



**UNIVERSIDAD
DON VASCO, A.C.**

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727-15

a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**COMPARATIVA ECONÓMICA Y ESTRUCTURAL ENTRE EL
SISTEMA COMÚN DE UNA CASA HABITACIÓN Y UNA DEL
SISTEMA SUSTENTABLE.**

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

presentan:

Jorge Eduardo Corza Sandoval

Abraham Jorge Martínez

Asesor: M. I. Enrique Omar Navarro Caballero

Uruapan, Michoacán, 30 de marzo del 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE.

Introducción.

Antecedentes.	1
Planteamiento del problema.	3
Objetivo.	4
Pregunta de investigación.	4
Justificación.	5
Marco de referencia.	6

Capítulo 1.- Diseño y Análisis Estructural.

1.1. Conceptos básicos de diseño estructural.	8
1.2. Concepto de diseño.	9
1.2. Criterios de diseño.	10
1.3.1. Diseño por medio de modelos.	12
1.3.2. Método de los esfuerzos de trabajo.	12
1.3.3. Método plástico o de resistencia última.	13
1.3.4. Método basado en el análisis al límite.	14
1.3.5. Método probabilístico.	15
1.4. Seguridad de la estructura.	16
1.5. Condiciones de servicio y límites de tolerancia.	18
1.6. Análisis de resistencia.	19
1.7. Análisis de estabilidad.	19
1.8. Comportamiento de servicio.	20
1.9. Cargas muertas.	20

1.9.1. Tolerancia.	22
1.10. Cargas vivas.	22
1.10.1. Variación espacial y temporal.	23
1.11. Vibraciones de la maquinaria.	26
1.12. Las cargas accidentales.	26
1.12.1 Sismos.	26
1.12.2. Viento.	27
1.13. Trasmisión de cargas.	28

Capítulo 2.- Impacto ambiental

2.1. Conceptos básicos de impacto ambiental.	30
2.2. Impacto ambiental de las acciones humanas.	31
2.3. Problemática ambiental de los países en desarrollo.	32
2.4. Etapas de interés en los estudios de impacto ambiental.	33
2.5. La dificultad para predecir.	34
2.6. Construcción de modelos matemáticos.	35
2.6.1. Sistema cerrado bien mezclado.	36
2.6.2. Sistema bien mezclado, con entrada y salida.	36
2.6.3. Sistema de flujo pistón.	37
2.6.4. Transferencia de gases.	37
2.7. Ecosistemas e ingeniería.	39
2.7.1. Características de los ecosistemas.	40
2.7.2. Trama alimenticia y estabilización de población.	42
2.8. Medidas de control de impactos en la salud.	43
2.8.1. Control del origen del efecto.	44

2.8.2. Control de la exposición.	44
2.8.3. Desarrollo de servicios sanitarios.	44
2.9. Obras de ingeniería civil y sus relaciones con el ambiente.	45
2.10. Vigilancia ambiental.	45

Capítulo 3.- Resumen de macro y microlocalización

3.1. Macrolocalización.	48
3.1.1. Aspectos geográficos.	49
3.1.2. Aspectos sociales y de infraestructura.	50
3.2. Microlocalización.	51

Capítulo 4.- Metodología

4.1. Método empleado.	52
4.2. Enfoque de la investigación.	53
4.2.1. Alcance de la investigación cuantitativa.	54
4.3. Diseño de la investigación.	55
4.4. Instrumentos de recopilación de datos.	56
4.5. Descripción del proceso de investigación.	57

Capítulo 5.- Análisis e interpretación de resultados

5.1. Propuesta de comparativa estructural entre los dos sistemas de casa habitación.	59
5.1.1. Propuesta de diseño estructural de una casa habitación común.	59
5.1.2. Propuesta de diseño estructural de una casa habitación sustentable.	94
5.2. Propuesta de los presupuestos de los dos sistemas de casa habitación.	124

5.2.1. Presupuesto de la casa habitación común.	124
5.2.2. Presupuesto de la casa habitación sustentable .	127
5.3. Comparativa económica entre los dos sistemas de casa habitación.	130
Conclusiones	136
Bibliografía	141

INTRODUCCIÓN.

Antecedentes.

Una casa habitación es aquella edificación que sirve para albergar a una familia brindándole los servicios necesarios para que puedan vivir de una manera digna, segura y económica.

Por otro lado, una casa que cuente con los servicios de sustentabilidad le ayuda al ocupante de la vivienda en el ahorro de los servicios básicos tales como: agua, energía eléctrica y gas. También en algunos casos se pueden aprovechar los residuos orgánicos con ayuda de una composta.

Actualmente en la biblioteca de la Universidad Don Vasco A. C. no se encuentra alguna tesis que aborde el tema: Comparativa económica y estructural entre el sistema común de una casa habitación y una del sistema sustentable, aunque hay algunas tesis que hablan de los aspectos estructurales; como es el caso de: "Análisis y diseño estructural de una casa habitación para la colonia Ampliación Revolución" elaborada por Hugo Alberto Damián Aguayo, la cual tenía como objetivo realizar el cálculo estructural en casa habitación, dando una seguridad para que no se presenten fallas en dicha edificación y concluyó que es importante hacer un buen cálculo estructural para la casa habitación y sus sollicitaciones a las que va a estar sometida durante su vida útil además, de determinar sus dimensiones adecuadas así como el material a utilizar para su construcción.

Cabe destacar otra tesis hecha por Marcos Raúl Suárez Campos, denominada “Proyecto estructural de casa habitación en el fraccionamiento Santa Cruz” cuyo objetivo fue aportar la herramientas necesarias para hacer un buen análisis y diseño de casa habitación apegado a los reglamentos de construcción de manera práctica y racionalmente sencilla, concluyendo que el análisis y el diseño estructural de una casa habitación es de vital importancia, ya que disminuye considerablemente las fallas, reduciendo así el riesgo de que se presente un colapso y reducir el costo de la obra.

Como se ha notado, desde la existencia del ser humano, este ha buscado la manera de refugiarse de los fenómenos naturales como la lluvia o de animales salvajes, por lo que se ha hecho indispensable la construcción de viviendas desde tiempos muy remotos. A lo largo del tiempo ha sido importante la investigación para hacer las viviendas más seguras y económicas, por tal motivo se ha tenido gran innovación de nuevos materiales, como en sistemas que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos naturales (energía solar, viento, lluvia, materiales) en la construcción, operación y mantenimiento de las viviendas.

Planteamiento del problema.

Existe en la actualidad un grave problema de contaminación ambiental, el cual ha propiciado cambios en el funcionamiento normal del planeta Tierra, entre los que destacan los cambios de temperatura, la falta de agua limpia, aumento o disminución de lluvias esporádicamente. Este problema también contribuye a que disminuya la calidad de vida de la población. Por esta razón se ha optado por hacer la comparación entre una casa habitación sustentable y una vivienda común.

Desde la antigüedad el hombre ha tenido una gran necesidad de contar con un lugar en el cual sienta comodidad y seguridad; ya sea para resistir las inclemencias de tiempo o los ataques de animales. Por consiguiente se han ido desarrollando nuevos sistemas de casas habitación cada vez más seguras.

Así en la presente investigación se compararán los beneficios que conlleva vivir en una casa habitación sustentable la cual por medio de tecnologías aprovecha recursos renovables y naturales, lo que ayudará a reducir los impactos que afectan de manera negativa en el medio ambiente y con esto elevar la calidad de vida reduciendo tanto la contaminación emitida por una vivienda común como los gastos de operación y mantenimiento de la misma.

Con un hogar sustentable en operación se busca también reducir los gastos generados por el consumo de energía, utilizando celdas que transforman en electricidad la energía emitida por el sol y usando calentadores solares para no utilizar combustibles fósiles que generan mayores costos y que además emiten residuos nocivos al medio ambiente.

Por estos motivos se desea saber ¿Cuál es la ventaja económica y estructural entre el sistema de una casa habitación común y el sistema sustentable?

Objetivo.

Objetivo general:

Comparar económica y estructuralmente el funcionamiento de una casa habitación común y el de una vivienda sustentable.

Objetivos particulares:

- 1) Analizar y comparar económica y estructuralmente los dos tipos de casa habitación.
- 2) Clasificar los beneficios obtenidos por una casa sustentable.
- 3) Obtener las desventajas de una casa convencional con respecto a una sustentable.
- 4) Garantizar la seguridad y la economía de la vivienda sustentable.
- 5) Comparar el dimensionamiento de ambas casas.
- 6) Averiguar que la casa habitación sustentable es una mejor opción para habitar.

Pregunta de investigación.

Para alcanzar los objetivos propuestos anteriormente es necesario responder a las siguientes Interrogantes:

¿Cuál es la ventaja económica y estructural del sistema de una casa habitación y una del sistema sustentable?

Preguntas secundarias:

¿Qué ventajas económicas se tienen de habitar una casa autosustentable respecto a una casa convencional?

¿Cuáles serían los beneficios que conlleva construir una casa sustentable?

¿Qué desventajas tiene una casa convencional en comparación con una sustentable?

¿Cómo se alcanzara la seguridad de una vivienda sustentable?

¿Cuáles son las diferencias estructurales entre estos dos tipos de vivienda?

¿Será la mejor opción vivir en una habitación sustentable?

Justificación

La presente investigación está basada en la necesidad de construir viviendas pero también cuidando el medio ambiente.

Además la vivienda sustentable será una edificación confiable y económica, por lo que esta comparativa beneficiará principalmente a los de estudiantes de Ingeniería Civil; quienes podrán realizar consultas relacionadas con el tema: “Comparativa económica y estructural entre el sistema común de una casa habitación y una del sistema sustentable”. También proporcionará información para los ingenieros civiles y arquitectos que ya estén ejerciendo su profesión y que se enfrenten ante un problema de construcción de viviendas sustentables. De esta manera se ve favorecido el personal encargado de realizar la obra, pues será una fuente de empleo durante la etapa de construcción. Por último, los ocupantes de las casas sustentables también obtendrán beneficio, elevando el bienestar social y económico.

Se tomará en cuenta el uso de novedosas tecnologías sustentables haciéndolas más aprovechables y haciéndolas evolucionar para optimizar su desempeño.

Marco de referencia

La presente investigación se llevó a cabo en la ciudad de Uruapan del Progreso en el estado de Michoacán de Ocampo, que, de acuerdo con datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se ubica a 19°25'10" Norte, 102°03'30" Oeste y una altitud de 1600 m.s.n.m. Cuenta con un clima templado, exuberantes bosques, una población de 315 329 habitantes.

Además su actividad económica principalmente se basa en la agricultura, sobresale el cultivo y producción de aguacate, así como varias industrias; dentro de las cuales destacan: la productora de chocolate “Moctezuma”, la elaboración de charanda (bebida alcohólica derivada de la caña de azúcar), entre otras.

Posee un río de suma importancia para la población denominado “Cupatitzio” el cual nace en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio ubicado al este del centro de la ciudad, dicho río atraviesa la ciudad de noroeste a sur abasteciéndola de agua potable.

La ciudad cuenta con todos los servicios necesarios para brindar una estancia placentera a los visitantes y a su población. La mayor parte de las edificaciones de la ciudad se conforma por casas habitación convencionales, escuelas, hospitales, bibliotecas, hoteles, monumentos históricos, centros de recreación social, plazas comerciales, por mencionar algunos.

Cabe destacar que el clima predominante es semicálido subhúmedo con abundantes lluvias durante el verano, en cuanto a la vegetación, este municipio posee bosques de pinos y encinos principalmente y en zonas con pastizales predomina el huizache.

CAPÍTULO 1

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En el presente capítulo se darán a conocer los conceptos básicos del análisis y diseño estructural, se mostrarán los criterios de diseño existentes para analizar las estructuras, además de los factores a considerar para que una edificación sea segura en sus diferentes condiciones de servicio así como el comportamiento que tendrá y como influyen en la estructura las cargas muertas, vivas y accidentales. Se explicará brevemente como se transmiten a los diferentes elementos estructurales dichas cargas.

1.1. Conceptos básicos de diseño estructural.

Según González (2007), una estructura es un conjunto de partes o elementos constructivos que cumplen de forma ordenada una función específica en una edificación, así como también, un cierto grado de seguridad, un comportamiento de acuerdo a las condiciones de servicio, un costo aceptable y ser estética.

Las distintas estructuras se pueden elaborar de diferentes materiales de los cuales destacan el concreto, acero y la mampostería. El concreto es un material elaborado en estado plástico hecho con materiales pétreos (grava y arena) y un aglutinante (cemento portland). La mampostería es o son elementos constructivos elaborados con distintos materiales, los cuales son colocados con la mano,

acomodados de tal manera que queden entrelazados entre si, estos pueden ser pegados o colocados con mortero. El acero es un material estructural hecho con aleaciones de distintos elementos (Hierro, Carbón, entre otros) dando como resultado una pieza uniforme y homogénea.

Por otra parte Meli (2004), describe que el diseño estructural es el arte de elaborar diversas figuras con las dimensiones y formas adecuadas para el detallado de una edificación que soporte los diversos usos que va tener durante su vida útil. Además menciona que una edificación es un sistema en el cual están interactuando varios sub-sistemas en conjunto proporcionando estabilidad y funcionalidad a la edificación.

Así mismo, De Buen López de Heredia (1974), menciona que las estructuras deben tener un comportamiento adecuado para soportar las condiciones normales de servicio donde se aplican un conjunto de reglas de diseño pero no tiene una solución única ya que esto varia de acuerdo a la mentalidad y sus conocimientos empíricos del diseñador.

1.2. Concepto de diseño.

La elección de la forma de una estructura esta asociado con el tipo de material con que será construida, así como con la mano de obra, los tipos de maquinaria y los procesos constructivos que se estarán empleando, esto lo debe de tomar en cuenta el diseñador en su proyecto.

Otra parte fundamental es el análisis, para cuantificar las cargas y las dimensiones que va a tener cada elemento, lo que influye en el comportamiento de la construcción y en el peso propio que esta tendrá en conjunto. Se deben considerar además, las condiciones normales y anormales de servicio. Dentro de las condiciones anormales de la edificación se encuentran los accidentes ya sean: incendios, explosiones, sismos de gran magnitud o incluso inundaciones entre otros.

La fase final del diseño estructural es cuando el diseñador transmite los resultados del análisis al encargado de la construcción, esto se hace claramente aunado a los planes estructurales para que en el momento de la etapa constructiva no emerja la menor duda y, que el proceso sea el más adecuado.

El trabajo del diseñador no se limita solamente en el diseño del proyecto, también es necesario llevar una supervisión en la etapa de construcción y en la de servicio de la edificación, esto para detectar alguna anomalía en la estructura y verificar que ésta trabaje adecuadamente. En el caso de detectar incoherencias, se puede hacer alguna modificación o reparación pertinente en su momento.

1.3. Criterios de diseño.

De acuerdo con Oscar de Buen López de Heredia (1974), el diseño estructural es un proceso por el cual se definen las características físicas y estructurales de cada elemento, tomando en cuenta las cargas que actúan en la edificación, aunque para esto hay diferentes criterios que puede utilizar el calculista pero siempre cuidando la seguridad la economía y la estética, siendo primordial la seguridad. Se

debe considerar también que si la edificación alcanza la falla, dé el tiempo suficiente para desalojarla antes que llegue al colapso, es decir, que presente una “falla dúctil”.

Para cualquier tipo de criterio que se vaya a utilizar, el diseñador debe basarse en los distintos reglamentos y en las normas técnicas complementarias correspondientes ya que en estos documentos se plasman los parámetros de seguridad obtenidos por métodos empíricos y analíticos. Después de esto, se toma en cuenta lo estético y lo funcional de la estructura, esto es importante para brindar mayor comodidad y bienestar social, por último, se revisa lo económico ya que esto debe ir de la mano con los dos aspectos anteriormente mencionados.

En el criterio de diseño se toma en cuenta la acción-respuesta que van a presentar los elementos estructurales y para esto tenemos varios tipos de criterios que dependen del tipo de falla que se pueda presentar.

En estos criterios se toman en cuenta los distintos tipos de acciones internas que se presentan en los elementos como son la carga axial, torsión, fuerza cortante y momentos. Dependiendo del material y sus características se pueden obtener las repuestas que tendrá algún elemento.

Los criterios más comunes a utilizarse son los siguientes:

- Diseño por medio de modelos.
- Métodos de esfuerzo de trabajo.
- Métodos plástico o de resistencia última.
- Métodos basados en el análisis al límite.
- Métodos probabilísticos.

1.3.1. Diseño por medio de modelos.

Retomando a Oscar de Buen y López de Heredia (1974), este diseño consiste en hacer un modelo a escala de las estructuras simulando todas las condiciones a las que va estar sometida. Aunque este tipo de diseño es muy costoso esta basado en la prueba y error, lo que permite corregir aparición de fallas. Es también utilizado para hacer un mejoramiento en las casas construidas en serie ya que permite perfeccionamiento en cada nuevo modelo que sea elaborado. Llevar a cabo este método se dificulta al momento de fabricarlo, debido a que los materiales utilizados en el modelo se deben comportar de igual manera que los materiales requeridos en la edificación.

Muchas veces este proceso es repetitivo, ya que se tiene un alto grado de incertidumbre de que si las cargas a las que estuvo sometido en realidad si serán las que se presentaran en la estructura.

1.3.2. Método de los esfuerzos de trabajo.

En este método se comienzan a aplicar los procesos analíticos, pues con este tipo de diseño se logrará obtener una mayor seguridad que con el procedimiento anterior, además de reducir el costo debido a que no es necesario tener un modelo a escala para conocer el comportamiento de la estructura a tratar.

En este método los esfuerzos son inducidos por algún trabajo o esfuerzo que se aplica en la estructura y se hacen notar las acciones que se presentan en cada elemento.

Usando las hipótesis de un comportamiento elástico del material, se determinan los esfuerzos a los que estará sometido el material y se comparan con los esfuerzos permisibles marcados por el reglamento y las normas técnicas complementarias. Este método tiene limitaciones para los materiales que tienen comportamiento inelástico como es el caso del concreto, que no tiene un criterio uniforme para el análisis, por lo tanto es necesario utilizar factores de reducción de la resistencia del material que permiten disminuir la incertidumbre de falla.

Para este método los esfuerzos de falla y los permisibles no son garantía de que exista una misma relación ya que no es la misma a la que va estar presentándose en la estructura en estudio.

1.3.3. Método plástico o de resistencia ultima.

En este método se continúa utilizando el análisis elástico, y se dimensiona cada elemento de la estructura de acuerdo a las acciones a las que va estar sometido pero adicionándole un factor de carga de acuerdo a los reglamentos y/o normas y al grado de seguridad que el calculista le quiera asignar a su diseño, la mayoría de los reglamentos que hay están basados en este método ya que es el más usual para el concreto reforzado siendo uno de los mas precisos en la actualidad eliminando la incertidumbre que se presentaba con el método anterior.

Este análisis permite conocer un comportamiento más preciso de la estructura eliminando así la incertidumbre de lo que pueda pasar con ella. Y en determinado caso proponer el dimensionamiento adecuado de algún elemento que presente posible falla.

Este método no solamente es usado en el concreto reforzado sino que también se puede usar en el diseño de estructuras de acero, ya que los factores de reducción de resistencia de los materiales que muestran los reglamentos basados en este método son más pequeños, lo que resulta benéfico en la economía de la edificación, además, permite usar la resistencia completa de la sección del elemento.

Este es el método más utilizado en México ya que el reglamento se basa en este método y el grado de seguridad es alto, además de que no presenta mayor complejidad en relación con algunos otros métodos.

1.3.4. Método basado en el análisis al límite.

Este método es comúnmente usado en estructuras de acero sencillas, puesto que para edificaciones más complejas es difícil su aplicación ya que se basa en los estados límites de falla o límite de servicio. Se fundamenta únicamente en el comportamiento real, inelástico del material, aprovechando así toda su resistencia lo que hace que la construcción sea más económica, sin dejar a un lado del grado de seguridad.

Por tal motivo, los materiales que no son puramente elásticos pueden seguir resistiendo carga antes de alcanzar a su estado límite de falla formando articulaciones plásticas. Aunque estos no se recuperen en su totalidad pueden seguir brindando seguridad a la estructura, por el contrario, este grado de seguridad se ve afectado al presentarse varias articulaciones plásticas, porque después de un número considerable se presenta un mecanismo de colapso.

En este método hay un riesgo en las estructuras más complejas ya que pierden estabilidad antes de que se presente el mecanismo de colapso, lo que ocasionaría el surgimiento de un mayor grado de incertidumbre en la edificación. En el caso del concreto es mucho más complejo este problema, ya que se puede presentar una falla repentina, por que el grado de rotación es más limitado, lo que originaría un colapso inminente de la estructura.

1.3.5. Método probabilístico.

Este método no es muy usado ya que se basa en la variación de los elementos estructurales tales como su resistencia y su comportamiento, evaluando así el riesgo de falla, utilizando un factor de seguridad de acuerdo a la importancia de la estructura.

Para que el costo económico de la estructura sea factible, es necesario hacer una comparación de cual sería el valor financiero si se presentara una falla en la edificación, así que de acuerdo al uso utilizar un factor de seguridad.

Además de que para los ocupantes sería un riesgo ya que como se sabe cualquier elemento estructural trabaja de acuerdo a su entorno, también es afectado por su proceso constructivo así como la naturaleza misma del material.

Las estructuras de concreto se diseñarán con métodos que supongan comportamiento elástico que produzcan resultados consistentes y suficientemente precisos. En caso de aplicar métodos de análisis límite, se debe comprobar que la edificación tiene suficiente ductilidad y que se eviten fallas por inestabilidad.

1.4. Seguridad de la estructura.

Como ha mencionado Oscar de Buen y López de Heredia (1974), la seguridad de la estructura es el aspecto más importante que se debe considerar al realizar un diseño, aunque esto en gran parte presenta un problema para el diseñador por no saber cuál es el grado de seguridad adecuado para cada estructura.

Este grado de seguridad se obtiene de acuerdo al uso que va tener la edificación, dando un grado mayor de seguridad a lugares o construcciones con gran concurrencia de personas, depósitos de sustancias tóxicas o explosivas y edificaciones donde se que guarden objetos históricos, archivos y registros de particular importancia.

El factor de seguridad se obtiene de la división de la resistencia máxima con la carga de servicio correspondiente y el valor obtenido será el que el diseñador considere el adecuado. Aunque en la mayoría de los casos los reglamentos de

construcción le resuelven el problema al diseñador, ya que por métodos empíricos se tienen resultados muy conservadores de este valor.

De acuerdo al método utilizado, los reglamentos varían en el valor del factor de seguridad, esto le da una limitante al diseñador para variar este valor de acuerdo con lo importancia de la seguridad y las demás condiciones que se presentan.

Para asignar valores del factor de seguridad se toman en cuenta los procesos constructivos, el proporcionamiento de los materiales y que en ciertos casos las dimensiones de los elementos no se son de acuerdo a lo que establece el diseño dado, por lo tanto se puede considerar que este factor disminuye la resistencia real del elemento para cubrir dichas anomalías.

Por otra parte Meli (2004) comenta que los reglamentos deberían de presentarle al diseñador una gama de factores de seguridad de donde él pueda escoger según su criterio el más adecuado para la funcionalidad de la estructura, tomando en cuenta que ninguna estructura es igual, ni están sometidas a las mismas condiciones de servicio.

La reducción de la resistencia involucra el tipo de falla que puede tener el elemento ya sea frágil o dúctil, así como la variación que pueden tener las fuerzas internas tomando en cuenta también las propiedades geométricas.

1.5. Condiciones de servicio y límites de tolerancia.

Como ya se sabe, las condiciones de servicio deben ser las más adecuadas para el funcionamiento, pues ya se ha visto la importancia de la seguridad, la economía y la estética para el diseño de la estructura, pero aun queda la incertidumbre de: si la estructura se va a comportar igual que la idealización que se hizo en el análisis, por lo que en esta instancia se debe revisar los valores obtenidos con los factores de seguridad analizando cada uno de los elementos y de acuerdo al reglamento en el que se esta basando el diseñador verificar la tolerancia de las deflexiones, si se presentan o no y así como de los hundimientos que se puedan presentar en la estructura.

En caso de no basarse en algún reglamento, éstas estarán sujetas a la experiencia del diseñador, de acuerdo a las condiciones de cada estructura, además de las construcciones que hayan hecho previas que tengan un uso y un comportamiento adecuado. Porque de lo contrario el grado de dificultad sería muy elevado ya que se debería recurrir a analizar minuciosamente cada elemento, pues como se ha notado, cada elemento de una estructura esta interactuando con todo el sistema, dando así como resultado que una falla en alguna parte de la estructura afectará todo el conjunto.

1.6. Análisis de resistencia.

De acuerdo con Beaufait (1981), el análisis de la resistencia de los materiales juega un papel muy importante en la estructura ya que se debe de presentar un equilibrio entre las reacciones y las cargas a las que está sometida, para satisfacer las demandas requeridas y a su vez cumplir con una estructura económica.

