.0921	4.0001	-0.0791	0.033	0.0029	-0.1227
0.036	0.001	76/16	76	16	-0.0917	3.4354	0.1268	-0.0496	0.0032	-0.1241
0.033	0.001	76/17	76	17	0.0844	3.8625	-0.0051	0.0086	-0.0027	0.1273
0.038	0.001	76/18	76	18	0.0847	3.2979	0.2007	-0.0739	-0.0025	0.1258
0.007	0.000	76/19	76	19	-0.0307	4.6107	-0.2934	0.1208	0.0006	-0.0335
0.014	0.001	76/20	76	20	-0.0295	2.7285	0.3928	-0.1545	0.0015	-0.0384
0.009	0.000	76/21	76	21	0.0222	4.5694	-0.2712	0.1135	-0.0011	0.0415
0.014	0.000	76/22	76	22	0.0234	2.6873	0.415	-0.1618	-0.0002	0.0366
0.008	0.000	118/11	118	11	-3.9476	9.0304	-0.1419	0.1187	0.0017	-0.0752
0.009	0.000	118/14	118	14	-3.9817	8.9729	-0.1444	0.1211	0.0017	-0.0781
0.048	0.001	118/15	118	15	-9.9642	42.5179	-0.1802	0.2172	0.0266	-2.0378
0.048	0.001	118/16	118	16	-9.8786	41.8446	0.1949	-0.547	0.0283	-2.0185
0.077	0.001	118/17	118	17	2.2253	-24.3397	-0.475	0.782	-0.0249	1.8695
0.076	0.001	118/18	118	18	2.3108	-25.0129	-0.0999	0.0177	-0.0232	1.8888
0.035	0.000	118/19	118	19	-5.7977	19.9031	-0.7209	1.3065	0.0065	-0.6927
0.036	0.001	118/20	118	20	-5.5125	17.6591	0.5293	-1.241	0.0123	-0.6284
3.111	0.058	118/21	118	21	-2.1408	-0.1541	-0.8094	1.4759	-0.0089	0.4794
0.227	0.001	118/22	118	22	-1.8557	-2.3982	0.4408	-1.0715	-0.0032	0.5438
0.008	0.000	175/11	175	11	0.0126	4.0426	-0.0585	-0.0033	0.0002	0.0336
0.008	0.000	175/14	175	14	0.013	4.0963	-0.0594	-0.004	0.0002	0.0343
0.007	0.001	175/15	175	15	-0.0644	4.4176	-0.2088	0.0676	0.0023	-0.0293
0.006	0.001	175/16	175	16	-0.0592	4.2653	0.0821	-0.0385	0.0025	-0.0248
0.024	0.001	175/17	175	17	0.0832	3.747	-0.2	0.0333	-0.002	0.0905
0.026	0.001	175/18	175	18	0.0884	3.5946	0.0909	-0.0729	-0.0019	0.095
0.002	0.000	175/19	175	19	-0.0188	4.3607	-0.5451	0.1795	0.0006	0.0073
0.006	0.000	175/20	175	20	-0.0015	3.8528	0.4245	-0.1744	0.0011	0.0224
0.010	0.000	175/21	175	21	0.0255	4.1595	-0.5425	0.1692	-0.0007	0.0433
0.016	0.000	175/22	175	22	0.0428	3.6516	0.4272	-0.1847	-0.0002	0.0584
0.014	0.000	180/11	180	11	0.1142	3.4889	0.0138	-0.0129	0.0002	0.0492
0.014	0.000	180/14	180	14	0.1171	3.5358	0.0144	-0.0135	0.0002	0.0503
0.023	0.001	180/15	180	15	-0.1857	2.8465	-0.0171	0.0223	0.0026	-0.0661
0.020	0.001	180/16	180	16	-0.1681	2.9377	0.0105	-0.0166	0.0029	-0.0596
0.039	0.001	180/17	180	17	0.3908	3.9605	0.0164	-0.0085	-0.0026	0.1556