Para esto, es necesario hacer una revisión en cualquier punto del elemento para verificar que no se excedan los valores permitidos, estos valores están proporcionados en cuanto al tipo de materiales así como en sus propiedades geométricas tales como la inercia. Aunque cabe mencionar que estos valores son afectados por un factor de seguridad, por lo que el elemento queda un poco sobrado para que opere satisfactoriamente en su estado de servicio.

1.7. Análisis de estabilidad.

Retomando a Beaufait (1981), se hace referencia en el análisis de estabilidad a que se puede presentar pandeo en la estructura. Dicho pandeo se ocasiona debido a que surge una falla por completo en un elemento o, en una parte de éste al que se le llama pandeo local a consecuencia de una carga axial; esto generalmente sucede en elementos muy esbeltos, es en las columnas donde con mayor frecuencia puede observarse que ocurre alguno de estos fenómenos, por ello es necesario hacer una revisión del grado de esbeltez.

Es también importante considerar que el pandeo en ocasiones puede presentarse debido a que la carga que actúa sobre el elemento presenta excentricidad, lo que hace que se genere momento que a su vez provoca dicha anomalía.

1.8. Comportamiento de servicio.

También menciona Beaufait (1981), que el comportamiento de servicio de la estructura depende del criterio del diseñador, ya que él es el encargado de elegir los materiales y las características geométricas de los elementos que se van a emplear, además de conocer los factores incontrolables que pueden presentarse, por lo que el proyectista busca el criterio de análisis que más se acople a los requerimientos y así emplear un modelo matemático óptimo para alcanzar el funcionamiento esperado de la estructura.

1.9. Cargas muertas.

Según Óscar de Buen (1974), es necesario que en los análisis que se hacen para cada una de las estructuras, conocer las cargas que están interactuando con ella, una de estas cargas a considerar es la carga muerta; que son todas aquellas que actúan de manera constante en la estructura, como lo es el peso propio de la obra.

Estas cargas se pueden obtener del peso volumétrico de cada elemento proporcionado en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal por el volumen

del elemento, tomando en cuenta para cada situación de análisis, la que produzca la condición más desfavorable en el diseño.

Pero estas cargas que se consideran en el diseño siempre tienen variaciones muy importantes dependiendo los procesos constructivos ya que puede haber deformaciones excesivas por lo que se hacen rellenos no considerables, lo que genera un aumento en la carga.

Las carga muerta producida por muros divisorios en la losa de entrepiso se dividen entre la área correspondiente de la losa para tomar en cuenta una carga uniformemente repartida, también se deben considerar los materiales que se van a usar en los acabados de cada uno de los elementos de la edificación y repartirlos.

En este análisis todas las cargas se van transmitiendo esto quiere decir que la losa de azotea le distribuye su peso en las columnas y estas a su vez lo van transmitiendo hacia a las de los pisos inferiores y así sucesivamente hasta llegar a los cimientos que son los encargados de transmitir la cargas al suelo.

Por otra parte, las Normas Técnicas Complementarias del Distrito Federal, establecen que una carga muerta es cualquier peso de cualquier elemento constructivo que ocupa una posición permanente en la estructura. La carga muerta puede tener variaciones según el tipo de diseño que se va a utilizar, la carga menor se utiliza para análisis de volteo, flotación, lastre y succión porque es más favorable para la estabilidad de la estructura y en los demás casos se emplea el valor máximo probable que pueden alcanzar estas cargas.

1.9.1. Tolerancia.

Óscar de Buen (1974), señala que en el diseño por la variación que se tienen en las cargas es necesario tener una tolerancia, esta tolerancia varía en las dimensiones nominales de los elementos, los factores de falla y de las consideraciones que haya hecho el diseñador, para esta tolerancia es necesario consultar el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, que de acuerdo al proceso constructivo del elemento estructural es necesario aumentarle una carga adicional para así estar del lado de la seguridad.

Por otra parte, en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal se manifiesta que el aumento de la carga en losa coladas en el sitio debe de ser de 20 kg/m^2 , si en la losa colada en el lugar o precolada se coloca algún mortero también la carga adicional sería de 20 kg/m^2 de tal manera que el incremento total será de 40 kg/m^2 , pero si este valor es favorable en el cálculo en la estabilidad de la estructura no se considerará.

1.10. Cargas vivas.

De acuerdo con Óscar de Buen (1974), se considera que es necesario tomar en cuenta las cargas vivas; que son todas aquellas que no están fijas en la estructura, o que están en constante movimiento, como lo son personas o algunos utensilios que se ocupen en ella por lo que sería muy difícil calcularlas con precisión como se hace con las cargas muertas, estas cargas dependen del tipo de servicio

que va estar brindando nuestra estructura, el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal propone para los diferentes usos las cargas vivas a utilizar.

En las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal se define a la carga viva como las cargas que actúan sobre la estructura debido al uso y ocupación de la estructura y que no tienen un carácter permanente.

1.10.1. Variación espacial y temporal.

Las cargas vivas tienen variaciones temporales en lo largo de la vida de servicio de la edificación por lo que es muy difícil considerar que una carga sea real, todas estas cargas gravitacionales que se presentan por lo regular no son permanentes o no se sitúan en el mismo lugar por lo que varía en el espacio y en su valor. Como antes se menciona, estas cargas dependen del tipo de uso que tenga la edificación así varía la carga en cuanto a su magnitud, y dependiendo el análisis se puede cambiar la carga en el diseño tomando distintos valores de carga:

- Carga viva máxima
- Carga viva instantánea
- Carga viva media

- **La carga viva máxima (W_m).**

Este valor se usa comúnmente en el análisis de casa habitación, oficinas laboratorio, cimentaciones, etc. Este valor es el máximo que se puede obtener por las cargas gravitacionales, estas cargas máximas las podemos encontrar en el reglamento del distrito federal.

En las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal se establece que las fuerzas gravitacionales son usuales para calcular los asentamientos en el suelo, también para el diseño de las cimentaciones.

- **La carga viva instantánea (W_a).**

Se usan estos valores en el análisis ante cargas accidentales o para la distribución de las cargas más desfavorables, las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal definen estas como las más desfavorables.

- **La carga viva media (W).**

Estas cargas son usualmente usadas en los asentamientos diferenciales, en suelos poco permeables; en estos casos se pueden tener asentamientos, por lo que es necesario usar estos valores de carga debido a que es la más desfavorable para dichos casos, en el diseño también se toman en cuenta las que pudieran estar durante el proceso constructivo tales como el material empleado en esta misma.

También se considera la variación de la posición del material a lo largo de dicho proceso en las distintas vigas ya que esto provoca un cambio en los diagramas tanto de cortante y de momento.

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

Tabla 1.1. Cargas vivas unitarias, kN/m² (kg/m²).

Fuente: Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

1.11. Vibraciones de la maquinaria.

También nos podemos encontrar con cargas vibratorias que aumentan las acciones de carga, en estas situaciones es necesario tomarlas en cuenta porque la estructura puede alcanzar su estado de falla por fatiga; ya que golpea constantemente al elemento, por esto que se tiene que considerar una carga dinámica accidental la cual es un porcentaje de la carga que esté actuando en la estructura, dicha carga puede llegar en forma directa o en forma indirecta.

1.12. Las cargas accidentales.

Las cargas accidentales son producidas por efectos de la naturaleza tales como el viento o el sismo, para estas cargas es necesario hacer un análisis especial; aunque también en la condición de los análisis se hacen combinaciones de cargas para analizar cada elemento y así obtener las cargas más desfavorables que pueden existir en la estructura.

1.12.1 Sismos.

Como se menciona los sismos son un fenómeno natural, en México la zona sísmica se ubica sobre el Eje Volcánico Transversal y el sur del país; por otra parte, el territorio nacional está afectado por fallas continentales, regionales y locales, la principal es la de San Andrés, que atraviesa el Golfo de California y llega frente a las

costas de Jalisco y Colima y marca la frontera entre las placas Norteamericana y del Pacífico.

Por tal motivo, el diseñador tiene que tomar en cuenta este fenómeno. Gracias a que el país cuenta con varios sismógrafos que determinan la magnitud de los sismos, ya se cuenta con coeficientes sísmicos proporcionados por los reglamentos y por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

CFE cuenta un programa para computadora denominado Prodisis, que nos permite determinar los mencionados coeficientes, es importante mencionar que a partir del gran sismo que ocurrió en el país en el año de 1985, se cambió el reglamento de construcción, por lo que hoy es primordial este análisis en las estructuras más importantes, tales como edificios con mayor afluencia de personas, hospitales o cualquier estructura que sea importante ante una emergencia civil.

1.12.2. Viento.

El viento también es un fenómeno natural, por lo que generar este análisis tiene mayor impacto en edificaciones muy altas o en naves industriales; aunque en las casas habitación no se hace este análisis, debido a que el grado de volteo que puede presentarse en estas estructuras es muy pequeño y que el momento de volteo generado es relativamente pequeño pues este se obtiene de la multiplicación de la acción del viento con el brazo de palanca que se produce.

En estos análisis podemos tomar en cuenta el sotavento y el barlovento. La presión que se presenta en la parte donde está actuando el viento puede ocasionar daños en la estructura o provocar falla, por lo que también juega un papel importante en la de algún anuncio de publicitario que se coloque en la calle ya que estos nos puede presentar daños en la estructura en que se coloca; pero también nos puede ocasionar daños secundarios a estructuras secundarias aledañas a la estructura del anuncio.

De acuerdo al análisis por viento y a la normativa, se puede ver que el país esta dividido por zonas correspondientes a la intensidad de las corrientes de viento y, también de acuerdo a la importancia de la estructura y el área de contacto se podrá apreciar que los elementos se comportan de una manera adecuada.

1.13. Trasmisión de cargas.

Óscar de Buen (1974), da a conocer que después de determinar las cargas vivas y las cargas muertas que estarán actuando en la estructura son muy importantes para la trasmisión de cargas, pues dicha trasmisión de cargas se transmiten de la parte superior de la construcción hasta llegar a la sub-estructura.

Para el análisis de cargas es necesario determinar las áreas de influencia de cada elemento o áreas tributarias; que consiste en dividir las losas de acuerdo a los elementos estructurales que las sostienen.

En este análisis se trazan las bisectrices de cada esquina de los tableros para determinar las cargas que están actuando directamente sobre ellos, en este caso primero se analiza y se dimensiona ésta, después de esto se procede analizar las vigas o los muros de carga que sostienen la losa, para después trasmitirlas a la losa de entrepiso, para dimensionar los tableros de entre piso se toman encuesta los pesos de los muros de entrepiso que se consideran como cargas uniformemente repartidas, luego de esto se transmite nuevamente la carga a los muros del piso inferior que son los encargados de trasmitirla a la cimentación de la estructura, posteriormente de acuerdo con la capacidad del suelo se dimensiona y se escoge el tipo de cimentación más adecuada.

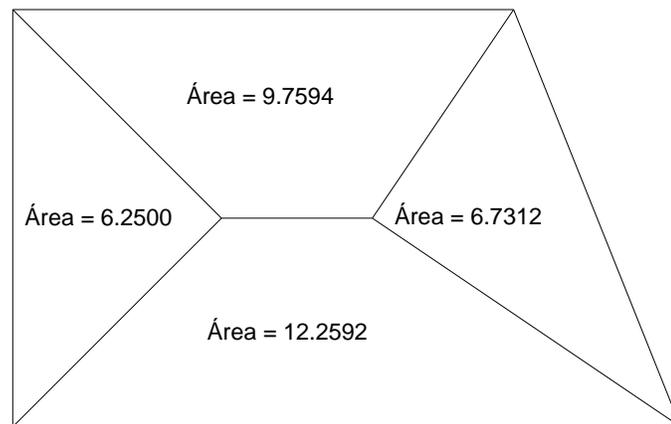


Imagen 1.1. Distribución de áreas tributarias de una losa.

Fuente: Propia.

CAPÍTULO 2

IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se abordan los conceptos relacionados con el medio ambiente y los impactos tanto adversos como benéficos que genera la infraestructura en el entorno, se muestra cómo funcionan los ecosistemas dentro de la biósfera y aspectos importantes para reducir los cambios desfavorables en el ambiente que se generan a través de la construcción.

2.1. Conceptos básicos de impacto ambiental.

Según Vázquez González (1994), el impacto ambiental es una acción favorable o desfavorable que sufre la naturaleza ya sea producida por las actividades humanas o por la misma naturaleza, por lo que es necesario hacer un estudio para conocer sus consecuencias al medio ambiente.

Por otra parte, Alberto Rojas Corona (1992), resalta que desde que el hombre empezó a evolucionar, inició a contaminar el medio ambiente, pero el problema se agravó con el crecimiento de la población, debido a esto se ocuparon más recursos para la supervivencia y se empezó a destruir la naturaleza para construir viviendas, así como para el desarrollo industrial y tecnológico.

2.2. Impacto ambiental de las acciones humanas.

De acuerdo con Vázquez González (1994), los cambios que va sufriendo en el mundo debido a la naturaleza como la separación de los continentes, o la descongelación de los polos es natural, sin embargo, el ser humano ha acelerado algunos de estos procesos por lo que se aprecian más notablemente los impactos adversos en el ambiente, algunos de estos daños pueden ser irreversibles a la naturaleza o cíclicos.

Desde que el hombre descubrió el fuego ha ocasionado cambios en la naturaleza y en su forma de vida cotidiana, como dejar de ser nómadas y pasar a ser sedentarios, aprendió a domesticar animales y el uso de la agricultura, esto contribuyo a la formación de las primeras ciudades. Además de los efectos ocasionados por el desarrollo de la tecnología para satisfacer las necesidades humanas y la explotación de los recursos naturales.

El ser humano para satisfacer sus necesidades altera los ecosistemas, ya sea para producir más alimentos, crear herramientas de uso domestico y manufacturero, generar energía, urbanizar y emprender mas industrias, ha alterado el equilibrio de la naturaleza, provocando en la mayoría de los casos daños irreversibles.

El ingeniero civil también altera las condiciones ambientales a través de la construcción, debido a que modifica las condiciones naturales del lugar, por lo tanto, cualquier cambio de esta índole debe de tener un estudio de impacto ambiental en la etapa de planeación, para determinar el impacto que generará tanto en el aspecto

ecológico como en lo económico y en lo social y, estipular los beneficios que podrán obtener o minimizar cambios adversos en el medio.

2.3. Problemática ambiental de los países en desarrollo.

Retomando a Vázquez González (1994), se entiende que el crecimiento de las urbes y de los pueblos ha hecho que las ciudades opten por el cambio de uso del suelo para atender y cumplir las necesidades de sus habitantes tanto de alimentación y de vivienda, con un mayor crecimiento de la aglomeración urbana son mayores las necesidades de construir hogares. Por tal motivo, se produce un cambio inevitable en el sistema como lo es la contaminación del agua, que conlleva a la aparición de enfermedades o agravar los problemas ya existentes.

Por otra parte, el impacto ambiental también se genera en el entorno social, ya que algún cambio que se presente en la sociedad puede cambiar sus costumbres y el modo de vivir, un ejemplo claro es la construcción de una presa y, si algún poblado se encuentra dentro de lo que será el embalse, será necesario la reubicación de la población, lo que implicaría que las familias adopten una nueva forma de vida y en algunos casos se podrán tener mayores complicaciones.

También, un aspecto muy importante que se tiene es el desarrollo que se presenta en las ciudades, innovando maquinaria y equipos que facilitan las labores del campo, pero el factor económico origina que los campesinos que no cuentan con los recursos financieros necesarios para adquirir mejor equipo, migren a las ciudades demandando mayores recursos.

Otro problema es la tala inmoderada de árboles para el aprovechamiento de la madera, además de los incendios forestales y deforestación para crear nuevos cultivos, genera la disminución en el flujo de los ríos que llegan a las presas y reducen su rendimiento.

Muchas veces el problema ambiental se deba a la falta de planeación, por lo que hoy en día es necesario hacer un estudio de impacto ambiental para tomar en cuenta las condiciones necesarias y de este modo brindar apoyo al medio ambiente. Aún actualmente en muchos casos no se realizan los estudios de impacto ambiental pero existen normas que obligan a tomar en consideración dichos impactos.

2.4. Etapas de interés en los estudios de impacto ambiental.

Vázquez González (1994), menciona que el impacto ambiental debido a las grandes construcciones es necesario hacerlo en tres etapas:

- a) En la primera etapa, la construcción, el impacto ambiental para los habitantes de la localidad es producido por el ruido que produce la maquinaria y por el cambio de uso del suelo que genera un impacto adverso y permanente.
- b) En el periodo de la vida útil, se puede reducir el impacto ambiental producido, creando áreas verdes y usando adecuadamente la edificación.
- c) Con el paso del tiempo la edificación cumple con su vida útil, lo que origina que la edificación sea abandonada y esto genera un impacto

ambiental puede ser el daño para la vista de los habitantes de dicha población.

2.5. La dificultad para predecir.

El encargado de evaluar un proyecto además de conocer lo que va a realizar, debe de tener conocimientos previos del entorno y así poder entender las necesidades de los habitantes, prever las acciones del hombre y de este modo obtener una vista panorámica de los desastres que se pueden evitar en la naturaleza, tomar una decisión adecuada al proyecto y tratar de minimizar el impacto ambiental adverso. Pero deben considerarse los tres puntos siguientes:

1. Gran variabilidad producida por los ciclos astrológicos.
2. Tendencias irreversibles de origen natural.
3. Tendencia irreversible debida a la contaminación de factor natural e inducidos.

El estudio de impacto ambiental a largo plazo beneficiará al reducir los daños adversos, ahorrar costos y tiempo en la planeación. Esto implica mejor rendimiento en la etapa de construcción.

El ingeniero civil tiene como uno de sus objetivos principales brindar servicios a la población, esto lo hace por medio de la transformación de los recursos naturales en recursos energéticos, que en muchos casos estas transformaciones y el desarrollo industrial provocan que el ser humano perjudique a la naturaleza. Una de las justificaciones que se pueden tener que a pesar de todos los avances que

existen, es que tenemos que seguir utilizando las fuentes de energía que nos provee la naturaleza, por lo que surge la necesidad de cuidarlos y renovarlos.

Para predecir el impacto ambiental que se va provocar es necesario contemplar la naturaleza del proyecto, el tiempo que va a tardar la construcción y los daños que va producir en su vida útil, además de los beneficios que pueden presentarse.

Aunque no existe un método óptimo para la predicción del impacto que puede producirse, es necesario tomar en cuenta los elementos naturales que pueden afectarse en cada proyecto, algunos modelos a seguir en el estudio son los modelos matemáticos y físicos así como la opinión de expertos en el tema.

El juicio de los expertos juega un papel muy importante ya que por la experiencia que tienen, pueden proporcionar un punto de vista más adecuado de los problemas que se presentan y brindar la solución más adecuada para atacar el problema.

2.6. Construcción de modelos matemáticos.

Menciona Vázquez González (1994) que para la construcción de un modelo matemático es necesario hacer la delimitación del área de influencia o el sistema que interactúa en el impacto ambiental, entendiéndose como sistema al conjunto de partes de un ecosistema que interactúan entre sí. Algunos modelos matemáticos son:

- Sistema cerrado bien mezclado.
- Sistema bien mezclado, con entrada y salida.
- Sistema de flujo pistón
- Transferencia de gases

2.6.1. Sistema cerrado bien mezclado.

También denominado sistema Batch es un sistema que consiste en no tener entrada de flujo ni salida del mismo, por tal motivo el volumen de flujo que hay dentro del contenedor es constante, debido a que está bien mezclado; el material radiactivo que contiene se va haciendo inerte y de acuerdo a la constante de reactividad y el tiempo que transcurre provocan que la disminución se vaya presentando en una línea exponencial.

Para hacer los cálculos del tiempo que tarda en perder su reactividad el flujo, es necesario tomar en cuenta la ecuación de la conservación de la masa, la constante de radiactividad y resolviendo la integral de acuerdo al tiempo, se determina la ecuación exponencial.

2.6.2. Sistema bien mezclado, con entrada y salida.

Este sistema también permite determinar la concentración del contaminante del flujo como en el sistema anterior pero con la diferencia de que en este el flujo tiene una entrada y una salida en iguales proporciones, por lo que el volumen del

material radiactivo es constante. En este caso se va renovando el flujo por lo que este sistema se puede aplicar cuando inicialmente el flujo se encuentra limpio o cuando ya se presenta algo contaminado.

En este sistema las variantes que interactúan son más en relación con el sistema anterior por lo que la ecuación resultante dependerá mucho de la contaminación inicial del flujo, además de los gastos de entrada y salida, en este sistema también se inicia de la ecuación de conservación de la masa y se presenta el tiempo de recepción el cual consiste en el tiempo que tarda el gasto de entrada en transcurrir hacia el flujo y hacia a la salida.

2.6.3. Sistema de flujo pistón.

Este sistema permite modelar hasta cierto punto los procesos naturales que se pueden presentar, determina que el flujo es unidireccional, con una velocidad constante, como en los sistemas anteriores, también se usa el principio de la conservación de la masa y se asume que el flujo trabaja en estado estacionario por lo que no hay variación de la masa respecto al tiempo.

2.6.4. Transferencia de gases.

En este sistema uno de los factores más importante debe de ser la demanda bioquímica de oxígeno, ya que forma una parte importante en la descomposición natural de los componentes orgánicos, aunque no sólo la atmósfera transmite el

oxígeno al agua sino también del agua se desprenden gases como el bióxido de carbono el cual se va a la atmosfera para hacer purificado por algún otro elemento natural como es la fotosíntesis.

Por lo tanto, es muy importante conocer estos principios de transmisión de gases dentro y fuera del agua para entender el proceso natural de la purificación de los elementos.

Para este proceso natural es necesario considerar un estado de equilibrio adecuado entre las moléculas de entrada y de salida, hasta llegar a un momento donde el fluido llega a estar saturado de gas lo que implica un estado estacionario dinámico y un momento donde se vuelve un estado estacionario estático donde las moléculas al llegar la saturación se detienen o regresan a la fase gaseosa.

a) Modelo matemático de solución:

Para esta solución es necesario utilizar la ley de Henry, la cual depende de la fracción molar de equilibrio del gas disuelto para analizar de acuerdo a un atmosfera, también depende del coeficiente de absorción el cual es un valor único para cada sistema y la presión a la que está sometido nuestro sistema de transferencia de gases pero además hay que tener en cuenta si en nuestro sistema se presenta algún solido ya sea suspendido en ella o un sólido sedimentado, aunque los valores de absorción que se presenta en cada uno de los sistemas se pueden variar de acuerdo con la temperatura.

2.7. Ecosistemas e ingeniería.

De acuerdo con Vázquez González (1994), para poder calcular el impacto ambiental que se puede presentar con cada una de las construcciones que realizan los ingenieros, es necesario saber cómo se comporta el ecosistema antes de ejecutar un proyecto y así poder disminuir los daños que se pueden presentar durante las etapas constructivas y en la vida útil de las estructuras.

Para que pueda existir vida en el planeta es necesario conservar en equilibrio la capa de biósfera, donde todas las partículas de aire, suelo, viento, y seres vivos están interactuando entre sí, por lo que es necesario conservar el ambiente sin contaminantes que alteren este equilibrio entre seres que actúan en los diferentes ecosistemas. Estos ecosistemas en conjunto dan forma a la biósfera.

Un ecosistema es un sistema de seres vivos que conviven en un sitio determinado, donde comparten las características del lugar, tomando en cuenta las poblaciones de cada especie y que estas interactúan con diferentes seres vivos, por otra parte, también se consideran las cadenas alimenticias que conllevan a la supervivencia entre las especies, conservando siempre un equilibrio entre ellas.

El tamaño de cada ecosistema puede ser muy variado dependiendo del tipo de estudio, puede ser desde el tamaño de una gota de agua; donde se aprecia la supervivencia de microorganismos que no se pueden ver a simple vista, pero que influyen significativamente en el ambiente, o tan grande como nuestro planeta donde interactúan los seres humanos que dependen de otras especies para sobrevivir.

Los diferentes ecosistemas que hay en nuestro planeta se pueden dividir en ecosistemas terrestres y en ecosistemas acuáticos. Los ecosistemas terrestres son: bosques, pastizales, desiertos y tundras, los ecosistemas acuáticos se dividen en: estuarios, marinos y de agua dulce.

2.7.1. Características de los ecosistemas.

Para cada ecosistema la fuente de obtención de energía es el sol, donde todos los seres vivos obtienen su energía, las plantas la necesitan para la fotosíntesis y crean su propio alimento, por lo que se les denominan productores, después algunos seres vivos se alimentan de las plantas o algún otro ser vivos, por lo que se les llaman consumidores formando así las cadenas alimenticias.

Los consumidores se pueden subdividir de acuerdo a su forma de alimentación; a los que se alimentan de plantas se les denomina consumidores primarios o herbívoros, otra subdivisión es la de los carnívoros, los cuales pueden ser consumidores secundarios o terciarios dependiendo el nivel de alimentación que tienen al comer a un ser vivo.

En las cadenas alimenticias puede haber diferentes niveles llamados niveles tróficos, mientras mayor sea el nivel trófico, es más grande el consumo de energía que se convierte en calor y cada cadena alimenticia costa a lo mucho de 4 ó 5 niveles.

Además de los consumidores y de los productores existen algunos otros seres vivos en los ecosistemas, los cuales se llaman desintegradores, estos son microorganismos que pueden ser bacterias u hongos. Su papel principal es desintegrar los desechos de los demás seres vivos o de los organismos muertos de estos y los convierten en simple formas inorgánicas que le servirán de alimento para los productores.

Para que pueda existir la vida en un ecosistema es necesario de varios elementos químicos en mayor o en menor parte y, cada uno juega un papel importante en el metabolismo de las personas, algunos de estos elementos son: el hidrogeno, oxigeno, carbono, nitrógeno, entre otros.

La contaminación que emitimos al aire por las actividades humanas afecta la salud de los seres vivos, además de obstruir el paso de la luz solar que ocasiona la disminución en la labor de los productores, provocando que se reduzca el alimento para los demás seres vivos. El consumo de combustibles fósiles origina que aumente considerablemente la cantidad de bióxido de carbono en la atmosfera, el cual afecta las condiciones climatológicas de cada ecosistema.

La contaminación de las aguas superficiales provoca que los ecosistemas acuáticos tengan que cambiar su forma de cohabitar, ya que se pierde el equilibrio debido a que los descomponedores tienen que realizar mayor trabajo, esto genera en el ecosistema una sobrecarga de nutrientes, favoreciendo a que los consumidores aumenten su población, perdiendo la proporción con los demás ecosistemas,

ocasionando problemas por que la demanda de oxigeno aumenta y la trasmisiónde gases es mayor.

Debido a lo anterior el ingeniero civil es el encargado de evitar estas situaciones o cuando menos disminuir el impacto que puede producir a la sociedad y su entorno. La rama de la ingeniería civil encargada de dar soluciones a estos problemas es la ingeniería sanitaria, la cual por medio de plantas de tratamiento de aguas residuales, reduce los niveles de contaminación en el agua, además construcción de rellenos sanitarios para el alojamiento de los residuos solidos, entre otras obras que mitigan la contaminación ambiental.

2.7.2. Trama alimenticia y estabilización de población.

Como ya se sabe, cada ser vivo requiere de alimentos para poder sobrevivir, unos son independientes de ellos mismos, como son las plantas, además que cada eslabón de la cadena alimenticia a su vez puede interconectarse con otra cadena, lo cual hace que sea mayor el enlace de las cadenas alimenticias, a esto es lo que se conoce como trama alimenticia.

La estabilidad de la población consiste en que debe haber un equilibrio en la cadena alimenticia, si el consumidor no tiene su alimento necesario para sobrevivir puede llegar a la extinción, y si también hay demasiado alimento para él puede a llegar a un aumento sin control de la población lo cual produce un desequilibrio en el ecosistema.

Es por ello que es importante que en un ecosistema exista gran biodiversidad de especies que permiten la estabilidad del mismo, además que se presentarían varias tramas alimenticias, lo que ayudaría a que las poblaciones se puedan recuperar cuando el número de población valla decreciendo adquiriendo los alimentos necesarios de las otras tramas.

Un ecosistema que cuenta con tramas alimenticias simples es más vulnerable que otra con varias tramas, ya que con un pequeño cambio en el ecosistema se pueden obtener cambios inesperados incluso la extinción del ecosistema, ya que si una especie desaparece, junto con ellas las demás especies que dependen de ellas en la cadena alimenticia o bien tendrían que emigrar a otro ecosistema.

2.8. Medidas de control de impactos en la salud.

De acuerdo con Larry W. Canter (2000), existen diferentes categorías para controlar los cambios adversos a la salud, estos cambios son pueden ser producidos por: efectos cancerígenos, efectos hereditarios, efectos sobre tejidos y órganos e infecciones causadas por agentes biológicos. Para cada situación de proyecto es necesario hacer una estimación del número de personas que pueden ser afectadas por dichos efectos.

- Control del origen del efecto.
- Control de la exposición.
- Desarrollo de servicios sanitarios.

2.8.1. Control del origen del efecto.

Las medidas a tomar en esta categoría son la prevención o la limitación a la entrada en el medio ambiente de los agentes contaminantes, la cual puede realizarse utilizando técnicas de ingeniería alterando el diseño de los proyectos, ya sea incorporando el reciclaje del agua u otros productos o mediante otros métodos que implican ajustes en las acciones de proyecto en función de los cambios en las condiciones ambientales.

2.8.2. Control de la exposición.

Éste se lleva a cabo generalmente previniendo o limitando el acceso de la gente a las áreas contaminadas o potencialmente contaminadas, así se reduce el contacto con los agentes contaminantes y se advierte a las personas de riesgo potencial o se establecen planes de emergencia tanto para los empleados como para el público en general.

2.8.3. Desarrollo de servicios sanitarios.

Para esto se crean programas de educación sanitaria, o bien, se desarrollan las medidas de prevención y sistemas de asistencia sanitaria; dentro de las medidas de prevención se puede considerar las campañas de vacunación, en cuanto a la asistencia sanitaria, se incluye la planificación de sistemas de tratamiento de enfermedades o de otros efectos de las exposiciones físicas, químicas o radiológicas cuando ya se han manifestado síntomas en los individuos.

2.9. Obras de ingeniería civil y sus relaciones con el ambiente

Según Vázquez González (1994), el ser humano necesita aprovechar los recursos naturales, los cuales el ingeniero civil es el encargado de transformarlos en servicios para bien de la sociedad, pueden ser utilizados para viviendas o como vías de comunicación, pero desafortunadamente al transformar los recursos naturales o en su aprovechamiento se puede contaminar el medio ambiente por lo que es necesario hacer un análisis de impacto ambiental tanto para reducir y mitigar los impactos adversos, además, con este análisis puede hacerse una comparativa con los beneficios que brinda y así poder tener la seguridad de que van hacer más grandes los beneficios que el daño ecológico.

2.10. Vigilancia ambiental.

De acuerdo con Larry W. Canter (2000), la vigilancia ambiental por norma es muy importante a nivel mundial, ya que en la actualidad es alto el grado de contaminación, así como el calentamiento global que se ha presentado en la superficie terrestre, lo que influye drásticamente en el equilibrio ecológico.

Por otra parte, se han creado leyes para mejorar y hacer uso adecuadamente de los recursos naturales y contar con un mejor aprovechamiento de ellos. Las primeras legislaciones que se empezaron a crear por el control de esto fueron a principio del siglo XIX.

La institución más importante para esta vigilancia del medio ambiente es la (PNUMA) Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente.

La problemática de la contaminación así como la explotación de los recursos naturales se ha dado, ya que en muchos casos es debido a la demanda excesiva de los ecosistemas, provocando que estos se vuelvan insuficientes para la demanda que se presenta.

Algunas de las obras que afectan los ecosistemas son:

- Las obras hidráulicas.
- Comunicaciones terrestres.
- Producción de energía.

- **Las obras hidráulicas:**

Estas obras son todas aquellas que se requieren del manejo y uso del agua, como son presas, canales de riego, drenajes y agua potable.

Sin duda una de las obras hidráulicas que más afectan al medio ambiente son las presas, ya que modifica el ecosistema donde se va a construir y por la inundación de la parte ocupada por el vaso ocasionando que se pierden las condiciones naturales del terreno.

En cuanto a los canales de riego uno de los problemas es el retorno de las aguas es que contienen materiales radiactivos, tales como lo pueden ser químicos o agroquímicos.

- **Comunicaciones terrestres**

Estos servicios la mayor problemática es que presentan una barrera que se interpone en los ecosistemas, modificando las condiciones naturales como son el ruido de los medios de transporte, esto afectando a los seres vivos que habitan en estos ecosistemas.

- **Producción de energía**

Una problemática en la producción de energía es el uso de materias no renovables y lo que esto implica es la gran emisión a la atmosfera de bióxido de carbono que genera significativamente la contaminación del medio ambiente. También en la generación de energía nuclear la radiactividad del material pone en riesgo a la población de los asentamientos cercanos a las plantas, además de provocar un daño irreversible a la ecología.

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se describirán las características de la ubicación donde se llevó a cabo este proyecto.

3.1. Macrolocalización.

La presente investigación se llevo a cabo en el Estado de Michoacán de Ocampo y en particular en la ciudad de Uruapan, que de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), su número correspondiente de clave municipal es 102, como se muestra en el siguiente mapa.

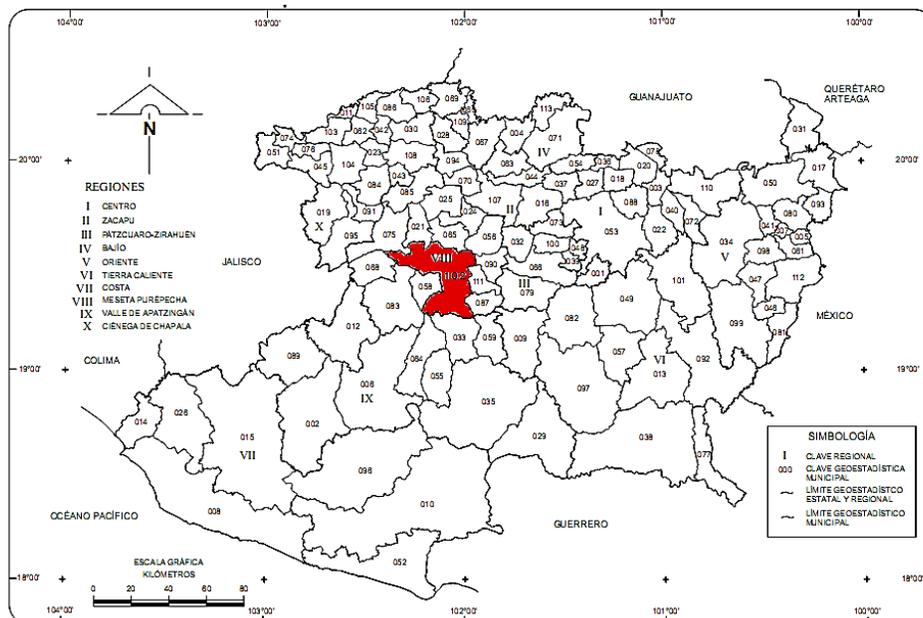


Imagen 3.1. División geostatística municipal del Estado de Michoacán de Ocampo.

Fuente: www.inegi.org.mx (2011).

3.1.1. Aspectos geográficos.

El Municipio de Uruapan se ubica, máxima 19° 37' y mínima 19° 15' de latitud norte; al máximo 101° 55' y mínimo 102° 24' de longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Los Reyes, Charapan, Paracho y Nahuatzen; al este con los municipios de Nahuatzen, Tingambato, Ziracuaretiro, Taretan y Nuevo Urecho; al sur con los municipios Nuevo Urecho, Gabriel Zamora, Parácuaro y Tancítaro; al oeste con los municipios de Tancítaro, Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Los Reyes.

El municipio de Uruapan cuenta con 4 localidades principales, las cuales son: Uruapan que se encuentra a una altitud de 1620 mts, Capacuaro, cuya altitud es de 2240 mts, Caltzontzin con altitud de 1640 mts y Angahuan con 2340 mts de altitud. Además, tiene climas: templado húmedo y cálido húmedo generalmente.

En cuanto a la vegetación, este municipio posee en sus bosques arboles de pinos y encinos principalmente y en zonas con pastizales predomina el huizache. Sus principales afluentes son: Cupatitzio, San Lorenzo, Mata de Plátano, los Conejos, San Antonio y el Guayabo, entre otros.

La cabecera municipal de Uruapan se ubica en el Eje Neovolcánico, donde existen sierras, sierras con llanuras, lomeríos, llanuras y mesetas con sierras y cañadas, sobresalen principalmente los cerros el Horno, el metate, el Varal y la Cruz.

3.1.2. Aspectos sociales y de infraestructura.

En 2005, El municipio contaba con una población total de 279 229 habitantes, de los cuales 134 583 eran hombres y 144 646 eran mujeres. Para este mismo año, la población total alfabetizada es de 168 907 habitantes.

Respecto a la infraestructura, el Municipio casi en la totalidad de su territorio cuenta con los servicios de agua potable, energía eléctrica, pavimentación, drenaje, teléfono, correo, sistemas de transporte terrestre y aéreo, bancos, centros comerciales, iglesias, centros de salud, escuelas, panteones, parques, centros deportivos, áreas verdes, etc.

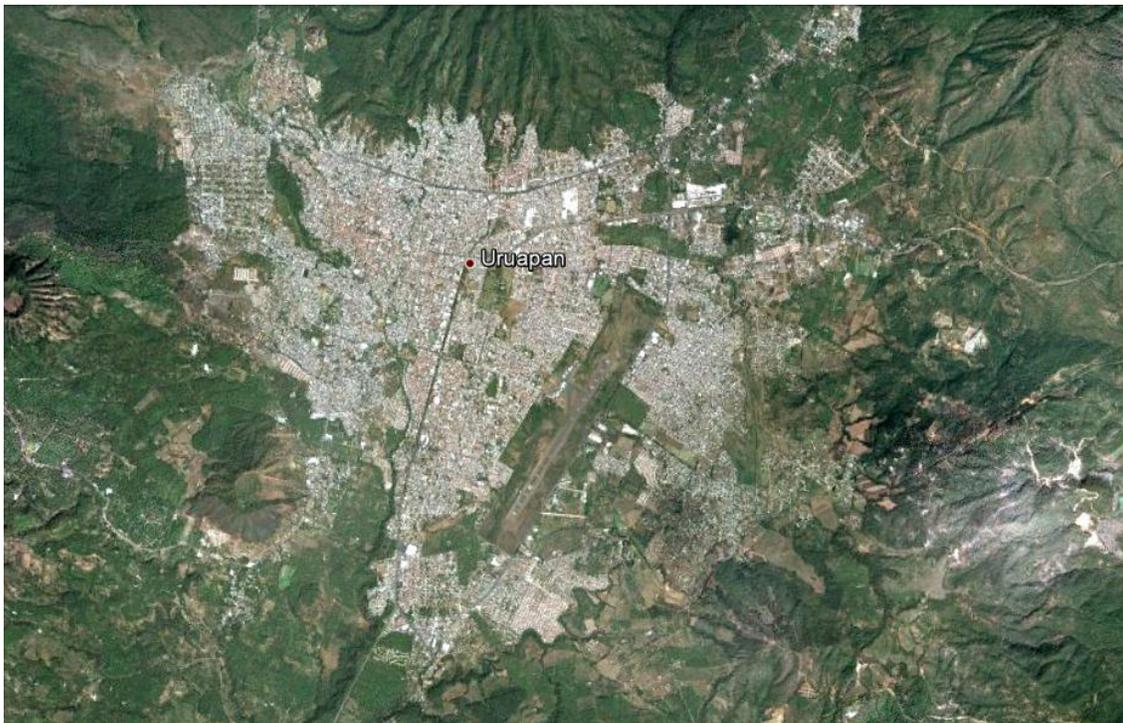


Imagen 3.2.- Zona urbana de la ciudad de Uruapan.

Fuente: Google Earth (2011).

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

Durante este capítulo se describirá la técnica o método a utilizar para alcanzar los objetivos de la presente investigación, así como el enfoque, el alcance y el diseño de la investigación y además se señalarán los instrumentos requeridos en la recopilación de datos y como estará conformado el proceso de esta investigación.

4.1. Método empleado.

De acuerdo con Mendieta Alatorre (2005), el método matemático; es el que permite la aplicación de procedimientos científicos para comparar o examinar datos y cantidades que proyectan soluciones de importancia, debido a que la noción de cantidad es una de las primeras nociones que adquiere el ser humano y que aplica sin darse cuenta de ello.

Se aplica el método matemático en las investigaciones donde se utilicen números para relacionar constantes, cuando existen varias hipótesis o diversas comparaciones y que estas sean tomadas en cuenta para confirmar o negar los objetivos. Otra manera de usar este método es en la comparación, en investigaciones dentro de las cuales se usan matices diferenciales, cambios graduales, referencias de tiempo y análisis entre diferentes factores.

En la presente investigación se optó por utilizar el método matemático debido a la utilización de procedimientos científicos, dentro de los cuales la comparación entre cantidades que permiten confirmar la hipótesis y que se cumplen los objetivos planteados.

El método matemático es el indicado para dar solución a este proyecto, ya que permite diferenciar numéricamente cual es el sistema de construcción con mayor eficiencia.

4.2. Enfoque de la investigación.

Haciendo referencia a Hernández y Cols. (2008), a través de la historia de la ciencia surgieron varias corrientes de pensamiento, pero a partir de la segunda mitad del siglo XX, las diferentes corrientes se han concentrado en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo de la investigación.

El enfoque cuantitativo se caracteriza principalmente por el planteamiento de un problema; revisando que se ha investigado con anterioridad, posteriormente se genera la hipótesis que permite recolectar los datos por medio de procedimientos estandarizados, estos se representan mediante números que son analizados. Con una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en una muestra a una mayor escala y que dichos estudios puedan replicarse. Finalmente se pretende explicar los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones entre elementos, demostrar las teorías.

Debido a lo anterior se determino que el enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que en base a la hipótesis se recopilaron los datos que se sometieron a medición numérica y varios análisis, para establecer modelos de comportamiento y demostrar la teoría.

4.2.1. Alcance de la investigación cuantitativa.

Retomando nuevamente a Hernández y Cols. (2008), la estrategia de la investigación depende del alcance del estudio. De esta manera, el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso serán diferentes si el alcance es exploratorio, descriptivo, correlacionar o explicativo.

El alcance o estudio descriptivo consiste en la recolección de información específica de propiedades, características y rasgos relativamente importantes dentro de cualquier fenómeno que se analice. Describe las tendencias de una o varias muestras, lo que permite hacer predicciones incipientes.

Para la presente investigación se utilizó el estudio descriptivo debido a que realizó un análisis en el que se describe de manera específica como se comportan los materiales de ambos sistemas de construcción, las características que poseen y las tendencias de cada uno de ellos.

4.3. Diseño de la investigación.

Hernández y Cols. (2008) mencionan que el diseño se refiere al plan creado para obtener la información que se requiere de una investigación.

Dentro del proceso cuantitativo el diseño de la investigación se clasifica en: investigación experimental e investigación no experimental. Siendo el caso de este proyecto una investigación no experimental debido a que se observan los fenómenos como se mueven en su forma natural, para después analizarlos.

En el diseño no experimental no se puede influir sobre las variables ni se pueden manipular por que ya han sucedido de igual manera que sus efectos.

El tipo de diseño no experimental a usar es el transeccional o transversal debido a que los datos se recabaron en un solo momento y en un tiempo único. En ocasiones se centra en: analizar cual es el nivel o modalidad de una o diversas variables en un momento dado; se evalúa la situación, fenómeno o contexto en un punto del tiempo y se determina o ubica cual es la relación entre un conjunto de variables en un momento dado.

Por este motivo es que se ha elegido este tipo de diseño, ya que no se realizaran manipulaciones en las variables y los datos se recopilaron en un solo momento y tiempo único.

4.4. Instrumentos de recopilación de datos.

Existen diferentes tipos de herramientas para la captura de datos que se utilizaron de acuerdo con el tipo de investigación ya mencionado con anterioridad. Las herramientas utilizadas son básicamente programas informáticos los cuales se describen a continuación:

- **AutoCAD.**

Es un programa informático de diseño asistido por computadora, el cual permite crear dibujos en dos y tres dimensiones. Esta herramienta en su versión 2010, se utilizó para crear el diseño arquitectónico de este proyecto, así como la creación de los planos estructurales. Se eligió esta aplicación debido a su amplia capacidad de edición que permite hacer posible la creación de dibujos digitales de la edificación e incluso modelar la estructura en tres dimensiones.

- **SAP2000.**

Es un software muy utilizado por la ingeniería estructural. Permite analizar cualquier tipo de estructura, además, de diseñar cada elemento de una estructura de una manera precisa con base en los reglamentos más conocidos en el mundo. Este programa permite realizar el cálculo estructural en tres dimensiones, mediante elementos finitos. Es posible también, modelar complejas geometrías, definir diversos estados de carga, asignar materiales, secciones y generar el peso propio de

los elementos. Por tal motivo se optó por utilizar este programa, ya que realiza el análisis estructural del proyecto y permite además simular el comportamiento de la estructura de acuerdo al tipo de material.

- **Microsoft Excel.**

Es una aplicación para utilizar hojas de cálculo. Permite realizar procesos cuantitativos por medio de formulas o datos contenidos en celdas organizadas en filas y columnas en hojas de cálculo. Este programa se utilizó para analizar los resultados emitidos por el programa SAP2000, hacer la comparativa económica de los sistemas de construcción, entre otros análisis.

4.5. Descripción del proceso de investigación.

Para la presente investigación fue necesario hacer una recopilación bibliográfica buscando a los autores más adecuados para cualquier tema que se iba abordando tomando varios puntos de vista y haciendo el fundamento de nuestros temas haciendo el uso de métodos de lectura para tomar las ideas principales de los autores y por medio de la paráfrasis así como citas textuales donde se mencionan los diferentes autores a los que se fueron consultando

Después se procedió a elegir el proyecto que será el motivo de investigación por lo que con los planos y por medio del reglamento del distrito federal se llevó a cabo el análisis de las dos viviendas teniendo como resultado las medidas y la

opción más viable o la que más puede convenir para los habitantes de la casa tomando diversos factores y haciendo una comparativa económica y estructural donde se llega a la conclusión de que la casa autosustentable tiene una mayor economía porque ser más económica a largo plazo, todos estos análisis se llevaron con ayuda de los programas de cómputo antes mencionados

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra el análisis matemático empleado para llevar a cabo la comparación estructural y económica entre el sistema de construcción de casa habitación común y el sistema de construcción sustentable.

5.1. Propuesta de comparativa estructural entre los dos sistemas de casa habitación.

De acuerdo con lo mencionado en el capítulo 1 de la presente investigación, se utilizó el sistema constructivo conocido como mampostería para ambos casos y usando el criterio de diseño de resistencia última.

5.1.1. Propuesta de diseño estructural de una casa habitación común.

Conforme a lo ya mencionado anteriormente y en base al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (2004) y sus Normas Técnicas Complementarias (NTC), se describen a continuación los datos generales de la estructura.

Tipo de edificación	B
Número de niveles	2
Altura del edificio	5.5 m
Superficie total construida	100 m ²
Forma geométrica de la planta	Regular

La estructuración se dispuso a través de muros de carga de tabique de barro rojo recocido y losas macizas de concreto reforzado. La cimentación más conveniente dadas las características del sistema estructural, es a través de zapatas corridas de concreto reforzado. La capacidad de carga del terreno se tomo de 5 t/m².

- **Especificaciones generales.**

1. El concreto tendrá una calidad $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con un agregado máximo de $\frac{3}{4}$ ", así como un peso volumétrico de 2400 kg/cm^3 .
2. El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm^2 , con excepción de la varilla de $\frac{1}{4}$ de pulgada, cuyo límite de fluencia será de 2530 kg/cm^2 y la malla elctrosoldada con límite de fluencia de 5000 kg/cm^2 .
3. El recubrimiento medio a partir de la superficie externa de las varillas, será de 1.5 veces su diámetro, pero nunca menor que 2 cm. Cuando se utilicen paquetes de varillas, se usara el diámetro de la varilla más grande para el calcula anterior.
4. El mortero para unir los tabiques deberá tener:
 - a) Una relación volumétrica entre la arena y los cementantes entre 2.25 y 3.
 - b) Por cada parte del cemento se usará la mitad de cemento de albañilería o bien la cuarta parte de cal.
 - c) Se empleará la cantidad mínima de agua de un mortero trabajable.

5. Los castillos deberán cumplir los siguientes requisitos:
 - a) Colocarse en todos los extremos de muros.
 - b) Colocarlos en todo perímetro de huecos cuya dimensión sea superior a la cuarta parte de la longitud del muro en la dirección considerada.
 - c) Colocarlos en toda intersección de muros.

6. Se deberá colocar una dala en todo extremo horizontal de muro y en huecos cuya dimensión exceda la cuarta parte de la longitud del muro en la dirección considerada.