0.040	0.001	180/18	180	18	0.4084	4.0517	0.0439	-0.0474	-0.0023	0.1621
0.001	0.000	180/19	180	19	-0.0044	3.1299	-0.0376	0.0569	0.0004	0.0038
0.007	0.000	180/20	180	20	0.0542	3.434	0.0544	-0.0727	0.0014	0.0257
0.020	0.000	180/21	180	21	0.1686	3.4642	-0.0275	0.0477	-0.0011	0.0703
0.024	0.000	180/22	180	22	0.2271	3.7682	0.0644	-0.082	-0.0001	0.0922
0.006	0.000	9/11	9	11	-0.0298	3.7923	0.0032	-0.0037	0.0002	-0.0218
0.006	0.000	9/14	9	14	-0.0285	3.7217	0.0034	-0.0038	0.0002	-0.0205
0.025	0.001	9/15	9	15	-0.0805	3.7881	0.0127	-0.0169	0.0032	-0.095
0.022	0.001	9/16	9	16	-0.0803	4.322	0.0439	-0.0592	0.0035	-0.095
0.019	0.001	9/17	9	17	0.0248	2.9305	-0.0375	0.0519	-0.003	0.0548
0.016	0.001	9/18	9	18	0.025	3.4644	-0.0063	0.0096	-0.0028	0.0549
0.015	0.000	9/19	9	19	-0.0439	2.8651	-0.0413	0.0566	0.0007	-0.0427
0.009	0.000	9/20	9	20	-0.0433	4.6447	0.0628	-0.0845	0.0016	-0.0425
0.001	0.000	9/21	9	21	-0.0123	2.6078	-0.0563	0.0772	-0.0012	0.0023
0.001	0.000	9/22	9	22	-0.0117	4.3874	0.0477	-0.0639	-0.0003	0.0025

4.2 Conclusiones

Con el presente trabajo me permitió tener una visión amplia de cómo se realiza un proyecto estructural de la construcción de una casa habitación. Recopilando normas y procedimientos de diseño estas se ven reflejadas en la seguridad en las que se adopten.

Se eligen los materiales y formas de estructuras que mejor se adapten al proyecto, soportando cargas y acciones que genera la construcción y los fenómenos naturales, gracias a esos datos se obtiene una respuesta preliminar que yo como ingeniera civil lo considero para proyectar el diseño.

El primer paso es modelar la estructura, el punto de partida es el modelo arquitectónico. Un modelo arquitectónico muestra cómo se verá la estructura en la realidad. El modelo arquitectónico debe ser procesado hasta que solo quede la estructura. La estructura transferirá las cargas aplicadas al terreno.

Posteriormente se debe identificar todas las posibles cargas o acciones que la estructura puede experimentar durante su vida útil.

Se realiza el análisis de los miembros estructurales. El objetivo es investigar cómo se comporta el modelo estructural con las diferentes combinaciones de cargas realizadas.

Por último, el resultado del diseño estructural representa las dimensiones de cada elemento que componen la estructura, cumpliendo con los requisitos de diseño, junto con los detalles relacionados con el material.

Se corre el modelo en el software obteniendo que los desplazamientos verticales y horizontales son menores a 0.02, de tal manera que se cumple con lo establecido por la normativa vigente, que es un valor muy por debajo del límite permitido.

Se toman los datos de la viga con el claro más desfavorable y se determina que su claro máximo de larguero tiene un desplazamiento vertical permisible.

Se usa la diferente información que proporcione el programa como las reacciones y descargas totales para hacer el diseño y se puede revisar en hojas

de cálculo que el acero y concreto requerido coincida con el programa que se han realizado. Hay que recordar que estos programas no se deben usar para el diseño propiamente sino para revisar el diseño que ya nosotros hemos realizado y solo ir modificando las dimensiones de los elementos estructurales.

Así mismo la participación de las masas es mayor al 90%, según lo indicado en el NTC Sismo, Análisis Modal, por lo que el inmueble no tiene problemas de disipación de energía por medio de las fuerzas de inercia.