7. No deberá traslaparse más del 50% de las varillas en la misma sección.

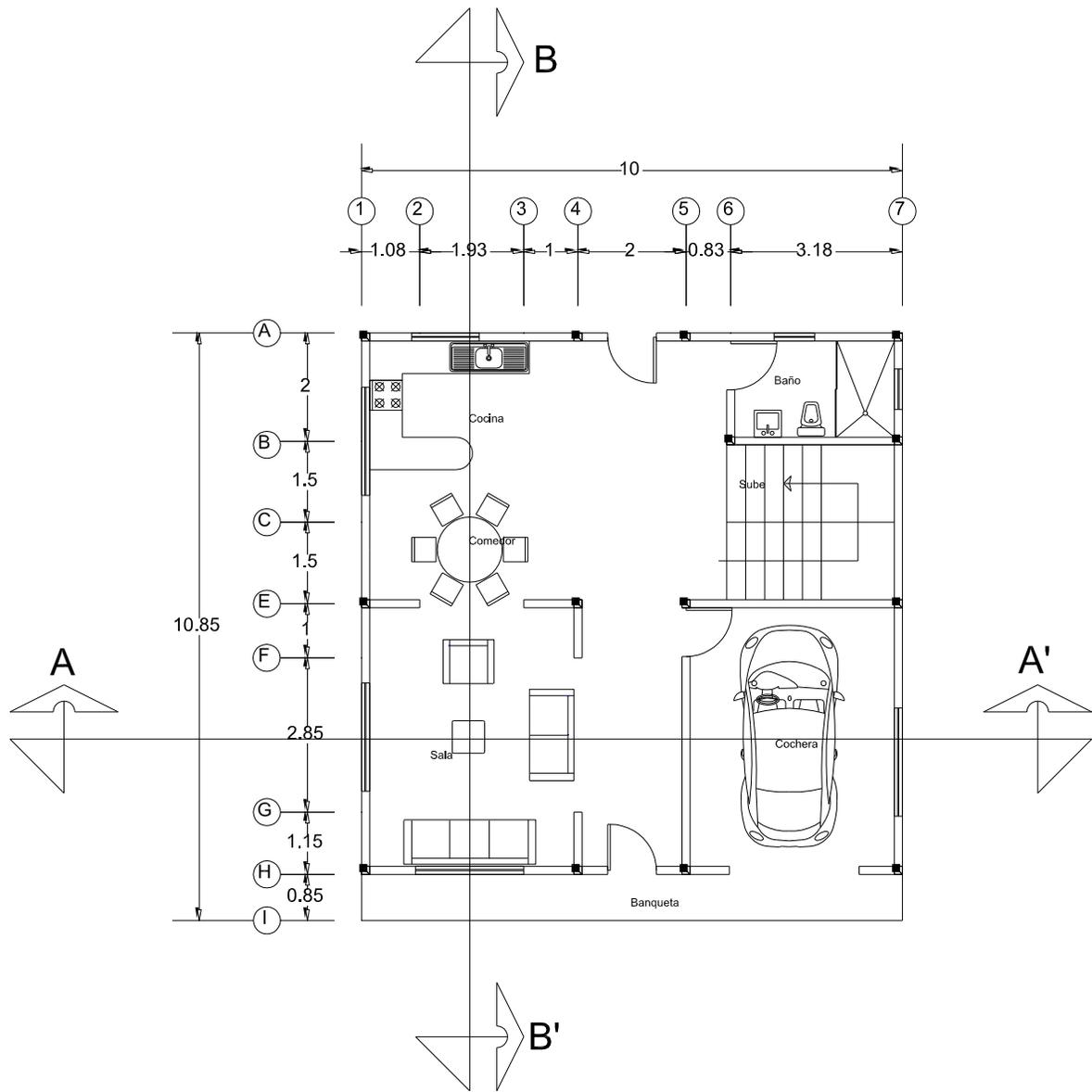
8. La longitud de traslape y anclaje de las varillas son las que se indican en la siguiente tabla:

Varilla No.	Diámetro (pulg)	Longitud de traslape o anclaje (cm)
3	3/8	35
4	1/2	45
5	5/8	55
6	3/4	70

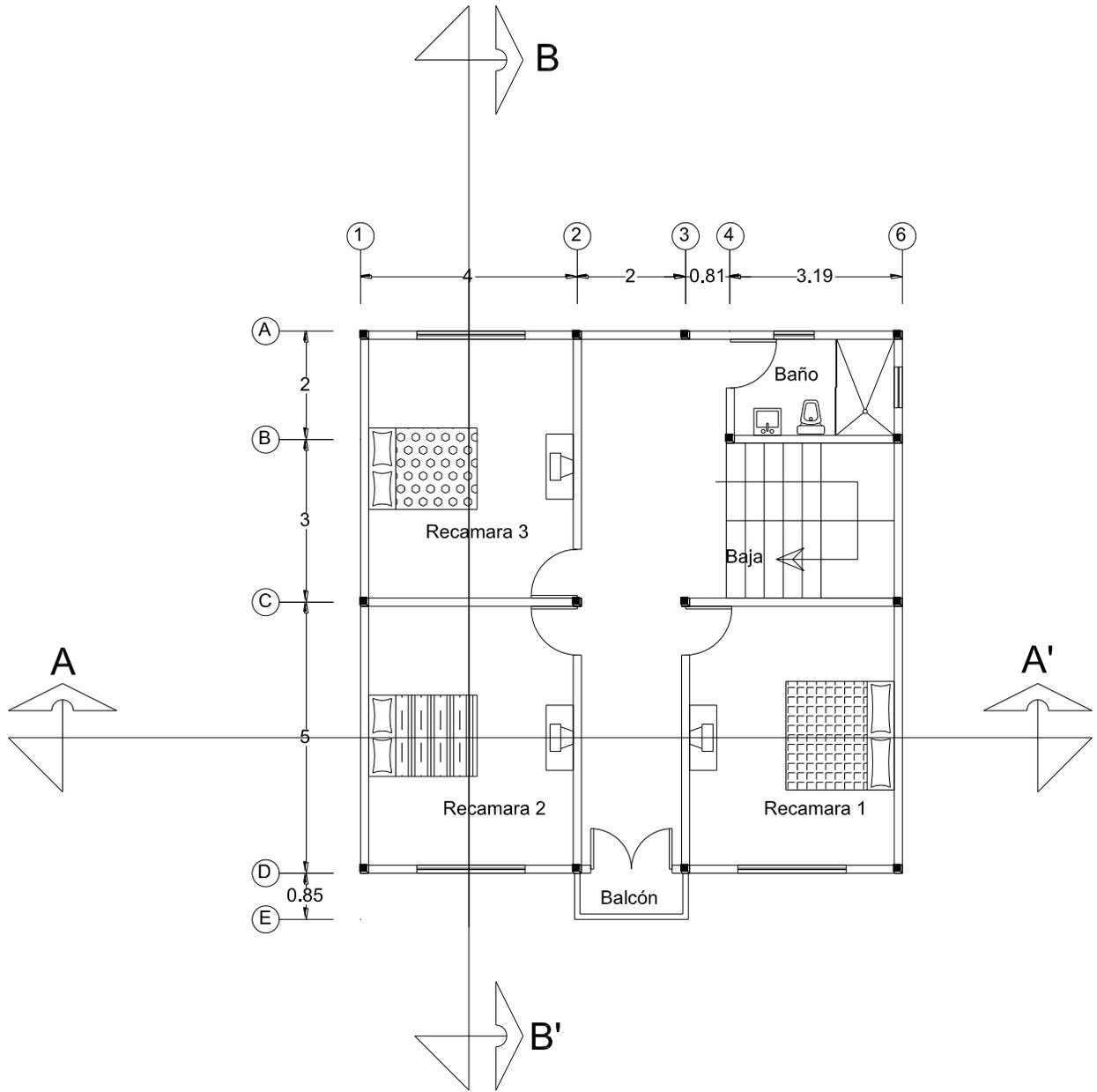
9. Rematar todos los estribos con un gancho de 10 cm de longitud, doblado con un ángulo exterior de 135°.

10. La cimentación está diseñada para una capacidad de carga de 5 t/m².

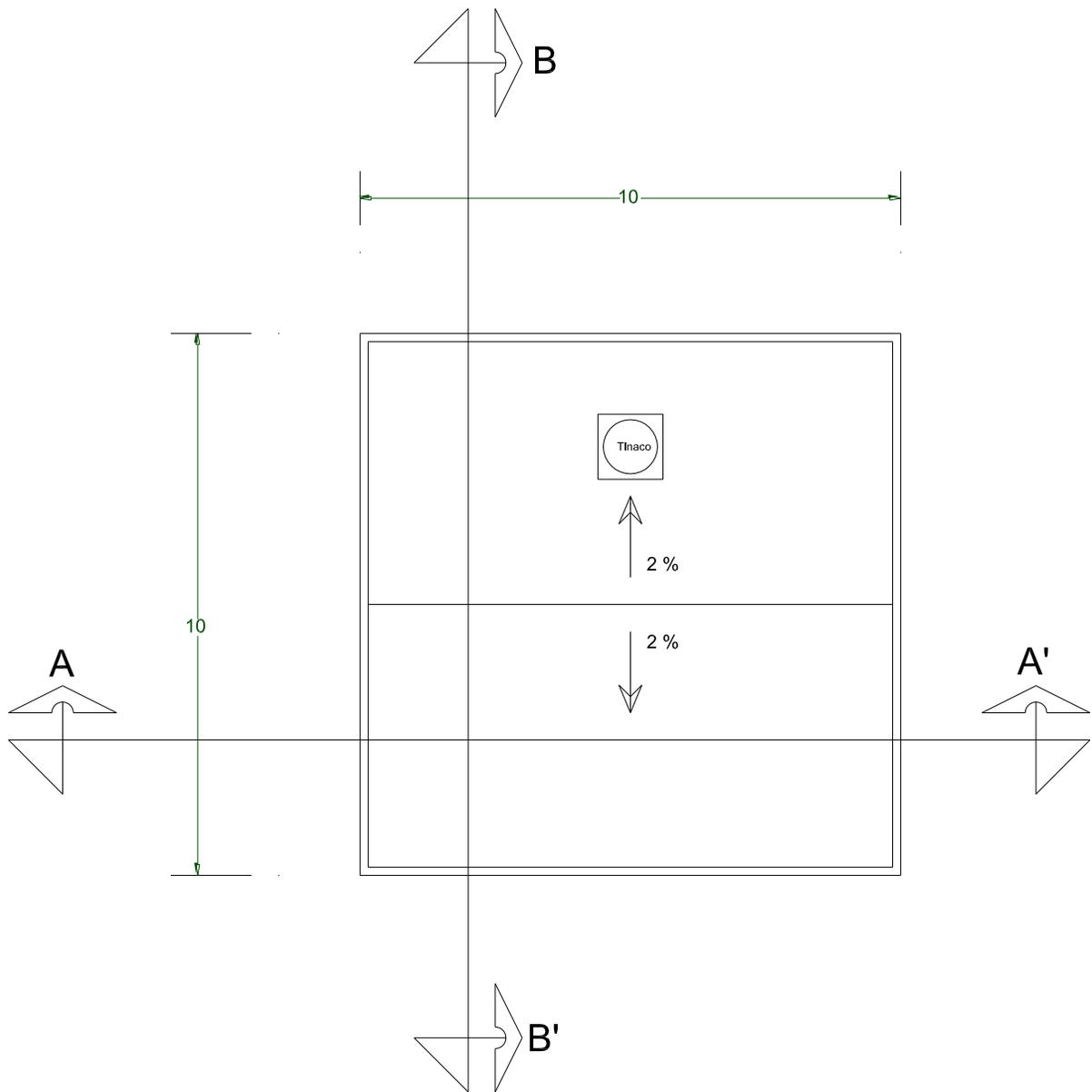
- **Diseño arquitectónico.**



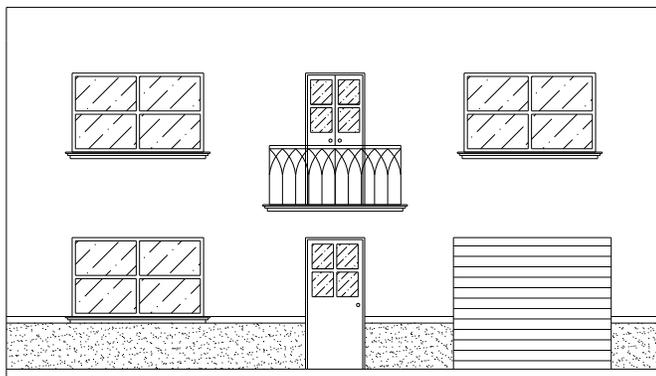
Planta baja



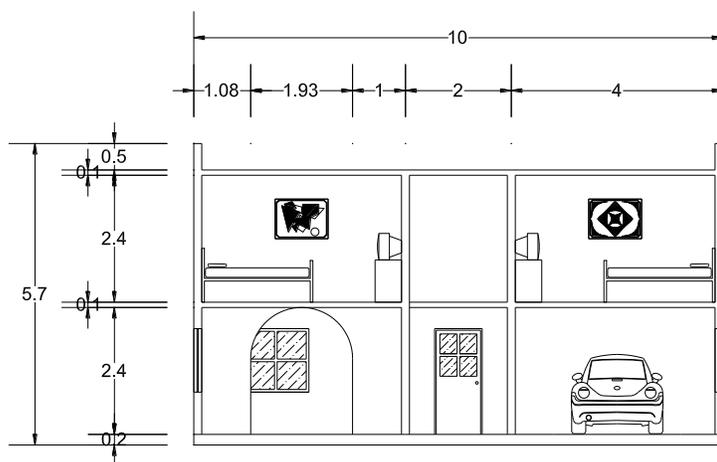
Planta alta



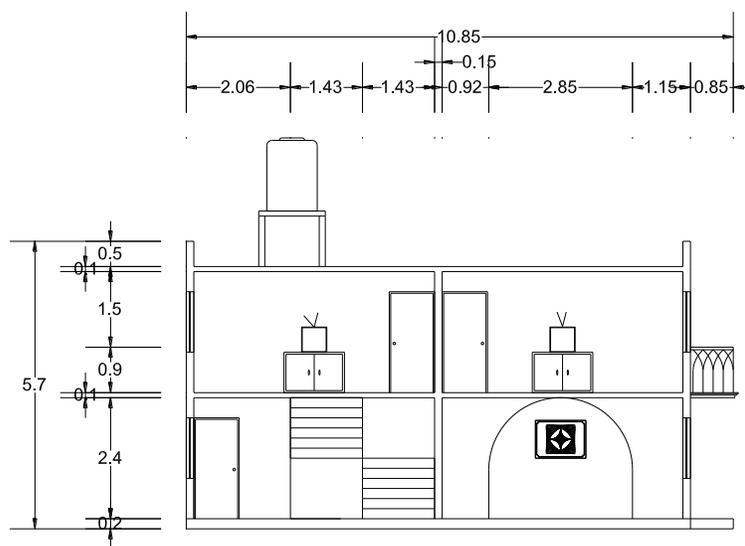
Azotea



Fachada

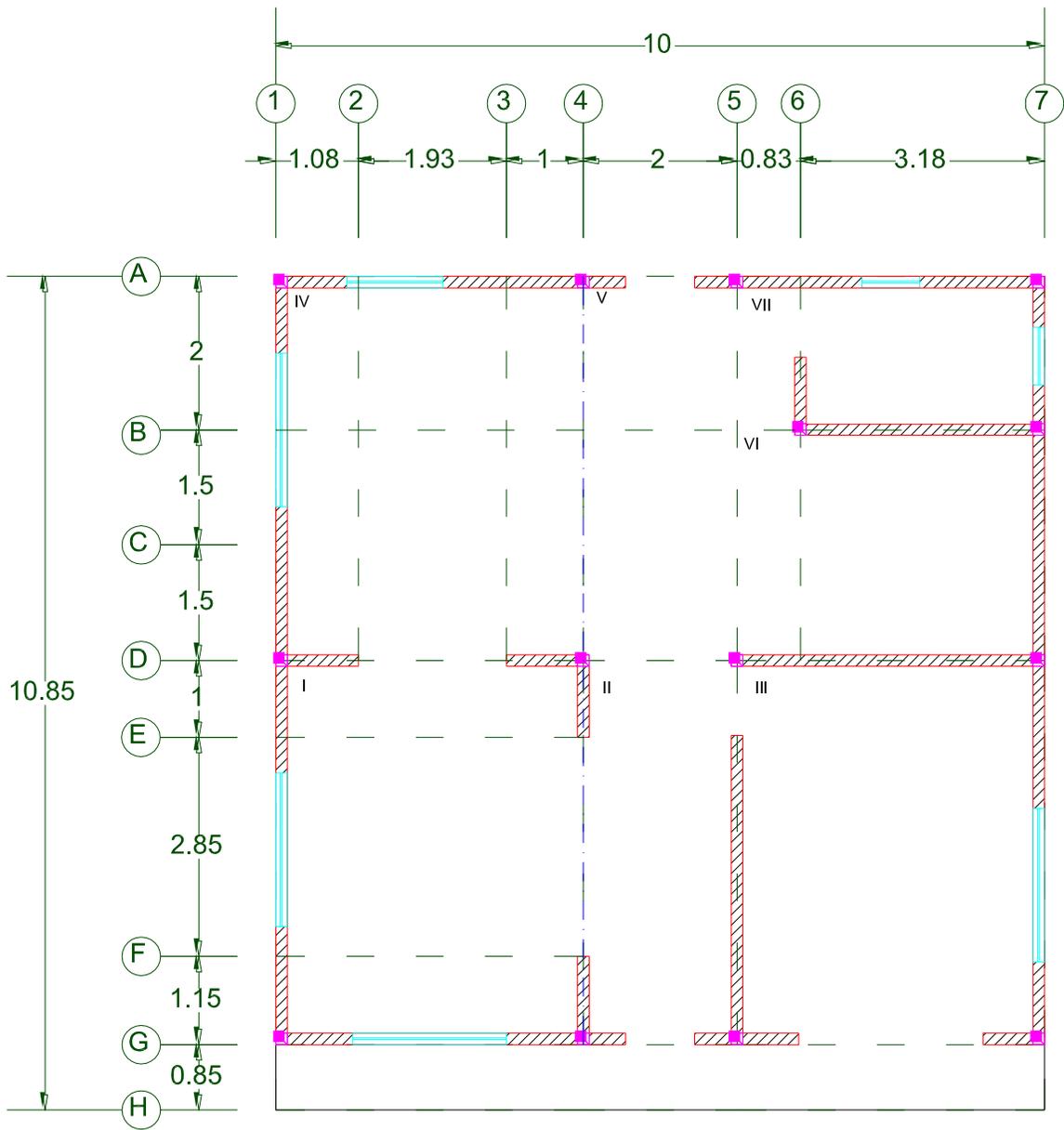


Corte A - A'



Corte B - B'

• Estructuración



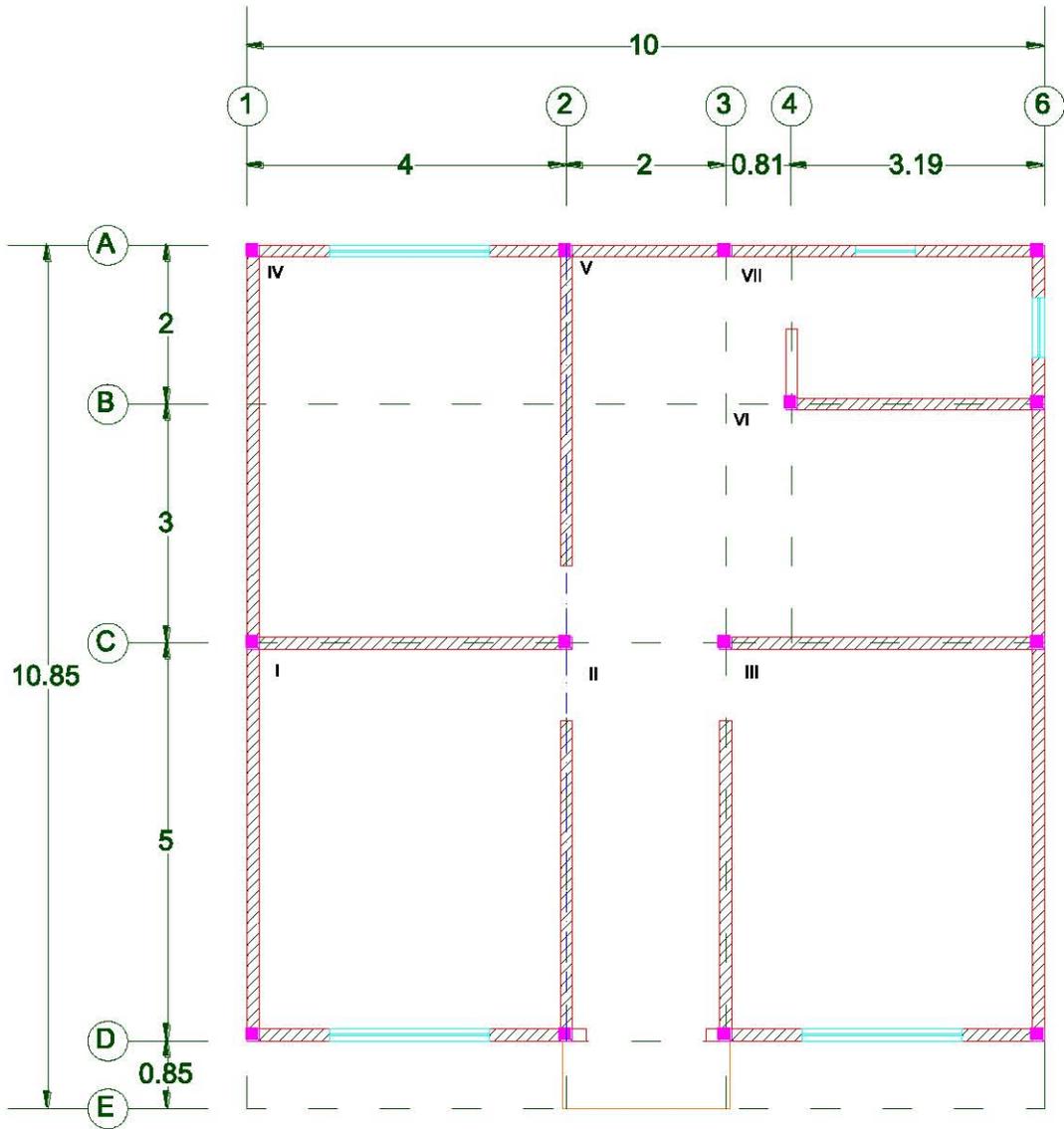
 Muro de carga

 Ventana

 Trabe

 Castillo

Planta baja



 Muro de carga

 Ventana

 Trabe

 Castillo

Planta alta

- **Análisis de Cargas:**

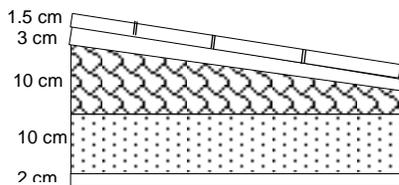
Cargas de servicio: Estas son especificadas por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (2004), siendo las siguientes:

Cargas muertas (CM): son cargas permanentes debido al peso propio de los materiales que conforman la edificación.

Cargas vivas (CV): Estas se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente.

Cargas accidentales: No forman parte del funcionamiento normal de la edificación, pero de presentarse pueden alcanzar intensidades significativas durante breves lapsos de tiempo.

Losa de azotea



Material	Espesor	Peso Vol.	Peso total
	(m)	(Ton/m ³)	(Ton/m ²)
Enladrillado	0.015	1.5	0.0225
Mortero	0.03	2.1	0.063
Relleno de tepetate	0.1	1.6	0.16
Losa de concreto	0.1	2.4	0.24
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.03
Σ CM=			0.5155

> Cargas de servicio

Cargas permanentes

$$CM = 0.5155 \text{ ton/m}^2$$

$$C_{ad} = 0.04 \text{ ton/m}^2$$

$$CV = \underline{0.1} \text{ ton/m}^2$$

$$CT = \mathbf{0.6555 \text{ ton/m}^2}$$

Cargas permanentes + accidentales

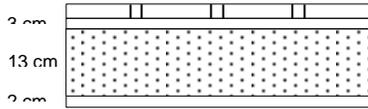
$$CM = 0.5155 \text{ ton/m}^2$$

$$C_{ad} = 0.04 \text{ ton/m}^2$$

$$CV = \underline{0.07} \text{ ton/m}^2$$

$$CT = \mathbf{0.6255 \text{ ton/m}^2}$$

Losa de entrepiso



Material	Espesor (m)	Peso Vol. (Ton/m ³)	Peso total (Ton/m ²)
Piso	-	-	0.03
Mortero	0.03	2.1	0.063
Losa	0.13	2.4	0.312
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.03
Σ CM=			0.435

> Carga de servicio

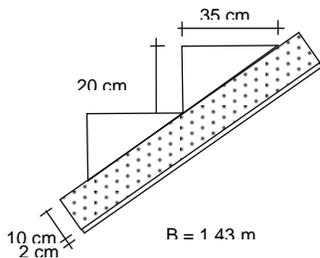
Cargas permanentes

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.435 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.17} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \mathbf{0.645} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.435 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.09} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \mathbf{0.565} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Análisis de cargas de la escalera



Material	Espesor (m)	Peso vol. (ton/m ³)	Peso total (ton/m ²)
Piso	-	-	0.03
Escalón	0.095	1.8	0.171
Losa	0.1	2.4	0.24
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.03
Σ CM=			0.471

> Cargas de servicio

Cargas permanentes

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.471 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.35} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \mathbf{0.861} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.471 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.15} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \mathbf{0.661} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

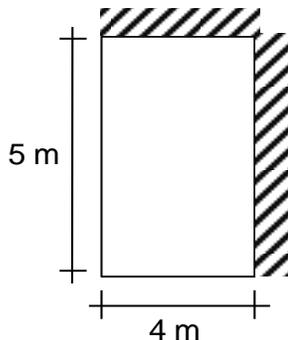
- **Diseño de la losa de azotea:**

Para el diseño de la losa se usara el método de los coeficientes propuesto en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y en sus Normas Técnicas Complementarias en el apartado de concreto.

1. Revisión del peralte mínimo.

$$d_{min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032^4 \sqrt{f_s w})$$

Se tomara el tablero 1 por ser el más desfavorable.



$$\text{Perímetro} = 5 + 4 + 1.5(5 + 4) = 22.50 \text{ m} = 2250 \text{ cm}$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6(4200) = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$w = 655.5 \text{ kg/cm}^2$$

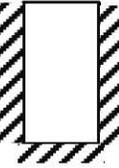
$$d_{min} = \frac{2250}{250} (0.032^4 \sqrt{2520 (655.5)})$$

$$d_{min} = 10 \text{ cm}$$

2. Cálculo de los momentos de diseño

- Método de los coeficientes $M_u = F_c \cdot Coef \times 10^{-4} \cdot w \cdot a_1^2$

Tablero	Datos	Momento	Claro	Coficiente	M _u (t-m)	M _u ajustado
	α ₁ = 4.000	(-) bordes interiores	corto	464	0.681	0.527
	α ₂ = 5.000		largo	457	0.671	0.942
	m= 0.800	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	w= 0.656		largo	0	0.000	
		(+) bordes	corto	247	0.363	
			largo	156	0.229	
	α ₁ = 2.000	(-) bordes interiores	corto	594	0.218	0.924
	α ₂ = 5.000		largo	431	0.158	0.158
	m= 0.400	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	w= 0.656		largo	0	0.000	
		(+) bordes	corto	356	0.131	
			largo	149	0.055	

Tablero 3	$\alpha_1 = 4.000$	(-) bordes interiores	corto	870	1.277	0.924
	$\alpha_2 = 5.000$		(-) bordes discontinuos	largo	0	0.000
	$m = 0.800$	corto		0	0.000	
	$w = 0.656$	largo	0	0.000		
		(+)	corto	650	0.954	
			largo	520	0.764	
Tablero 4	$\alpha_1 = 4.000$	(-) bordes interiores	corto	464	1.232	0.894
	$\alpha_2 = 5.000$		(-) bordes discontinuos	largo	457	1.213
	$m = 0.800$	corto		0	0.000	
	$w = 1.185$	largo	0	0.000		
		(+)	corto	247	0.656	
			largo	156	0.414	
Tablero 5	$\alpha_1 = 2.000$	(-) bordes interiores	corto	594	0.218	0.239
	$\alpha_2 = 5.000$		(-) bordes discontinuos	largo	431	0.158
	$m = 0.400$	corto		0	0.000	
	$w = 0.656$	largo	0	0.000		
		(+)	corto	356	0.131	
			largo	149	0.055	
Tablero 6	$\alpha_1 = 0.750$	(-) bordes interiores	corto	624	0.032	0.408
	$\alpha_2 = 3.000$		(-) bordes discontinuos	largo	545	0.028
	$m = 0.250$	corto		0	0.000	
	$w = 0.656$	largo	0	0.000		
		(+)	corto	366	0.019	
			largo	158	0.008	
Tablero 7	$\alpha_1 = 2.000$	(-) bordes interiores	corto	0	0.000	
	$\alpha_2 = 4.000$		(-) bordes discontinuos	largo	710	0.261
	$m = 0.500$	corto		0	0.000	
	$w = 0.656$	largo	0	0.000		
		(+)	corto	800	0.294	
			largo	520	0.191	

> Ajuste de momentos en tableros adyacentes

Las diferencias de momentos en el borde común entre dos tableros se ajustaran de acuerdo a lo dispuestos en las normas técnicas complementarias en la sección de concreto.

$$k = \frac{d^3}{a_1}$$

$$f_d = \frac{ki}{\sum ki}$$

Cálculo de la rigidez en los tableros

TABLERO	d (cm)	a ₁ (cm)	k (kg/cm)
I	10	400	2.500
II	10	200	5.000
III	10	400	2.500
IV	10	400	2.500
V	10	200	5.000
VI	10	75	13.333
VII	10	200	5.000

• Tablero I con II



k	2.500	5.000
f _d	-0.333	-0.667
M _e	0.681	-0.218
Σ M _e	0.463	
M _{dist.}	-0.154	-0.309
M_{ajust.}	0.527	-0.527

• Tablero I con IV



k	2.500	2.500
f _d	-0.500	-0.500
M _e	0.671	-1.213
Σ M _e	-0.542	
M _{dist.}	0.271	0.271
M_{ajust.}	0.942	-0.942

- Tablero II con III



	II	III
k	5.000	2.500
f_d	-0.667	-0.333
M_e	0.218	-1.277
ΣM_e	-1.059	
$M_{dist.}$	0.706	0.353
$M_{ajust.}$	0.924	-0.924

- Tablero II con V



	II	V
k	5.000	5.000
f_d	-0.500	-0.500
M_e	0.158	-0.158
ΣM_e	0.000	
$M_{dist.}$	0.000	0.000
$M_{ajust.}$	0.158	-0.158

- Tablero IV con V



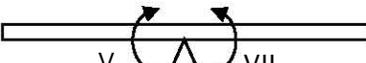
	IV	V
k	2.500	5.000
f_d	-0.333	-0.667
M_e	1.232	-0.218
ΣM_e	1.014	
$M_{dist.}$	-0.338	-0.676
$M_{ajust.}$	0.894	-0.894

- Tablero V con VI



	V	VI
k	5.000	13.333
f_d	-0.273	-0.727
M_e	0.218	-0.032
ΣM_e	0.186	
$M_{dist.}$	-0.051	-0.135
$M_{ajust.}$	0.167	-0.167

- Tablero V con VII



	V	VII
k	5.000	5.000
f_d	-0.500	-0.500
M_e	0.218	-0.261
ΣM_e	-0.043	
$M_{dist.}$	0.021	0.021
$M_{ajust.}$	0.239	-0.239

3. Diseño por flexión.

> Para momento negativo; M_u (-):

Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el lado largo del tablero 4.

$$M_u = 0.942 \text{ t-m}$$

$$A_s = \frac{f''c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) b d$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.942 \times 10^5)}{(0.9)(100)(10^2)(170)}} \right) (100)(10)$$

$$A_s = 2.574 \text{ cm}^2$$

Datos:	
f_y	$= 4200 \text{ kg/m}^2$
$f'c$	$= 250 \text{ kg/m}^2$
$f''c$	$= 200 \text{ kg/m}^2$
$f''c$	$= 170 \text{ kg/m}^2$
F_R	$= 0.9$
b	$= 100 \text{ cm}$
d	$= 10 \text{ cm}$

Comparación con el área de acero mínimo:

$$A_{st} = \frac{660x_1}{fy(x_1+100)}$$

$$A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10+100)} (100)$$

$$A_{st} = 1.429 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se usará $A_s = 2.57 \text{ cm}^2$

Separación:

$$S = \frac{100a_o}{A_s}$$

Usando varillas del # 4

$$a_o = 1.27 \text{ cm}$$

$$S = 49 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 35 \text{ cm} \leftarrow \text{Rige}$$

∴ **Usar varillas # 4 @ 35 cm en lecho alto.**

> Para momento positivo; M_u (+):

Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el lado corto del tablero 3.

$$M_u = 0.954 \text{ t-m}$$

$$A_s = \frac{f''c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) b d$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.942 \times 10^5)}{(0.9)(100)(10^2)(170)}} \right) (100)(10)$$

$$A_s = 2.609 \text{ cm}^2$$

Comparación con el área de acero mínimo:

$$A_{st} = \frac{660x_1}{fy(x_1+100)} \quad A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10+100)} (100)$$

$$A_{st} = 2.143 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se usará $A_s = 2.609 \text{ cm}^2$

Separación:
$$S = \frac{100a_o}{A_s}$$

Usando varillas del # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}$

$$S = 49 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 35 \text{ cm}$$

∴ **Usar varillas # 4 @ 35 cm en lecho bajo.**

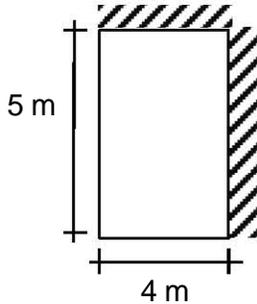
- **Diseño de la losa de entepiso:**

Para el diseño de la losa se usará el método de los coeficientes propuesto en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y en sus Normas Técnicas Complementarias en el apartado de concreto.

1. Revisión del peralte mínimo.

$$d_{min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032^4 \sqrt{f_s w})$$

Se tomara el tablero 1 por ser el mas desfavorable.



$$\text{Perímetro} = 5 + 4 + 1.5(5 + 4) = 22.50 \text{ m} = 2250 \text{ cm}$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6(4200) = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$w = 645.0 \text{ kg/cm}^2$$

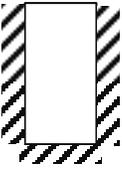
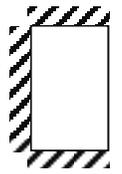
$$d_{min} = \frac{2250}{250} (0.032^4 \sqrt{2520 (655.5)})$$

$$d_{min} = 10 \text{ cm}$$

2. Cálculo de los momentos de diseño

*Metodo de coeficientes $M_u = F_c \cdot Coef \times 10^{-4} \cdot w \cdot a_1^2$

Tablero	Datos	Momento	Claro	Coeficiente	M_u (t-m)	M_u ajustado
	$\alpha_1 = 4.000$	(-) bordes interiores	corto	464	0.681	0.527
	$\alpha_2 = 5.000$		largo	457	0.671	0.942
	$m = 0.800$	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	$w = 0.656$		largo	0	0.000	
		(+) bordes	corto	247	0.363	
			largo	156	0.229	
	$\alpha_1 = 2.000$	(-) bordes interiores	corto	594	0.218	0.924
	$\alpha_2 = 5.000$		largo	431	0.158	0.158
	$m = 0.400$	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	$w = 0.656$		largo	0	0.000	
		(+) bordes	corto	356	0.131	
			largo	149	0.055	
	$\alpha_1 = 4.000$	(-) bordes interiores	corto	870	1.277	0.924
	$\alpha_2 = 5.000$		largo	0	0.000	
	$m = 0.800$	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	$w = 0.656$		largo	0	0.000	
		(+) bordes	corto	650	0.954	
			largo	520	0.764	

Tablero 4	$\alpha_1 = 4.000$	(-) bordes interiores	corto	464	1.232	0.894
	$\alpha_2 = 5.000$		largo	457	1.213	0.942
	$m = 0.800$	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	$w = 1.185$		largo	0	0.000	
		(+)	corto	247	0.656	
			largo	156	0.414	
Tablero 5	$\alpha_1 = 2.000$	(-) bordes interiores	corto	594	0.218	0.239
	$\alpha_2 = 5.000$		largo	431	0.158	0.158
	$m = 0.400$	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	$w = 0.656$		largo	0	0.000	
		(+)	corto	356	0.131	
			largo	149	0.055	
Tablero 6	$\alpha_1 = 0.750$	(-) bordes interiores	corto	624	0.032	0.408
	$\alpha_2 = 3.000$		largo	545	0.028	0.167
	$m = 0.250$	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	$w = 0.656$		largo	0	0.000	
		(+)	corto	366	0.019	
			largo	158	0.008	
Tablero 7	$\alpha_1 = 2.000$	(-) bordes interiores	corto	0	0.000	
	$\alpha_2 = 4.000$		largo	710	0.261	0.63
	$m = 0.500$	(-) bordes discontinuos	corto	0	0.000	
	$w = 0.656$		largo	0	0.000	
		(+)	corto	800	0.294	
			largo	520	0.191	

> Ajuste de momentos en tableros adyacentes

Las diferencias de momentos en el borde común entre dos tableros se ajustaran de acuerdo a lo dispuestos en las normas técnicas complementarias en la sección de concreto.

$$k = \frac{d^3}{a_1} \quad f_d = \frac{ki}{\sum ki}$$

Cálculo de la rigidez en los tableros

TABLERO	d (cm)	a ₁ (cm)	k (kg/cm)
I	10	400	2.500
II	10	200	5.000
III	10	400	2.500
IV	10	400	2.500
V	10	200	5.000
VI	10	75	13.333
VII	10	200	5.000

• Tablero I con II



k	2.500	5.000
f _d	-0.333	-0.667
M _e	0.681	-0.218
Σ M _e	0.463	
M _{dist.}	-0.154	-0.309
M_{ajust.}	0.527	-0.527

• Tablero I con IV



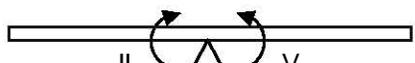
k	2.500	2.500
f _d	-0.500	-0.500
M _e	0.671	-1.213
Σ M _e	-0.542	
M _{dist.}	0.271	0.271
M_{ajust.}	0.942	-0.942

• Tablero II con III



k	5.000	2.500
f _d	-0.667	-0.333
M _e	0.218	-1.277
Σ M _e	-1.059	
M _{dist.}	0.706	0.353
M_{ajust.}	0.924	-0.924

• Tablero II con V



k	5.000	5.000
f _d	-0.500	-0.500
M _e	0.158	-0.158
Σ M _e	0.000	
M _{dist.}	0.000	0.000
M_{ajust.}	0.158	-0.158

• Tablero IV con V



k	2.500	5.000
f_d	-0.333	-0.667
M_e	1.232	-0.218
ΣM_e	1.014	
$M_{dist.}$	-0.338	-0.676
$M_{ajust.}$	0.894	-0.894

• Tablero V con VI



k	5.000	13.333
f_d	-0.273	-0.727
M_e	0.218	-0.032
ΣM_e	0.186	
$M_{dist.}$	-0.051	-0.135
$M_{ajust.}$	0.167	-0.167

• Tablero V con VII



k	5.000	5.000
f_d	-0.500	-0.500
M_e	0.218	-0.261
ΣM_e	-0.043	
$M_{dist.}$	0.021	0.021
$M_{ajust.}$	0.239	-0.239

3. Diseño por flexión.

> Para momento negativo; M_u (-):

Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el lado largo del tablero 4.

$$M_u = 0.942 \text{ t-m}$$

$$A_s = \frac{f''c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) b d$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.942 \times 10^5)}{(0.9)(100)(10^2)(170)}} \right) (100)(10)$$

$$A_s = 2.574 \text{ cm}^2$$

Datos:
$f_y = 4200 \text{ kg/m}^2$
$f'c = 250 \text{ kg/m}^2$
$f^*c = 200 \text{ kg/m}^2$
$f''c = 170 \text{ kg/m}^2$
$F_R = 0.9$
$b = 100 \text{ cm}$
$d = 10 \text{ cm}$

Comparación con el área de acero mínimo:

$$A_{st} = \frac{660x_1}{fy(x_1+100)} \quad A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10+100)} (100)$$

$$A_{st} = 1.429 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se usará $A_s = 2.57 \text{ cm}^2$

Separación:
$$S = \frac{100a_o}{A_c}$$

Usando varillas del # 4 $a_o = 1.27 \text{ cm}$

$$S = 49 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 35 \text{ cm} \leftarrow \text{Rige}$$

∴ **Usar varillas # 4 @ 35 cm en lecho alto.**

> Para momento positivo; $M_u (+)$:

Se toma el momento mayor, que en este caso corresponde al que se presenta en el lado corto del tablero 3.

$$M_u = 0.954 \text{ t-m}$$

$$A_s = \frac{f''c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) b d$$

$$A_s = \frac{170}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.942 \times 10^5)}{(0.9)(100)(10^2)(170)}} \right) (100)(10)$$

$$A_s = 2.609 \text{ cm}^2$$

Comparación con el área de acero mínimo:

$$A_{st} = \frac{660x_1}{fy(x_1+100)} \quad A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10+100)} (100)$$

$$A_{st} = 2.143 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se usará $A_s = 2.609 \text{ cm}^2$

Separación:
$$S = \frac{100a_o}{A_c}$$

Usando varillas del # 4 $a_o = 1.27$ cm
 $S = 59$ cm

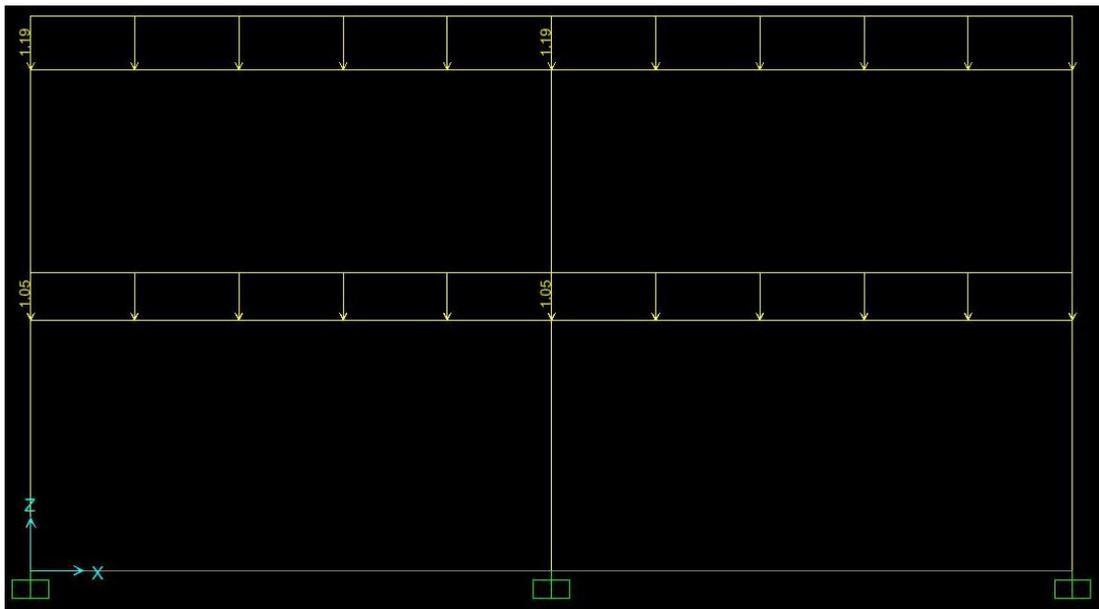
$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 35 \text{ cm} \leftarrow \text{Rige}$$

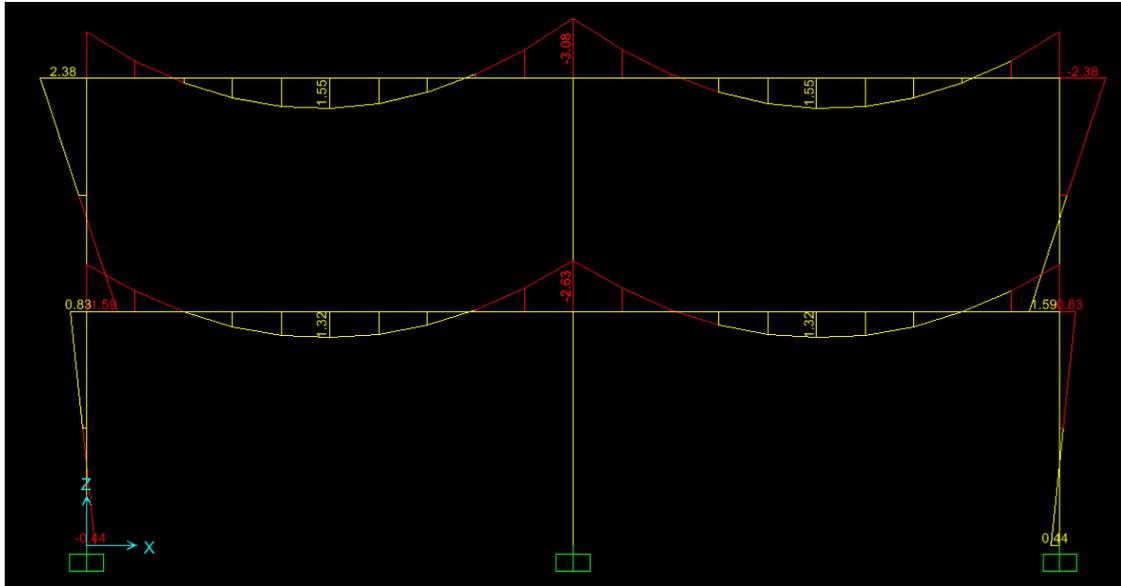
∴ **Usar varillas # 4 @ 35 cm en lecho bajo.**

- **Diseño de traves:**

De acuerdo con las siguientes imágenes obtenidas del programa de análisis SAP2000, se muestra la distribución de cargas y los respectivos diagramas momentos en el marco del eje 4, siendo éste el más desfavorable.



Distribución de cargas en el marco del eje 4.



Diagramas de momentos en el marco del eje 4.

***Trabe de azotea**

Datos	
b =	25 cm
h =	30 cm
rec =	5 cm
d =	25 cm
f'c =	200 kg/cm ²
fy =	4200 kg/cm ²
Constantes de diseño	
f''c =	136 kg/cm ²
f*c =	160 kg/cm ²
ρ_{min} =	0.002357
ρ_{max} =	0.012143

Diseño por flexión

Acero requerido por momento negativo.

$$M_{max (-)} = 3.08 \quad \text{t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_u (-) = 4.312 \quad \text{t-m}$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_c b d^2 f''c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(4.312 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.008387$$

$p_{min} < p < p_{max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.008387$

$$A_s = \rho bd$$

$$A_s = 5.24 \text{ cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 6 $\alpha_o = 2.85 \text{ cm}^2$

$$A_s \text{ real} = 5.70 \text{ cm}^2$$

Acero requerido por momento positivo.

$$M_{\max(+)} = 1.55 \text{ t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_{u(+)} = 2.17 \text{ t-m}$$

$$\rho = \frac{f''_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''_c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.17 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.003910$$

$p_{min} < p < p_{max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.003910$

$$A_s = \rho bd$$

$$A_s = 2.44 \text{ cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 4 $\alpha_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$A_s \text{ real} = 2.54 \text{ cm}^2$$

Diseño por Cortante

$$V_{CR} = F_R b d [0.2 + 20(\rho)] \sqrt{f^* c}$$

$$V_{CR} = 2418.51 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{real}} = 0.00912$$

$$V_{\max} = 3.56 \text{ ton}$$

$$V_u = 4984 \text{ kg}$$

$$V_u > V_{CR}$$

\therefore Se requiere refuerzo

Colocar estribos # 2.5 en 2 ramas

$$A_v = 0.9897 \text{ cm}^2$$

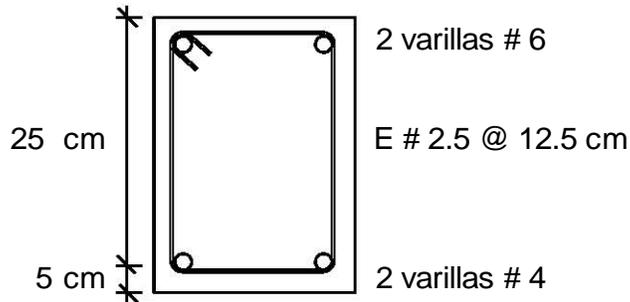
$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = 32.40383 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 12.5 \text{ cm}$$

∴ Se usarán estribos del # 2.5 @ 12.5 cm



*Trabe de entpiso

Datos	
b =	25 cm
h =	30 cm
rec =	5 cm
d =	25 cm
f'c =	200 kg/cm ²
f _y =	4200 kg/cm ²
Constantes de diseño	
f''c =	136 kg/cm ²
f*c =	160 kg/cm ²
ρ _{min} =	0.002357
ρ _{max} =	0.012143

Diseño por flexión

Acero requerido por momento negativo.

$$M_{\max (-)} = 2.63 \text{ t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_{u (-)} = 3.682 \text{ t-m}$$

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.682 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.006988$$

$p_{min} < p < p_{max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.006988$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 4.37 \text{ cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 5 $\alpha_o = 1.98 \text{ cm}^2$
 y 1 var # 2.5 $\alpha_o = 0.49 \text{ cm}^2$

$$\underline{\underline{A_s \text{ real} = 4.45 \text{ cm}^2}}$$

Acero requerido por momento positivo.

$$M_{\max(+)} = 1.32 \text{ t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_{u(+)} = 1.848 \text{ t-m}$$

$$\rho = \frac{f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f'_c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.848 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.003297$$

$p_{min} < p < p_{max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.003297$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 2.06 \text{ cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 4 $\alpha_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$\underline{\underline{A_s \text{ real} = 2.54 \text{ cm}^2}}$$