4.3 Competencias Desarrolladas

Específica(s):

Software de ingeniería civil: Utiliza las tecnologías de comunicación e información como apoyo para la solución de problemas de la ingeniería Civil.

Modelos de Optimizaciones de recursos: Planea, modela y resuelve problemas relacionados con el uso óptimo de los recursos en las organizaciones.

Tecnología de concreto: Reconocer las propiedades del concreto y sus componentes, para el de diseño, elaboración, manejo y control de concretos de calidad.

Fundamentos de la mecánica de los medios continuos: Determina el estado de esfuerzos, deformaciones y ecuaciones constitutivas de diferentes tipos de sólidos y fluidos para comprender su comportamiento cuando se encuentran sometidos a un sistema de fuerzas en equilibrio estático o dinámico.

Análisis Estructural: Aplica los métodos geométricos y energéticos para determinar los elementos mecánicos y desplazamientos lineales y angulares en estructuras estáticamente determinadas e indeterminadas.

Análisis Estructural Avanzado: Resuelve sistemas estructurales estáticamente indeterminados en un plano, aplicando los métodos de distribución de momentos, deflexión-pendiente, flexibilidades y rigideces.

Diseño de elementos concreto reforzado: Diseña y/o revisa elementos de concreto, sujetos a diferentes tipos de solicitaciones mecánicas y deformaciones, generadas por las cargas a las que va a estar sometida durante su vida útil, de acuerdo a los reglamentos y especificaciones vigentes.

Mecánica de materiales: Analiza, calcula e interpreta los esfuerzos y deformaciones en elementos y estructuras mecánicas sujetos a carga estática para realizar la selección de materiales en función de sus propiedades mecánicas y dimensionar las secciones transversales de piezas mecánicas.

Mecánica de suelos: Aplica los conocimientos sobre las propiedades índice, hidráulicas y mecánicas de los suelos para comprender su comportamiento y utilizarlos adecuadamente en los proyectos de Ingeniería Civil.

Dibujo de ingeniería civil: Dibuja e interpreta planos constructivos de obras de ingeniería civil para identificar la forma y la función de los elementos que las integran manejando técnicas de representación gráfica con instrumentos de trazo y software de dibujo asistido por computadora, apegándose a las normas de construcción vigentes.

Diseño estructural de cimentaciones: Aplica los métodos de diseño de estructuras de concreto reforzado en el diseño de zapatas aisladas, corridas y losas de cimentación para diferentes tipos de edificaciones.

4.4 Fuentes de información

- AHMSA International Inc. (2013) Manual de diseño para la Construcción con Acero Ed. Limusa, México.
- CFE, (2015) , Manual de diseño de Obras civiles Diseño por Sismo.
- Computers & Structures, Inc. Caribe (2019). Manual Etabs v19.1 [Archivo PDF].
<https://www.csicertifications.us/Manuals/Manual%20de%20ETABS%20v19.1.pdf>
- H. Nilson Arthur, (1999) .Diseño de Estructuras de Concreto. Mc Graw Hill.
- IMCA (2014), 5ª Edición, Manual de Construcción de Acero. Ed. Limusa, México.
- Meli Piralla, (2000). Diseño Estructural. LIMUSA ORIEGA EDITORES.
- NTC Criterios y acciones para el Diseño estructural de las Edificaciones. (2023), México. [Archivo PDF].
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b3c4f4ff37241d0a93cc6742a8b0bf2f.pdf
- NTC Diseño y construcción de Cimentación (2017), México. [Archivo PDF].
https://paot.org.mx/centro/normas_a/2022/1%20NORMAS%20TECNICAS%20COMPLEMENTARIAS%20PARA%20DISENO%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20CIMENTACIONES.pdf
- Normas Técnicas Complementarias (2017) NTC, México. [Archivo PDF].
<https://www.smig.org.mx/archivos/NTC2017/normas-tecnicas-complementarias-reglamento-construcciones-cdmx-2017.pdf>