Diseño por Cortante

$$V_{CR} = F_R b d [0.2 + 20(\rho)] \sqrt{f'_c}$$

$$V_{CR} = 2165.528 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{real}} = 0.00712$$

$$V_{\max} = 3.11 \text{ ton}$$

$$V_u = 4354 \text{ kg}$$

$V_u > V_{CR}$
\therefore Se requiere refuerzo

Colocar estribos # 2.5 en 2 ramas

$$A_v = 0.9897 \text{ cm}^2$$

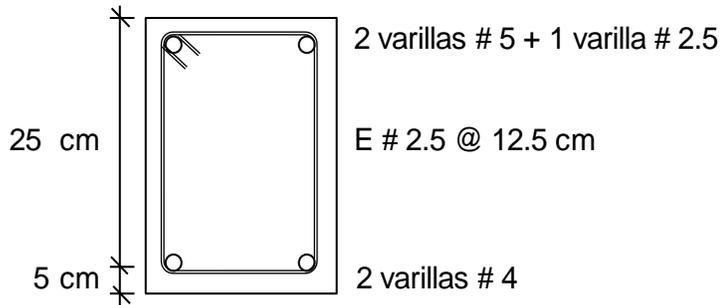
$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = 37.98618 \text{ cm}$$

$$s_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$s_{\max} = 12.5 \text{ cm}$$

∴ Se usarán estribos del # 2.5 @ 12.5 cm



• **Diseño de columnas:**

Columna 1:

Datos:



$b = h_x =$	15	cm	$P =$	8.61	t
$h = h_y =$	20	cm	$M_x =$	0	t-m
$f'c =$	250	Kg/cm ²	$M_y =$	0	t-m
$f_y =$	4200	Kg/cm ²	$V_x =$	0	t
$rec X =$	4	cm	$V_y =$	0	t
$rec Y =$	4	cm	$dx =$	11	cm
			$dy =$	16	cm

1.- Elementos mecánicos de diseño:

$F_c = 1.1$	$P_u = 9.475 \text{ t}$	$=$	9475.4 Kg
	$M_{ux} = 0.000 \text{ t-m}$	$=$	0.0 Kg-m
	$M_{uy} = 0.000 \text{ t-m}$	$=$	0.0 Kg-m
	$V_{ux} = 0.000 \text{ t}$	$=$	0.0 Kg
	$V_{uy} = 0.000 \text{ t}$	$=$	0.0 Kg

2.- Proponer:

$$p = 0.02 \quad f'c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.4941$$

3.- Cálculo de Pro:

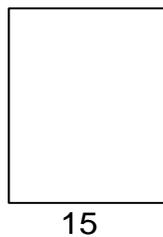
$$FR = 0.8$$

$$Pro = 60144 \text{ Kg}$$

$$Pro > Pu \quad \therefore \text{ Si pasa}$$

Columna 2:

Datos:



$$\begin{aligned} b = h_x &= 15 \text{ cm} \\ h = h_y &= 20 \text{ cm} \\ f'c &= 250 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{rec X} &= 4 \text{ cm} \\ \text{rec Y} &= 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 17 \text{ t} \\ M_x &= 0 \text{ t-m} \\ M_y &= 0 \text{ t-m} \\ V_x &= 0 \text{ t} \\ V_y &= 0 \text{ t} \\ dx &= 11 \text{ cm} \\ dy &= 16 \text{ cm} \end{aligned}$$

1.- Elementos mecánicos de diseño:

$$\begin{aligned} F_c = 1.1 \quad P_u &= 18.343 \text{ t} &= 18342.5 \text{ Kg} \\ M_{ux} &= 0.000 \text{ t-m} &= 0.0 \text{ Kg-m} \\ M_{uy} &= 0.000 \text{ t-m} &= 0.0 \text{ Kg-m} \\ V_{ux} &= 0.000 \text{ t} &= 0.0 \text{ Kg} \\ V_{uy} &= 0.000 \text{ t} &= 0.0 \text{ Kg} \end{aligned}$$

2.-Proponer:

$$p = 0.02 \quad f'c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.4941$$

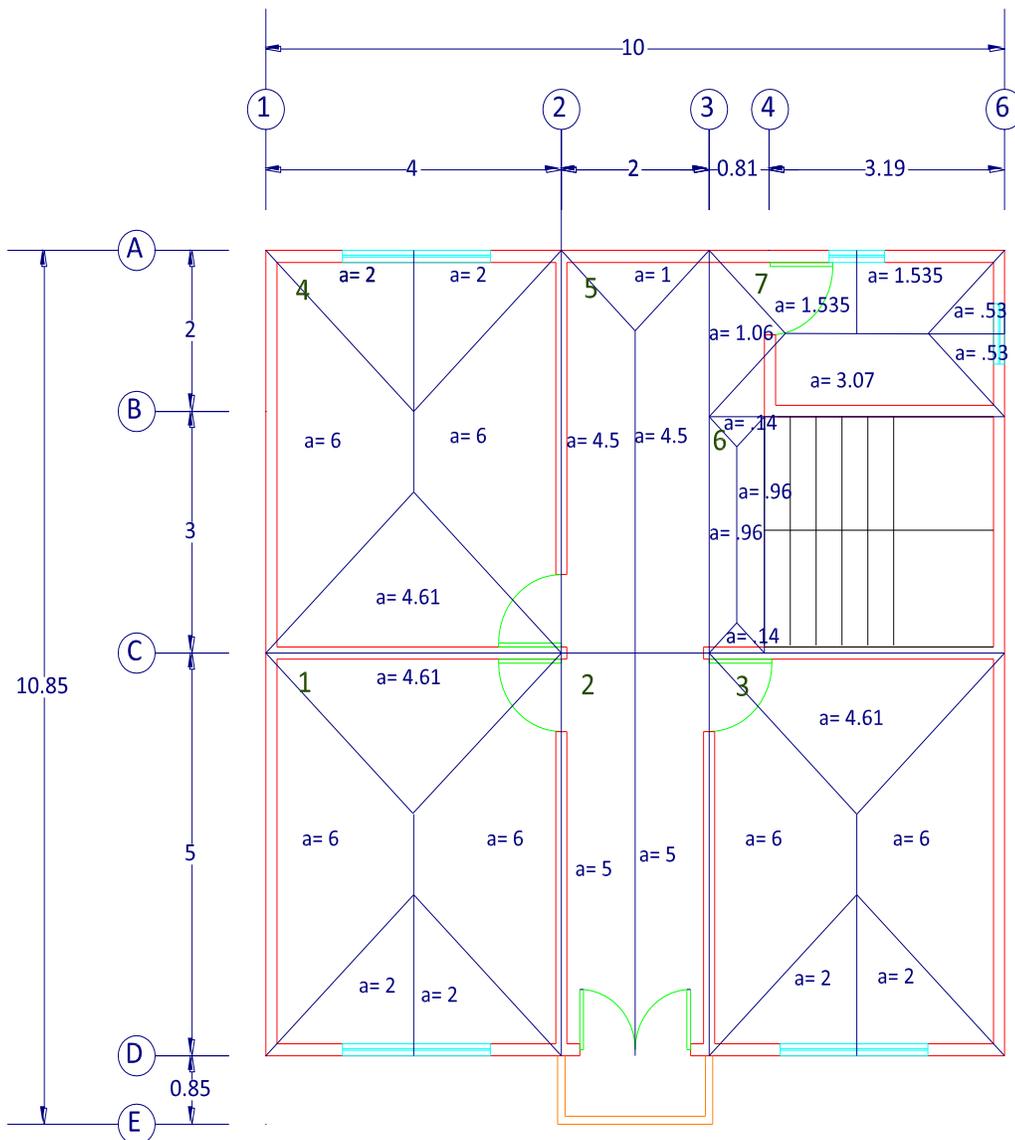
3.- Cálculo de Pro:

FR= 0.8

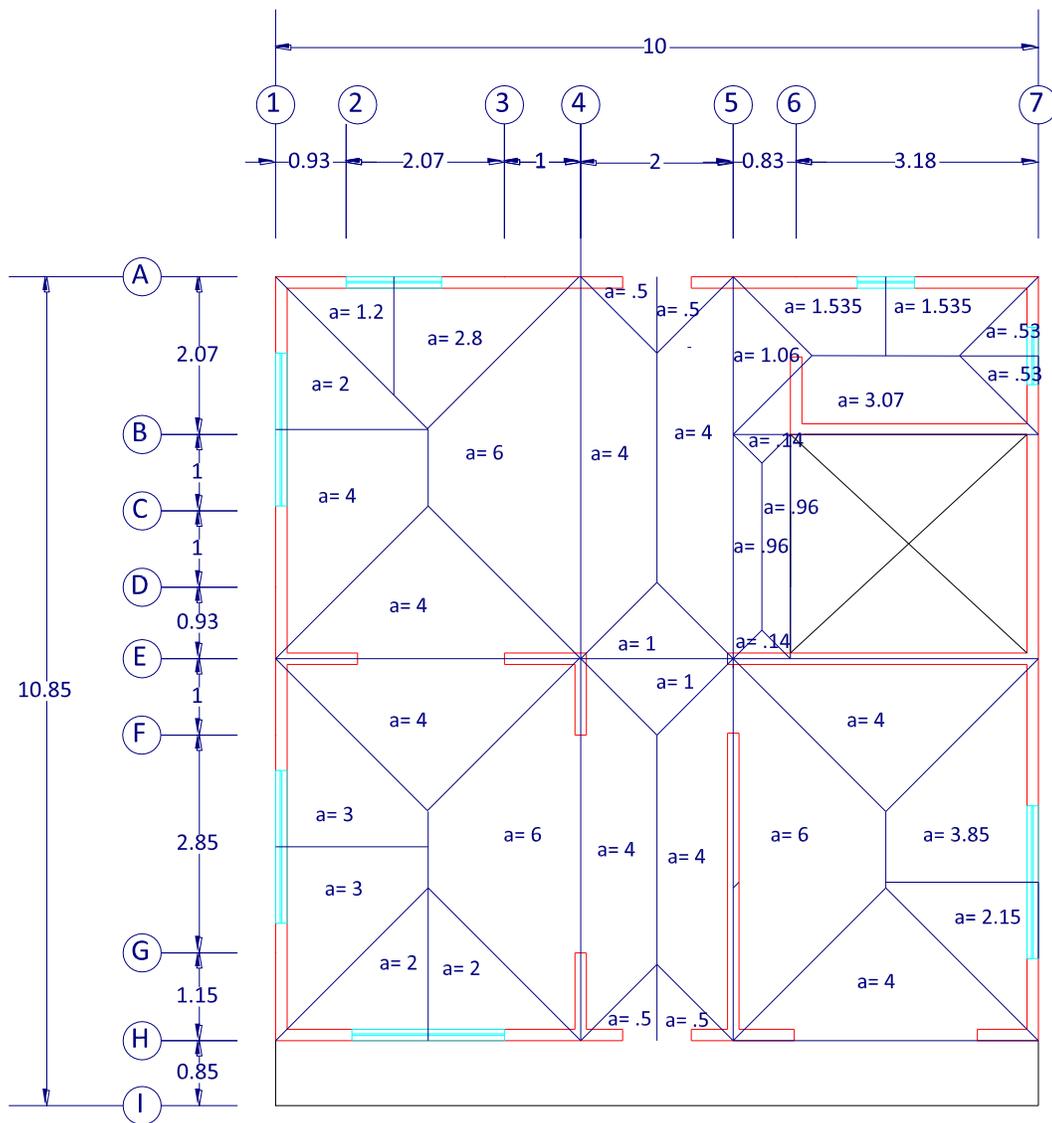
Pro= 60144 Kg

Pro > Pu ∴ Si pasa

- Revisión de muros:



Áreas tributarias para muros de planta alta.



Áreas tributarias para muros de planta baja.

Revisión de muros ante cargas verticales:

Planta alta

w losa	655	kg/cm ²
w muro=	300	kg/cm ²
altura del muro=	2.4	cm
fc=	1.4	

Muro	Long. (cm)	Espesor (cm)	Área tributaria (m ²)	Carga total de la losa (Kg)	Peso propio del muro (Kg)	Carga vertical actuante		FE	carga vertical resistente (Kg)
						P(Kg)	PU(Kg)		
1 A-D	1000	12	12	7866	7200	15066	21092.4	0.6	82080
2 A-D	1000	12	21.3	13962.15	7200	21162.15	29627.01	0.6	82080
3 C-D	500	12	11.28	7394.04	3600	10994.04	15391.656	0.6	41040
6 A-B	200	12	1.06	694.83	1440	2134.83	2988.762	0.7	19152
6 B-D	593	12	6.22	4077.21	4269.6	8346.81	11685.534	0.7	56785.68
A 1-1'	104	12	2	1311	748.8	2059.8	2883.72	0.7	9959.04
A 1"-2	96	12	2	1311	691.2	2002.2	2803.08	0.7	9192.96
A 2-3	200	12	1	655.5	1440	2095.5	2933.7	0.7	19152
A 3-4'	163	12	1.535	1006.193	1173.6	2179.793	3051.7095	0.7	15608.88
A 5-6	163	12	1.535	1006.193	1173.6	2179.793	3051.7095	0.7	15608.88
C 1-2	400	12	9.19	6024.045	2880	8904.045	12465.663	0.6	32832
C 3-6	400	12	4.75	3113.625	2880	5993.625	8391.075	0.6	32832
D 1-1'	104	12	2	1311	748.8	2059.8	2883.72	0.6	8536.32
D 1"-2	96	12	2	1311	691.2	2002.2	2803.08	0.6	7879.68
D 3-4	96	12	2	1311	691.2	2002.2	2803.08	0.7	9192.96
D 4"-6	104	12	2	1311	748.8	2059.8	2883.72	0.7	9959.04

Entrepiso

W2=	850.8	kg/cm ²
Wlosa=	645	kg/cm ²
wmuro=	300	kg/cm ²
h=	240	cm

Muro	Long. (cm)	Espesor (cm)	Área tributaria (m ²)	Carga total de la losa (Kg)	Peso propio del muro (Kg)	Peso del nivel 2	Carga vertical actuante		FE	Carga vertical resistente (Kg)
							P(Kg)	PU(Kg)		
1 a-a''	100	12	2	1290	720	1701.6	3711.6	5196.24	0.6	8208
1 c-e	200	12	4	2580	1440	3403.2	7423.2	10392.48	0.6	16416
1 e-f'	146	12	3	1935	1051.2	2552.4	5538.6	7754.04	0.6	11983.68
1 f''-h	154	12	3	1935	1108.8	2552.4	5596.2	7834.68	0.6	12640.32
5 e-h	500	12	9.74	6282.3	3600	8286.79	18169.09	25436.729	0.6	41040
7 a-a'	66	12	0.53	341.85	475.2	450.924	1267.974	1775.1636	0.6	5417.28
7 a'''-b	65	12	0.53	341.85	468	450.924	1260.774	1765.0836	0.6	5335.2
7 d'-e	93	12	0.22	141.9	669.6	187.176	998.676	1398.1464	0.6	7633.44
7 e-f''	192	12	3.85	2483.25	1382.4	3275.58	7141.23	9997.722	0.6	15759.36
7 f'''-h	108	12	2.15	1386.75	777.6	1829.22	3993.57	5590.998	0.6	8864.64
a 1-2	93	12	1.3	838.5	669.6	1106.04	2614.14	3659.796	0.6	7633.44
a 2'-4	180	12	2.8	1806	1296	2382.24	5484.24	7677.936	0.6	14774.4
a 4-4'	55	12	0.5	322.5	396	425.4	1143.9	1601.46	0.6	4514.4
a 4''-5	55	12	0.5	322.5	396	425.4	1143.9	1601.46	0.6	4514.4
a 5-6'	163	12	1.535	990.075	1173.6	1305.98	3469.653	4857.5142	0.6	13379.04
a 6''-7	163	12	1.535	990.075	1173.6	1305.98	3469.653	4857.5142	0.6	13379.04
e 5-7	400	12	4.27	2754.15	2880	3632.92	9267.066	12973.892	0.6	32832
h 1-1'	100	12	2	1290	720	1701.6	3711.6	5196.24	0.6	8208
h 3-4	100	12	2	1290	720	1701.6	3711.6	5196.24	0.6	8208
h 4-4'	55	12	0.5	322.5	396	425.4	1143.9	1601.46	0.6	4514.4
h 4''-5	55	12	0.5	322.5	396	425.4	1143.9	1601.46	0.6	4514.4

- **Diseño de la cimentación:**

Se propone zapata corrida de concreto armado, con un metro de desplante, tomando en consideración un terreno con resistencia del suelo muy baja. En los cálculos se propusieron algunas fórmulas empíricas para ayuda en la propuesta de las dimensiones para iniciar el cálculo.

Zapata de centro

Datos:

$D_f = 1 \text{ m}$	$\text{Area}_{\text{trib}} = 10.49 \text{ m}^2$	$f'_c = 250 \text{ t/m}^2$
$P = 4.85056 \text{ t/m}$	$w_{\text{azotea}} = 0.6555 \text{ t/m}^2$	$f^*_c = 200 \text{ t/m}^2$
$\gamma_s = 1.3 \text{ t/m}^3$	$w_{\text{entrepiso}} = 0.645 \text{ t/m}^2$	$f''_c = 170 \text{ t/m}^2$
$\gamma_c = 2.4 \text{ t/m}^3$	$\text{No. niveles} = 2$	
$\gamma_{\text{muro}} = 1.8 \text{ t/m}^3$	$H = 2.4 \text{ m}$	
$q_r = 5 \text{ t/m}^2$	$L_{\text{muro}} = 4 \text{ m}$	
$B_{\text{prop.}} = 1.2 \text{ m}$	$C = 0.25 \text{ m}$	
$F_c = 1.5$	$W_{\text{losa de azotea}} = 6.8762 \text{ ton}$	
$f_y = 4200$	$W_{\text{losa de entrepiso}} = 6.7661 \text{ ton}$	
$F_{\text{flexión}} = 0.9$	$W_{\text{muro}} = 5.76 \text{ ton}$	
$F_{\text{cortante}} = 0.8$	$W = 19.4022 \text{ ton}$	

1. Descarga total.

$$W_s = 2.22 \text{ t/m}$$

$$P_T = 7.07056 \text{ t/m}$$

2. Dimensionamiento.

$$L = 1 \text{ m}$$

$$B = 1.41411 \text{ m} \approx \boxed{1.42 \text{ m}}$$

3. Revisión de la presión de contacto.

$$q = 4.97927 \text{ t/m}^2 < q_r = 5 \text{ t/m}^2 \therefore \text{Se acepta}$$

4. Presión de diseño.

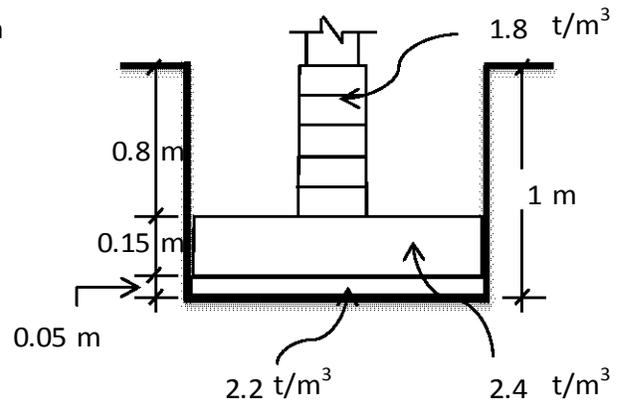
$$q_u = 5.12383 \text{ t/m}^2$$

5. Diseño por cortante.

$$\begin{aligned} \ell &= 0.585 \text{ m} & d &= 10 \text{ cm} \\ v_{CR} &= 5.65685 \text{ kg/cm}^2 & h &= 15 \text{ cm} \\ d &\geq 0.04859 \text{ m} \end{aligned}$$

Revisión del peso real:

$$\begin{aligned} W_{\text{plantilla}} &= 0.1562 \text{ ton} \\ W_{\text{losa}} &= 0.5112 \text{ ton} \\ W_{\text{muro}} &= 0.36 \text{ ton} \\ W_{\text{relleno}} &= 1.2168 \text{ ton} \\ W_{\text{real}} &= \mathbf{2.2442 \text{ ton}} \quad \text{Se acepta} \end{aligned}$$



6. Diseño por flexión.

$$M_u = 1.0741 \text{ t-m} \quad \beta_1 = 0.85$$

$$\rho_{\min} = 0.00264 < \rho = 0.00295 < \rho_{\max} = 0.01518$$

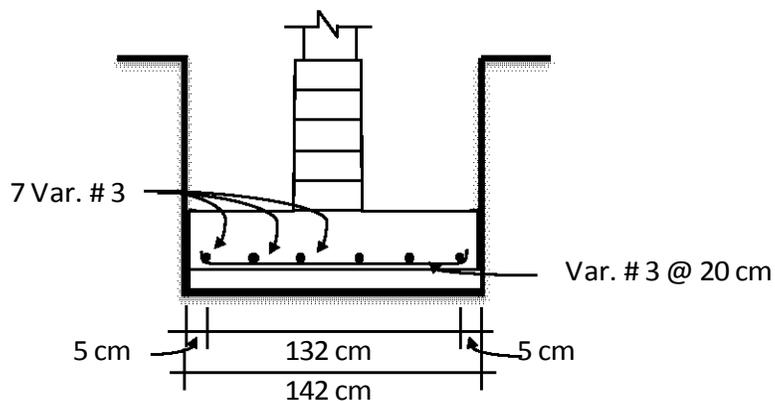
$$\mathbf{A_s = 2.949 \text{ cm}^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Proponiendo varillas \# 3:} & \quad \alpha_o = 0.71 \text{ cm}^2 \\ S = 24.076 \text{ cm} & \quad \approx 24.000 \text{ cm} \end{aligned}$$

> Sentido longitudinal.

$$\begin{aligned} A_{st} &= 3.07453 \text{ cm}^2 \\ \text{Proponiendo varillas \# 3:} & \quad \alpha_o = 0.71 \text{ cm}^2 \\ S = 23.093 \text{ cm} & \quad \approx 23.000 \text{ cm} \end{aligned}$$

7. Croquis de armado.



Zapata de lindero

Datos:

$D_f = 1 \text{ m}$	$\text{Area}_{\text{trib}} = 6 \text{ m}^2$	$f'_c = 200 \text{ t/m}^2$
$P = 3.39075 \text{ t/m}$	$w_{\text{azotea}} = 0.6555 \text{ t/m}^2$	$f^*_c = 160 \text{ t/m}^2$
$\gamma_s = 1.3 \text{ t/m}^3$	$w_{\text{entrepiso}} = 0.645 \text{ t/m}^2$	$f''_c = 136 \text{ t/m}^2$
$\gamma_c = 2.4 \text{ t/m}^3$	$\text{No. niveles} = 2$	
$\gamma_{\text{muro}} = 1.8 \text{ t/m}^3$	$H = 2.4 \text{ m}$	
$q_r = 5 \text{ t/m}^2$	$L_{\text{muro}} = 4 \text{ m}$	
$B_{\text{prop.}} = 0.847688 \text{ m}$	$C = 0.25 \text{ m}$	
$F_c = 1.4$	$W_{\text{losa de azotea}} = 3.933 \text{ ton}$	
$f_y = 4200$	$W_{\text{losa de entrepiso}} = 3.87 \text{ ton}$	
$Fr_{\text{flexión}} = 0.9$	$W_{\text{muro}} = 5.76 \text{ ton}$	
$Fr_{\text{cortante}} = 0.8$	$W = 13.563 \text{ ton}$	

1. Descarga total.

$$W_s = 1.568222 \text{ t/m}$$

$$P_T = 4.958972 \text{ t/m}$$

2. Dimensionamiento.

$$L = 1 \text{ m}$$

$$B = 0.991794 \text{ m} \approx \boxed{1 \text{ m}}$$

3. Revisión de la presión de contacto.

$$q = 4.958972 \text{ t/m}^2 < q_r = 5 \text{ t/m}^2 \quad \therefore \text{Se acepta}$$

4. Presión de diseño.

$$q_u = 4.74705 \text{ t/m}^2$$

5. Diseño por cortante.

$$\ell = 0.75 \text{ m} \quad d = 10 \text{ cm}$$

$$v_{cr} = 5.059644 \text{ kg/cm}^2 \quad h = 15 \text{ cm}$$

$$d \geq 0.064331 \text{ m}$$

Revisión del peso real:

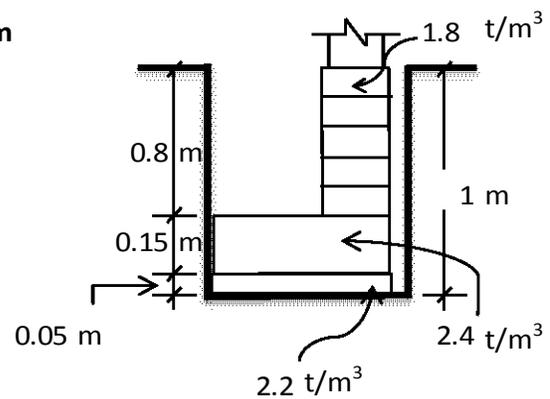
$$W_{\text{plantilla}} = 0.11 \text{ ton}$$

$$W_{\text{losa}} = 0.36 \text{ ton}$$

$$W_{\text{muro}} = 0.36 \text{ ton}$$

$$W_{\text{relleno}} = 0.78 \text{ ton}$$

$$W_{\text{real}} = 1.61 \text{ ton} \quad \text{Se acepta}$$



6. Diseño por flexión.

$$M_u = 1.566897 \text{ t-m}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\rho_{\min} = 0.002357 <$$

$$\rho = 0.00445 <$$

$$\rho_{\max} = 0.01214$$

$$A_s = 4.451 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 4:

$$A_o = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$S = 28.532 \text{ cm} \approx 30.000 \text{ cm}$$

> Sentido longitudinal.

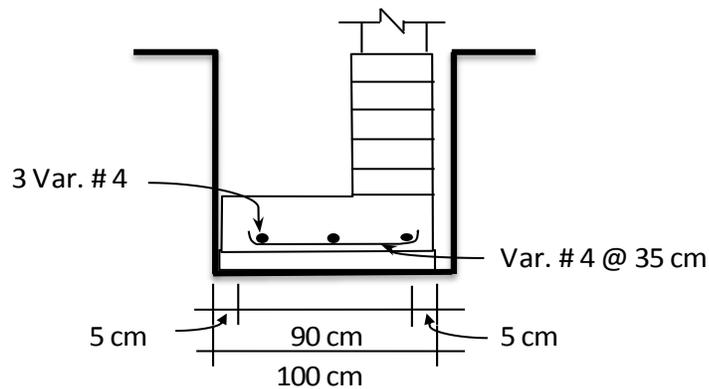
$$A_{st} = 3.074534 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 4:

$$A_o = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$S = 41.307 \text{ cm} \approx 41.000 \text{ cm}$$

7. Croquis de armado.



5.1.2. Propuesta de diseño estructural de una casa habitación sustentable.

De acuerdo con el diseño arquitectónico del sistema anterior y proponiendo materiales sustentables para el diseño y análisis estructural basándose en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (2004) y sus Normas Técnicas Complementarias (NTC), se describen a continuación los datos generales de la estructura.

Tipo de edificación	B
Número de niveles	2
Altura del edificio	5.8 m
Superficie total construida	100 m ²
Forma geométrica de la planta	Regular

La estructuración se dispuso a través de muros de carga de ecoblock y las losas con losafacil. La cimentación más conveniente dadas las características del sistema estructural, es a través de zapatas corridas de concreto reforzado. La capacidad de carga del terreno se tomo de 5 t/m².

- **Especificaciones generales.**

1. El concreto tendrá una calidad $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con un agregado máximo de $\frac{3}{4}$ ", así como un peso volumétrico de 2400 kg/cm^3 .
2. El acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de 4200 kg/cm^2 , con excepción de la varilla de $\frac{1}{4}$ de pulgada, cuyo límite de fluencia será de 2530 kg/cm^2 y la malla elctrosoldada con límite de fluencia de 5000 kg/cm^2 .
3. El recubrimiento medio a partir de la superficie externa de las varillas, será de 1.5 veces su diámetro, pero nunca menor que 2 cm. Cuando se utilicen paquetes de varillas, se usara el diámetro de la varilla más grande para el calcula anterior.
4. El mortero para unir los tabiques deberá tener:
 - a) Una relación volumétrica entre la arena y los cementantes entre 2.25 y 3.
 - b) Por cada parte del cemento se usará la mitad de cemento de albañilería o bien la cuarta parte de cal.
 - c) Se empleará la cantidad mínima de agua de un mortero trabajable.

5. Los castillos deberán cumplir los siguientes requisitos:
 - a) Colocarse en todos los extremos de muros.
 - b) Colocarlos en todo perímetro de huecos cuya dimensión sea superior a la cuarta parte de la longitud del muro en la dirección considerada.
 - c) Colocarlos en toda intersección de muros.

6. Se deberá colocar una dala en todo extremo horizontal de muro y en huecos cuya dimensión exceda la cuarta parte de la longitud del muro en la dirección considerada.

7. No deberá traslaparse más del 50% de las varillas en la misma sección.

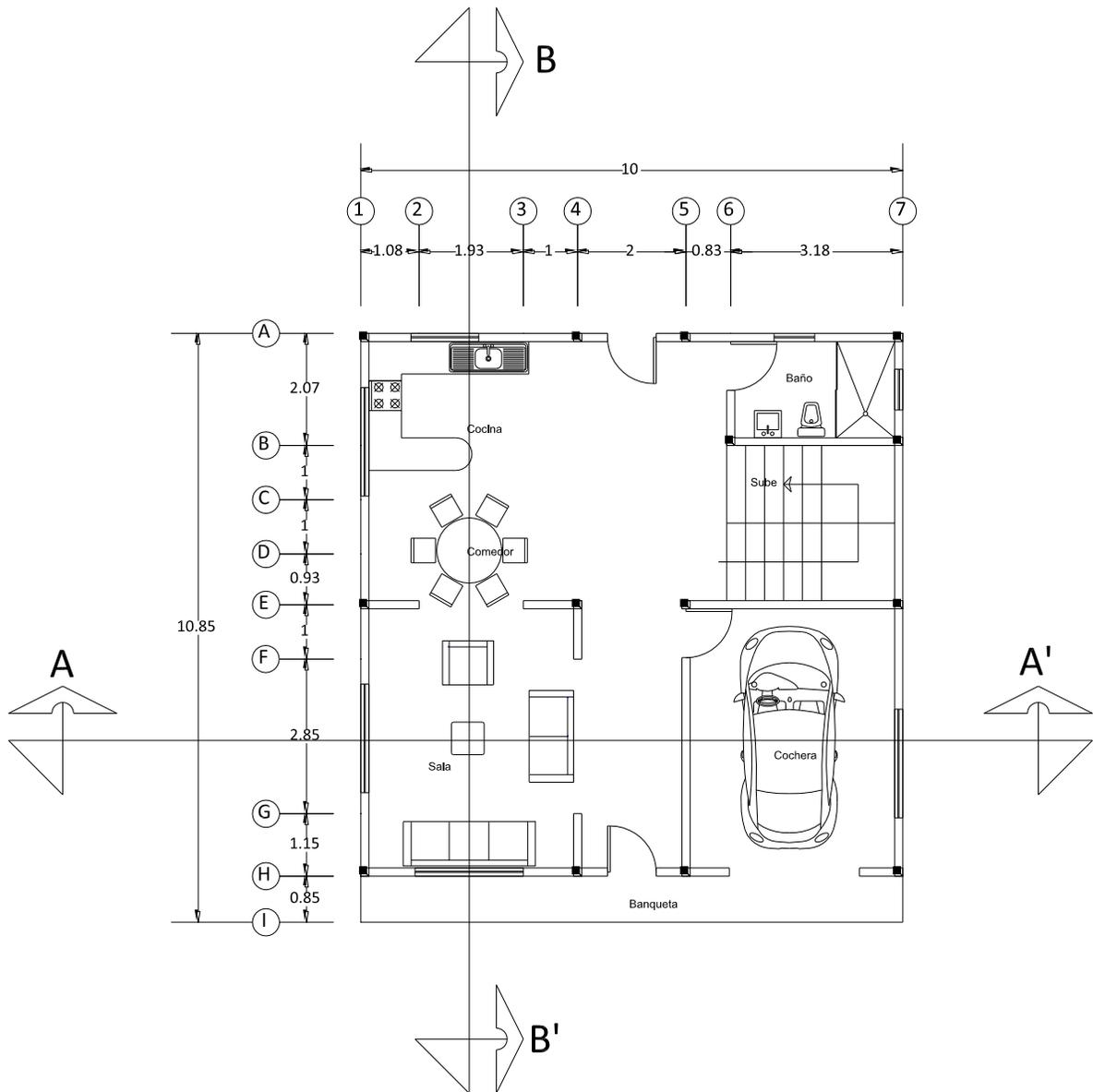
8. La longitud de traslape y anclaje de las varillas son las que se indican en la siguiente tabla:

Varilla No.	Diámetro (pulg)	Longitud de traslape o anclaje (cm)
3	3/8	35
4	1/2	45
5	5/8	55
6	3/4	70

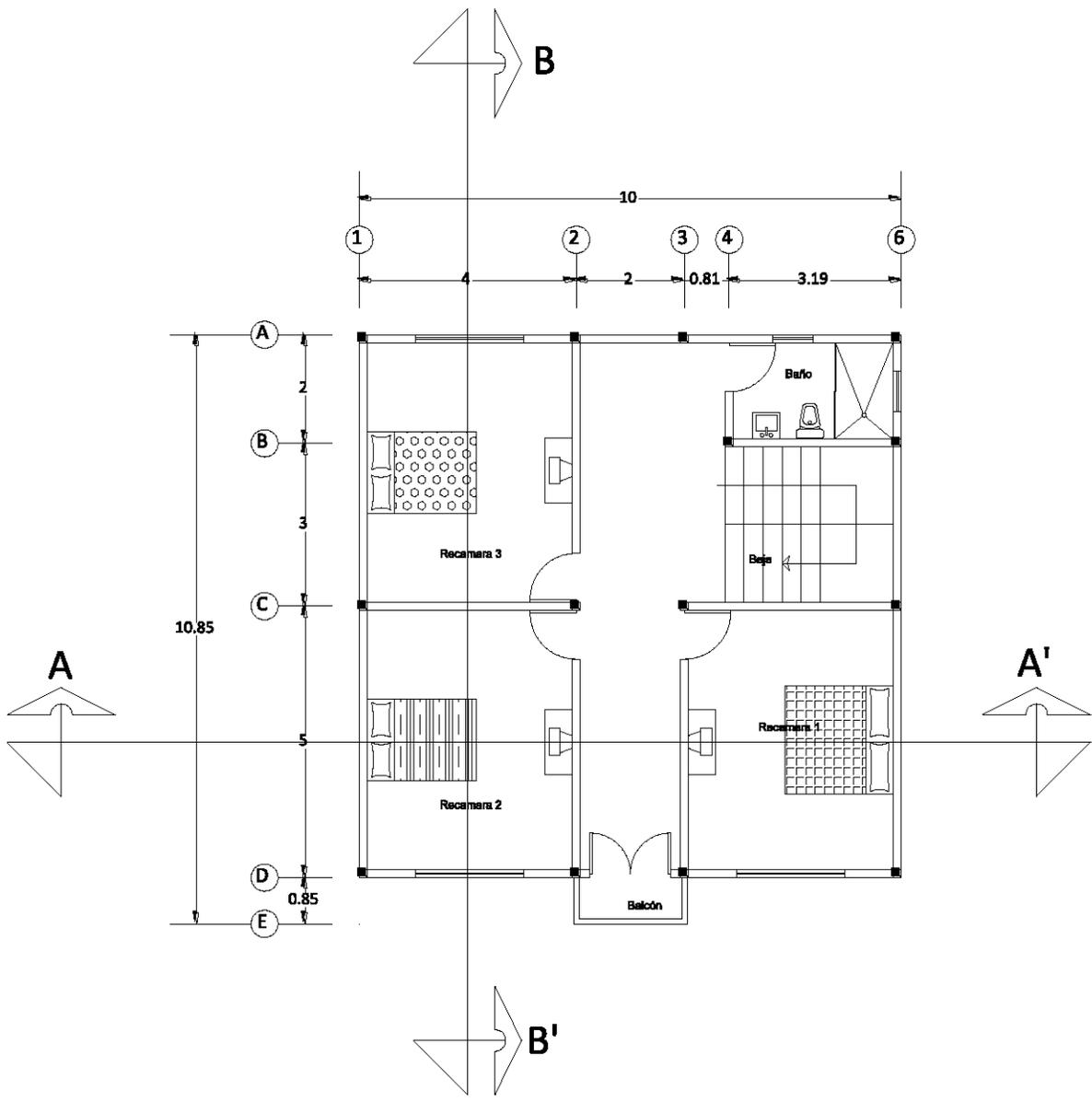
9. Rematar todos los estribos con un gancho de 10 cm de longitud, doblado con un ángulo exterior de 135°.

10. La cimentación está diseñada para una capacidad de carga de 5 t/m².

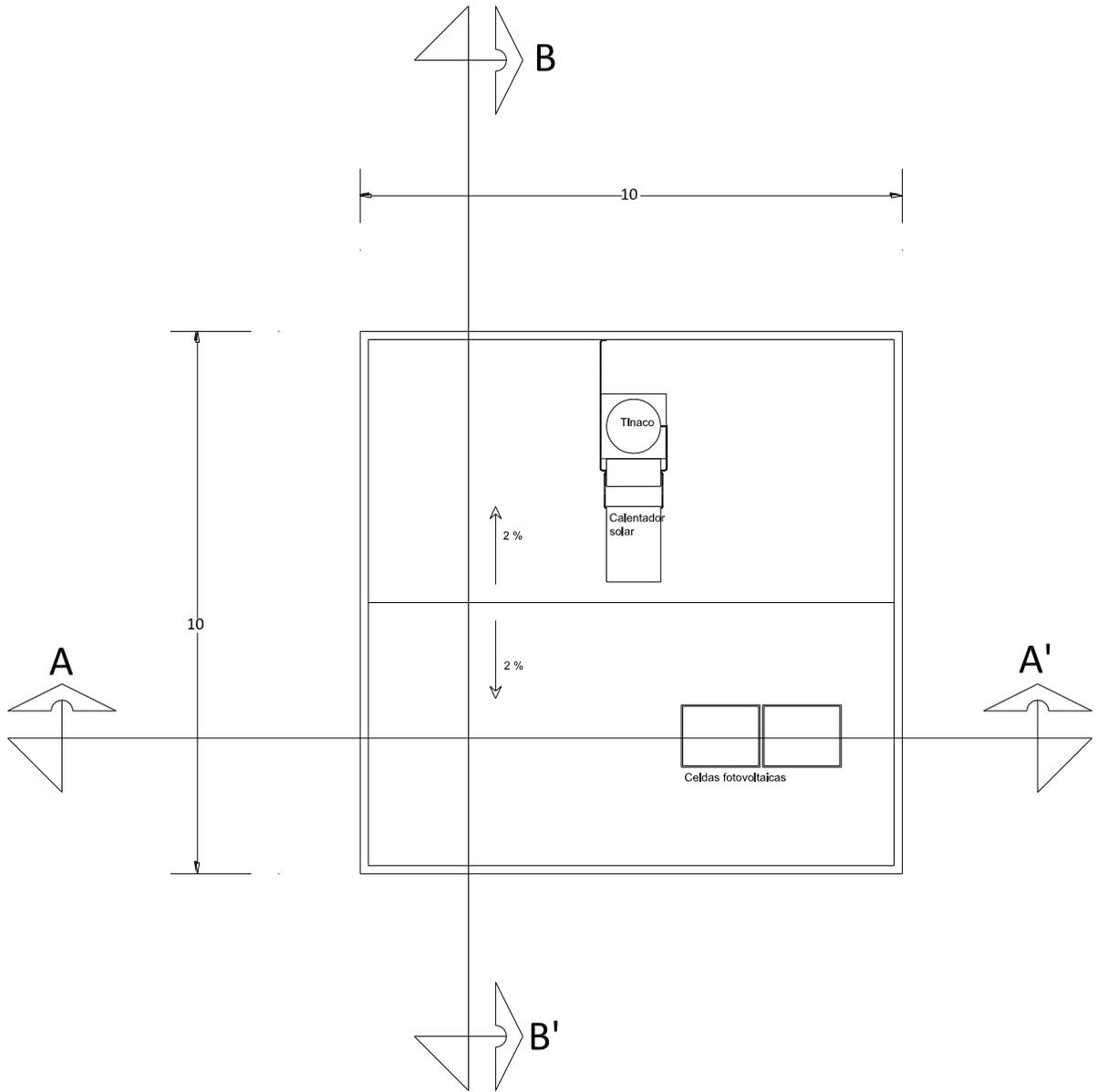
- **Diseño arquitectónico**



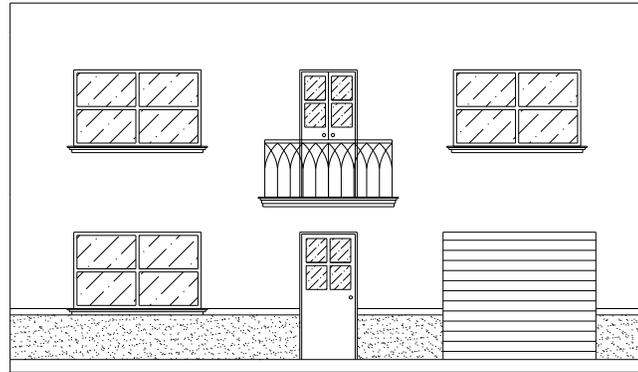
Planta baja



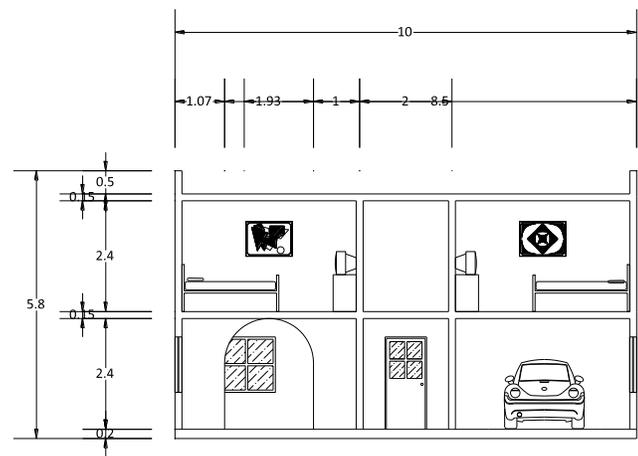
Planta alta



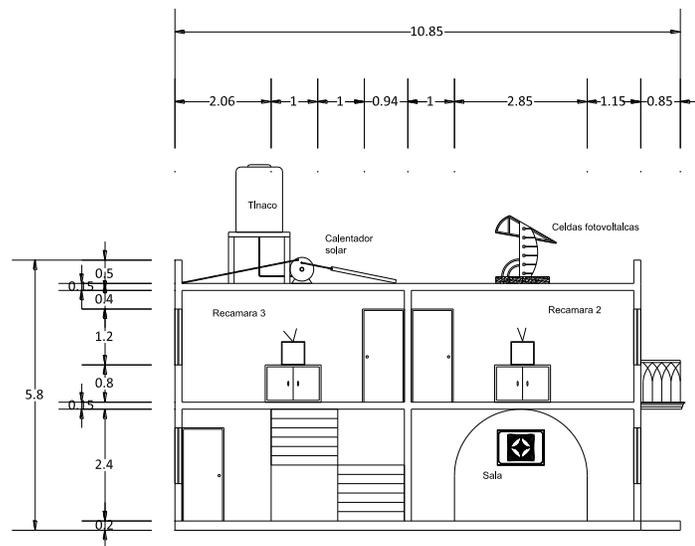
Azotea



Fachada

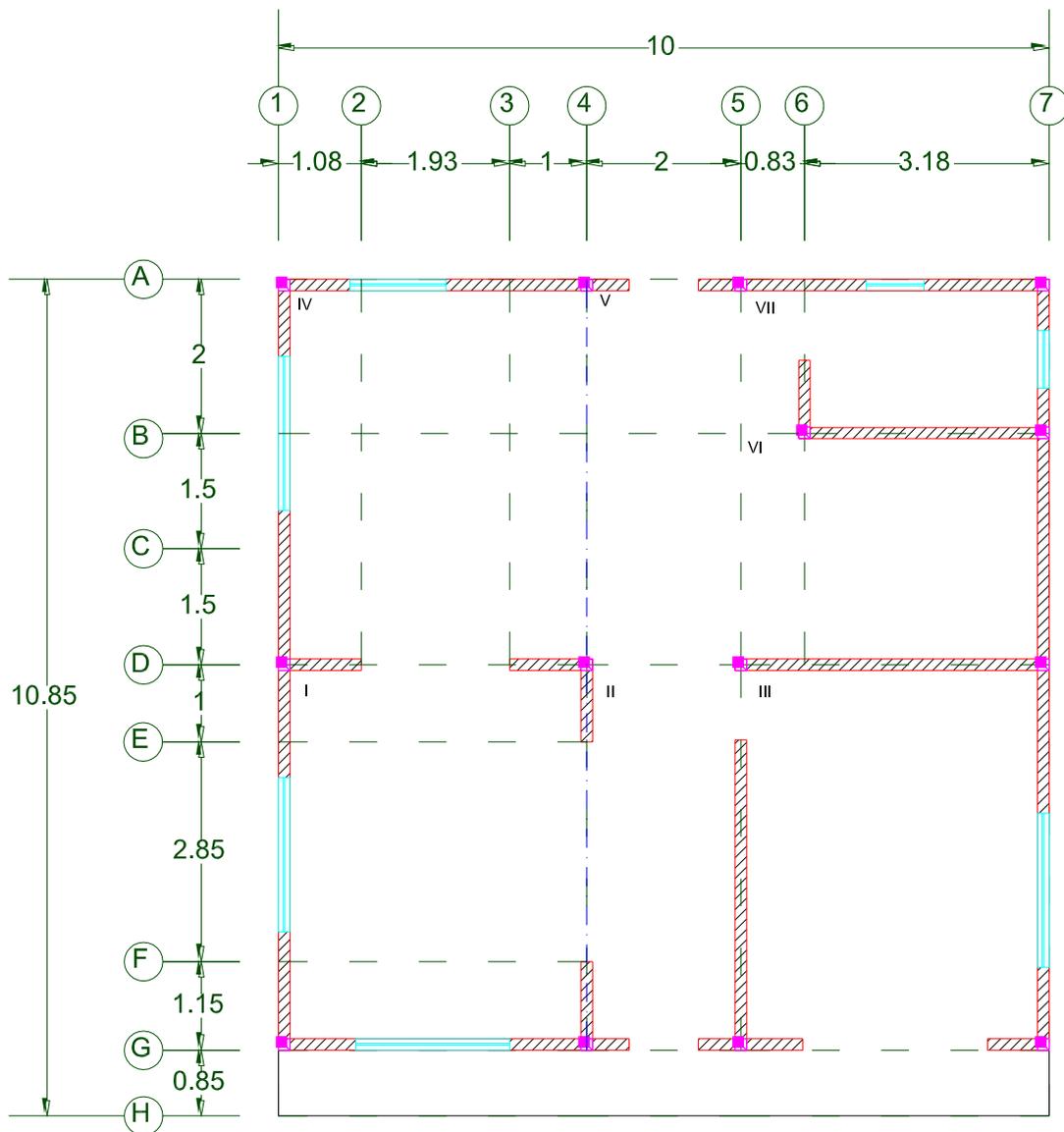


Corte A – A'



Corte B – B'

• Estructuración



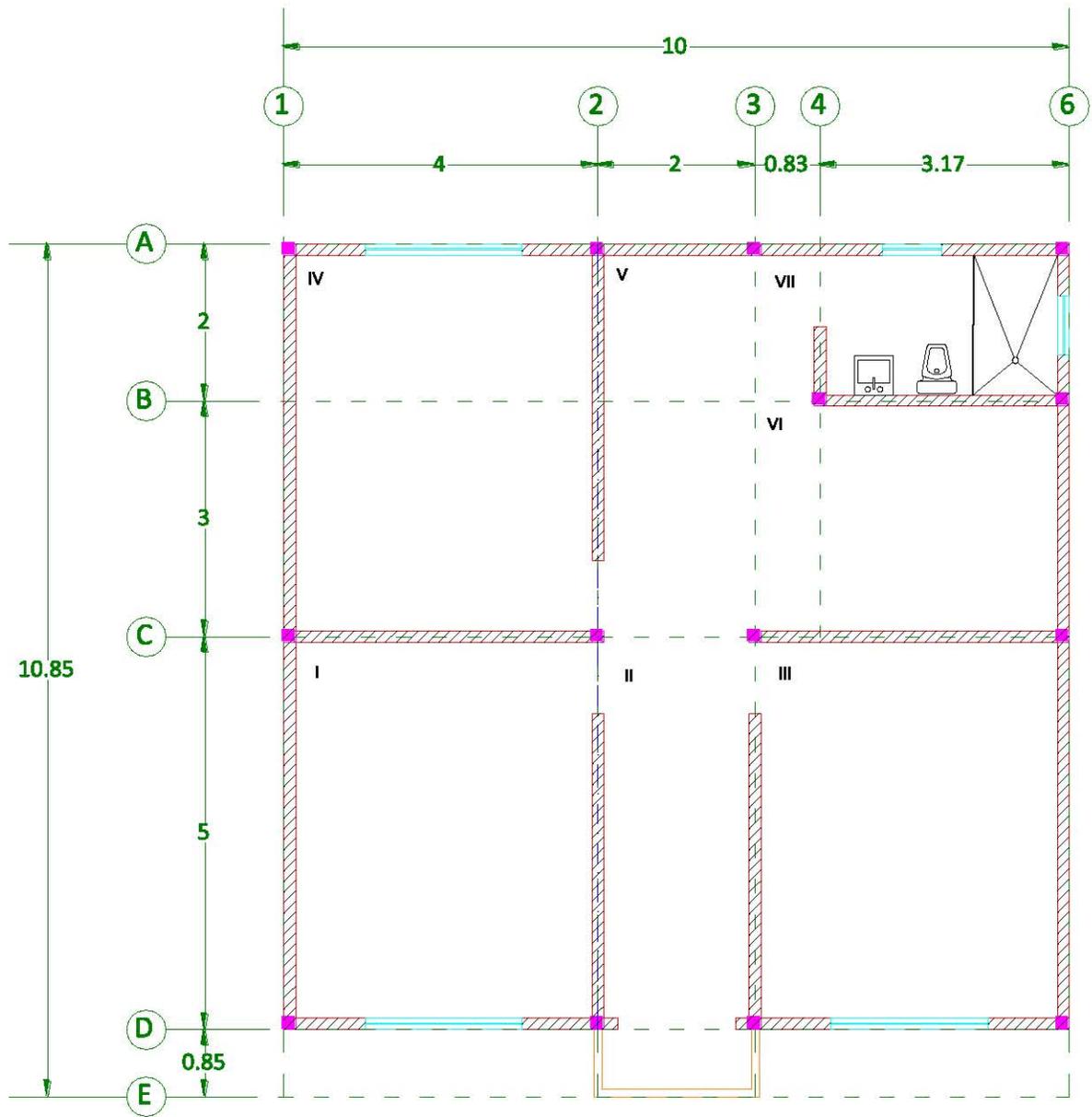
 Muro de carga

 Ventana

 Trabe

 Castillo

Planta baja



 Muro de carga

 Ventana

 Trabe

 Castillo

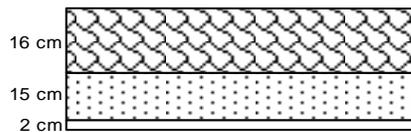
Planta alta

- **Análisis de cargas**

Para el análisis de las cargas de servicio se consideran, cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y las cargas accidentales.

Losa de azotea

Para la losa de azotea y de entrepiso se propondrán elementos prefabricados del tipo de "losafácil", por su economía, seguridad y facilidad constructiva.



Material	Espesor (m)	Peso Vol. (Ton/m ³)	Peso total (Ton/m ²)
Enladrillado	0	0	0
Mortero	0	0	0
Relleno de tepetate	0.16	1.6	0.256
Losa de concreto		-	0.167
Plafon de yeso	0.02	1.5	0.03
∑ CM=			0.453

> Cargas de servicio

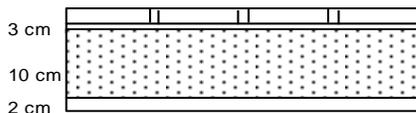
Cargas permanentes

$$\begin{aligned}
 CM &= 0.453 \text{ ton/m}^2 \\
 Cad &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\
 CV &= \underline{0.1} \text{ ton/m}^2 \\
 \mathbf{CT} &= \mathbf{0.593} \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned}
 CM &= 0.453 \text{ ton/m}^2 \\
 Cad &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\
 CV &= \underline{0.07} \text{ ton/m}^2 \\
 \mathbf{CT} &= \mathbf{0.563} \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Losa de entrepiso



Material	Espesor (m)	Peso Vol. (Ton/m ³)	Peso total (Ton/m ²)
Piso	-	-	0.03
Mortero	0.03	2.1	0.063
Losa	-	-	0.191
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.03
∑ CM=			0.314

> Cargas de servicio

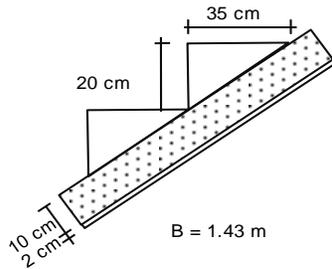
Cargas permanentes

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.314 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.17} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \underline{0.524} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.314 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.09} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \underline{0.444} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Losa de escalera



Material	Espesor (m)	Peso Vol. (Ton/m ³)	Peso total (Ton/m ²)
Piso	-	-	0.03
Escalón	0.095	1.8	0.171
Losa	-	-	0.191
Plafón de yeso	0.02	1.5	0.03
Σ CM=			0.422

> Cargas de servicio

Cargas permanentes

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.422 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.35} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \underline{0.812} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + accidentales

$$\begin{aligned} \text{CM} &= 0.422 \text{ ton/m}^2 \\ \text{Cad} &= 0.04 \text{ ton/m}^2 \\ \text{CV} &= \underline{0.15} \text{ ton/m}^2 \\ \text{CT} &= \underline{0.612} \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

- **Diseño de la losa de azotea**

Datos:

Dimensiones		
h =	9	cm
b =	13	cm
Peso =	4.77	kg/ml
Capa de compresión =	4	cm
Espesor =	0.15	cm
Fy =	2531.0931	kg/cm ²
Long. De apoyo =	2.5	cm
Separación =	89	cm

Longitud de diseño de perfil tipo colmena



Azotea

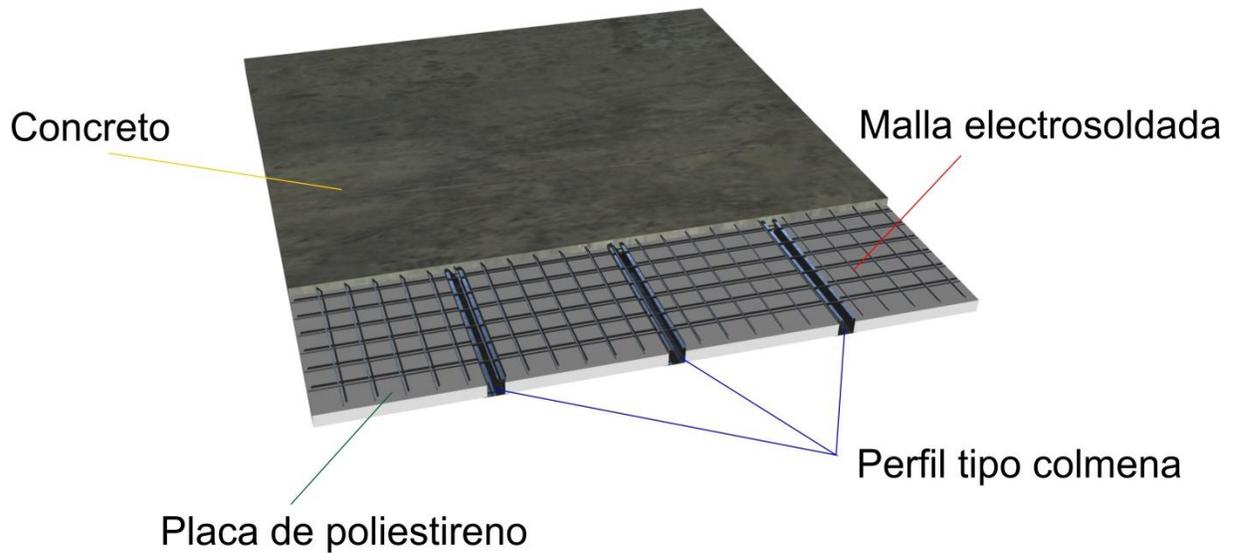
Claro a ejes =	4.03	m
Claro libre =	3.91	m
Longitud de la vigueta =	3.96	m
Longitud de diseño =	3.935	m
Carga de diseño =	0.593	ton/m ²

LUZ (m)	Wu (Kgf/m ²)				
	S=0,89				
	e=4,0 (cm)	e=4,5 (cm)	e=5,0 (cm)	e=5,5 (cm)	e=6,0 (cm)
2,00	2711	2881	3050	3220	3389
2,10	2474	2628	2781	2935	3089
2,20	2266	2406	2546	2687	2827
2,30	2084	2212	2340	2468	2596
2,40	1922	2040	2158	2275	2393
2,50	1779	1887	1996	2104	2213
2,60	1651	1751	1851	1952	2052
2,70	1536	1629	1722	1815	1908
2,80	1433	1519	1606	1692	1779
2,90	1340	1420	1501	1582	1662
3,00	1255	1331	1406	1482	1557
3,10	1179	1249	1320	1391	1461
3,20	1109	1175	1241	1308	1374
3,30	1045	1107	1170	1232	1294
3,40	987	1045	1104	1163	1221
3,50	933	988	1044	1099	1154
3,60	884	936	988	1041	1093
3,70	836	886	936	985	1035
3,80	793	840	887	934	981
3,90	753	797	842	887	931
4,00	716	758	800	843	885
4,10	681	722	762	802	843
4,20	649	688	726	764	803
Luz máxima sin apuntalamiento (m)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Peso (Kg/m)	167	179	191	203	215

e = espesor de la capa de compresión
 W_u = carga resistente

NOTA: De acuerdo a la tabla anterior el perfil resiste una carga mayor a la de diseño.

Croquis de armado de la losa:



- **Diseño de la losa de entepiso**

Datos:

Dimensiones		
$h =$	9	cm
$b =$	13	cm
Peso =	4.77	kg/ml
Capa de compresión =	5	cm
Espesor =	0.15	cm
$F_y =$	2531.0931	kg/cm ²
Long. De apoyo =	2.5	cm
Separación =	89	cm

Longitud de diseño de perfil tipo colmena



Entrepiso

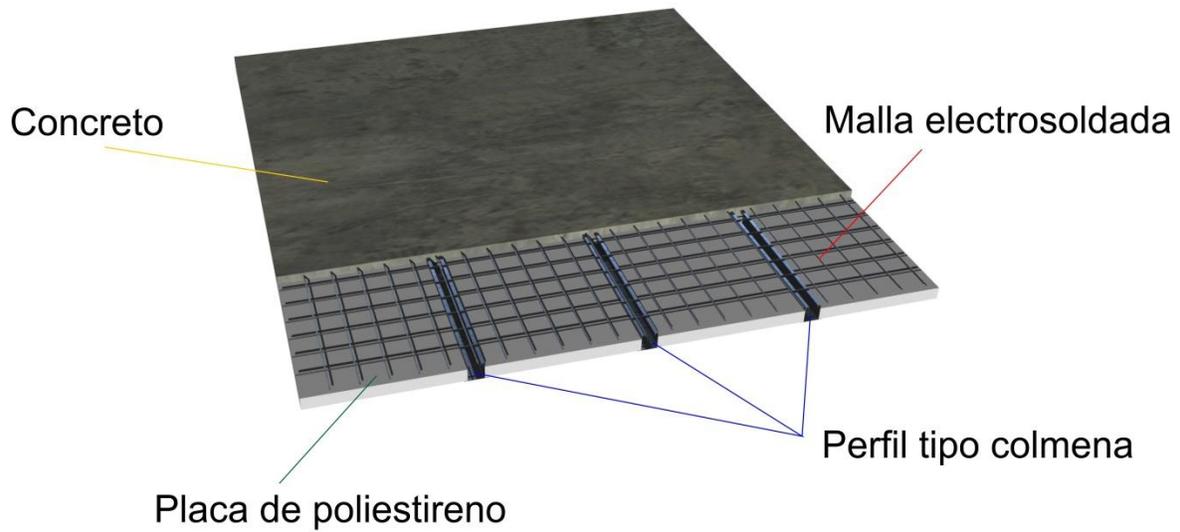
Claro a ejes = 4.03 m
 Claro libre = 3.91 m
 Longitud de la vigueta = 3.96 m
 Longitud de diseño = 3.935 m
 Carga de diseño = 0.593 ton/m²

LUZ (m)	Wu (Kgf/m ²)				
	S=0,89				
	e=4,0 (cm)	e=4,5 (cm)	e=5,0 (cm)	e=5,5 (cm)	e=6,0 (cm)
2,00	2711	2881	3050	3220	3389
2,10	2474	2628	2781	2935	3089
2,20	2266	2406	2546	2687	2827
2,30	2084	2212	2340	2468	2596
2,40	1922	2040	2158	2275	2393
2,50	1779	1887	1996	2104	2213
2,60	1651	1751	1851	1952	2052
2,70	1536	1629	1722	1815	1908
2,80	1433	1519	1606	1692	1779
2,90	1340	1420	1501	1582	1662
3,00	1255	1331	1406	1482	1557
3,10	1179	1249	1320	1391	1461
3,20	1109	1175	1241	1308	1374
3,30	1045	1107	1170	1232	1294
3,40	987	1045	1104	1163	1221
3,50	933	988	1044	1099	1154
3,60	884	936	988	1041	1093
3,70	836	886	936	985	1035
3,80	793	840	887	934	981
3,90	753	797	842	887	931
4,00	716	758	800	843	885
4,10	681	722	762	802	843
4,20	649	688	726	764	803
Luz máxima sin apuntalamiento (m)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Peso (Kg/m)	167	179	191	203	215

e = espesor de la capa de compresión
 W_u = carga resistente

NOTA: De acuerdo a la tabla el perfil resiste una carga mayor a la de diseño.

Croquis de armado de la losa:



- **Diseño de trabes**

***Trabe de azotea**

Datos		
$b =$	25	cm
$h =$	30	cm
$rec =$	5	cm
$d =$	25	cm
$f''c =$	200	kg/cm ²
$f_y =$	4200	kg/cm ²
Constantes de diseño		
$f''c =$	136	kg/cm ²
$f^*c =$	160	kg/cm ²
$\rho_{min} =$	0.002357	
$\rho_{max} =$	0.012143	

Diseño por flexión

Acero requerido por momento negativo.

$$M_{\max(-)} = 3.24 \quad \text{t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_{u(-)} = 4.536 \quad \text{t-m}$$

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(4.536 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.008904$$

$p_{\min} < \rho < p_{\max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.008904$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 5.57 \quad \text{cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 6 $\alpha_o = 2.85 \text{ cm}^2$

$$\underline{\underline{A_s \text{ real} = 5.70 \quad \text{cm}^2}}$$

Acero requerido por momento positivo.

$$M_{\max(+)} = 2.44 \quad \text{t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_{u(+)} = 3.416 \quad \text{t-m}$$

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.416 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.006420$$

$p_{\min} < \rho < p_{\max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.006420$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 4.01 \quad \text{cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 5 $\alpha_o = 1.98 \text{ cm}^2$

$$\underline{\underline{A_s \text{ real} = 3.96 \quad \text{cm}^2}}$$

Diseño por Cortante

$$V_{CR} = F_R b d [0.2 + 20(\rho)] \sqrt{f^* c}$$

$$V_{CR} = 2418.51 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{real}} = 0.00912$$

$$V_{\text{max}} = 3.56 \text{ ton}$$

$$V_u = 4984 \text{ kg}$$

$V_u > V_{CR}$
 \therefore Se requiere refuerzo

Colocar estribos # 2.5 en 2 ramas

$$A_v = 0.9897 \text{ cm}^2$$

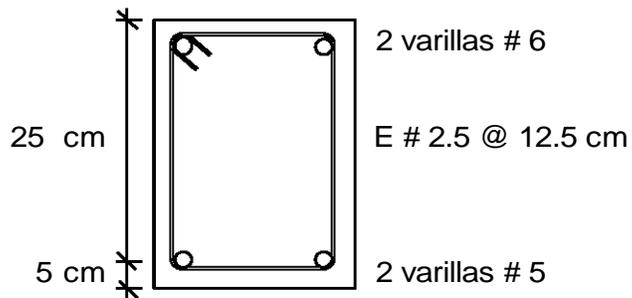
$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = 32.40383 \text{ cm}$$

$$s_{\text{min}} = 6 \text{ cm}$$

$$s_{\text{max}} = 12.5 \text{ cm}$$

\therefore Se usarán estribos del # 2.5 @ 12.5 cm



***Trabe de entrepiso**

Datos		
b =	25	cm
h =	30	cm
rec =	5	cm
d =	25	cm
f'c =	200	kg/cm ²
fy =	4200	kg/cm ²
Constantes de diseño		
f''c =	136	kg/cm ²
f*c =	160	kg/cm ²
ρ_{\min} =	0.002357	
ρ_{\max} =	0.012143	

Diseño por flexión

Acero requerido por momento negativo.

$$M_{\max(-)} = 3.15 \quad \text{t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_{u(-)} = 4.41 \quad \text{t-m}$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(4.41 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.008612$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.008612$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 5.38 \quad \text{cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 6 $\alpha_o = 2.85 \text{ cm}^2$

$$\underline{\underline{A_s \text{ real} = 5.70 \text{ cm}^2}}$$

Acero requerido por momento positivo.

$$M_{\max(+)} = 1.58 \quad \text{t-m}$$

$$F_c = 1.4$$

$$M_u(+)= 2.212 \quad \text{t-m}$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R bd^2 f''c}} \right) = \frac{136}{4200} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2.212 \times 10^5)}{(0.9)(25)(25^2)(136)}} \right)$$

$$\rho = 0.003991$$

$p_{\min} < \rho < p_{\max}$ Se acepta \therefore Se usará $\rho = 0.003991$

$$A_s = \rho bd$$

$$A_s = 2.49 \quad \text{cm}^2$$

\therefore Usar: 2 var # 4 $\alpha_o = 1.27 \text{ cm}^2$

$$A_s \text{ real} = 2.54 \quad \text{cm}^2$$

Diseño por Cortante

$$V_{CR} = F_R bd [0.2 + 20(\rho)] \sqrt{f^*c}$$

$$V_{CR} = 2418.51 \quad \text{kg}$$

$$\rho_{\text{real}} = 0.00912$$

$$V_{\max} = 3.11 \quad \text{ton}$$

$$V_u = 4354 \quad \text{kg}$$

$V_u > V_{CR}$
\therefore Se requiere refuerzo

Colocar estribos # 2.5 en 2 ramas

$$A_v = 0.9897 \quad \text{cm}^2$$

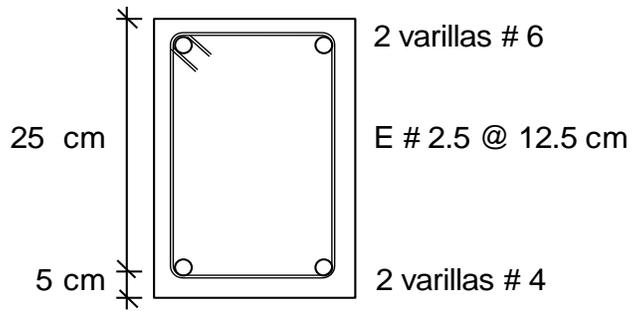
$$f_y = 4200 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$s = 42.95124 \quad \text{cm}$$

$$s_{\min} = 6 \quad \text{cm}$$

$$s_{\max} = 12.5 \quad \text{cm}$$

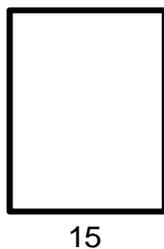
\therefore Se usarán estribos del # 2.5 @ 12.5 cm



- **Diseño de columnas:**

Columna 1:

Datos:



	$b = h_x = 15 \text{ cm}$	$P = 15 \text{ t}$
	$h = h_y = 20 \text{ cm}$	$M_x = 0 \text{ t-m}$
	$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$	$M_y = 0 \text{ t-m}$
20	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	$V_x = 0 \text{ t}$
	$\text{rec X} = 4 \text{ cm}$	$V_y = 0 \text{ t}$
	$\text{rec Y} = 4 \text{ cm}$	$dx = 11 \text{ cm}$
		$dy = 16 \text{ cm}$

1.- Elementos mecánicos de diseño

$F_c = 1.1$	$P_u = 16.500 \text{ t}$	$=$	16500 Kg
	$M_{ux} = 0.000 \text{ t-m}$	$=$	0.0 Kg-m
	$M_{uy} = 0.000 \text{ t-m}$	$=$	0.0 Kg-m
	$V_{ux} = 0.000 \text{ t}$	$=$	0.0 Kg
	$V_{uy} = 0.000 \text{ t}$	$=$	0.0 Kg

2.- Proponer

$$\rho = 0.02 \quad f''c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.4941$$

3.- Cálculo de Pro

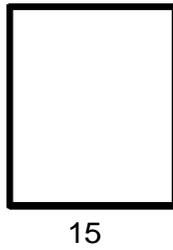
$$FR = 0.8$$

$$Pro = 60144 \text{ Kg}$$

$$Pro > Pu \quad \therefore \text{Si pasa}$$

Columna 2:

Datos:



$$\begin{aligned} b=h_x &= 15 \text{ cm} \\ h=h_y &= 20 \text{ cm} \\ f'_c &= 250 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^2 \\ \text{rec X} &= 4 \text{ cm} \\ \text{rec Y} &= 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 7.96 \text{ t} \\ M_x &= 0 \text{ t-m} \\ M_y &= 0 \text{ t-m} \\ V_x &= 0 \text{ t} \\ V_y &= 0 \text{ t} \\ dx &= 11 \text{ cm} \\ dy &= 16 \text{ cm} \end{aligned}$$

1.- Elementos mecánicos de diseño

$$\begin{aligned} F_c &= 1.1 & P_u &= 8.756 \text{ t} & = & 8756 \text{ Kg} \\ & & M_{ux} &= 0.000 \text{ t-m} & = & 0.0 \text{ Kg-m} \\ & & M_{uy} &= 0.000 \text{ t-m} & = & 0.0 \text{ Kg-m} \\ & & V_{ux} &= 0.000 \text{ t} & = & 0.0 \text{ Kg} \\ & & V_{uy} &= 0.000 \text{ t} & = & 0.0 \text{ Kg} \end{aligned}$$

2.- Proponer

$$\rho = 0.02 \quad f'_c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.4941$$

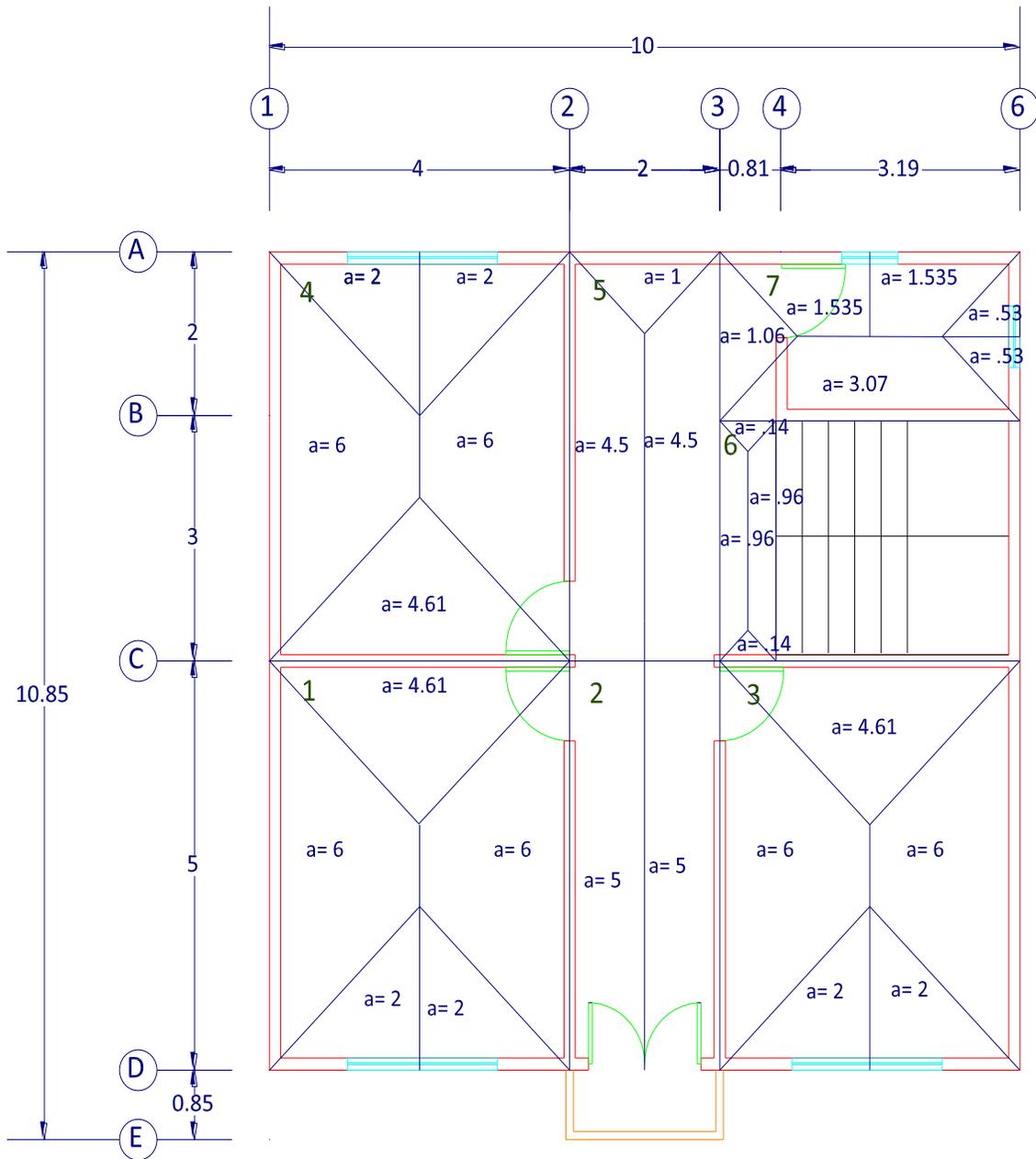
3.- Cálculo de Pro

$$FR = 0.8$$

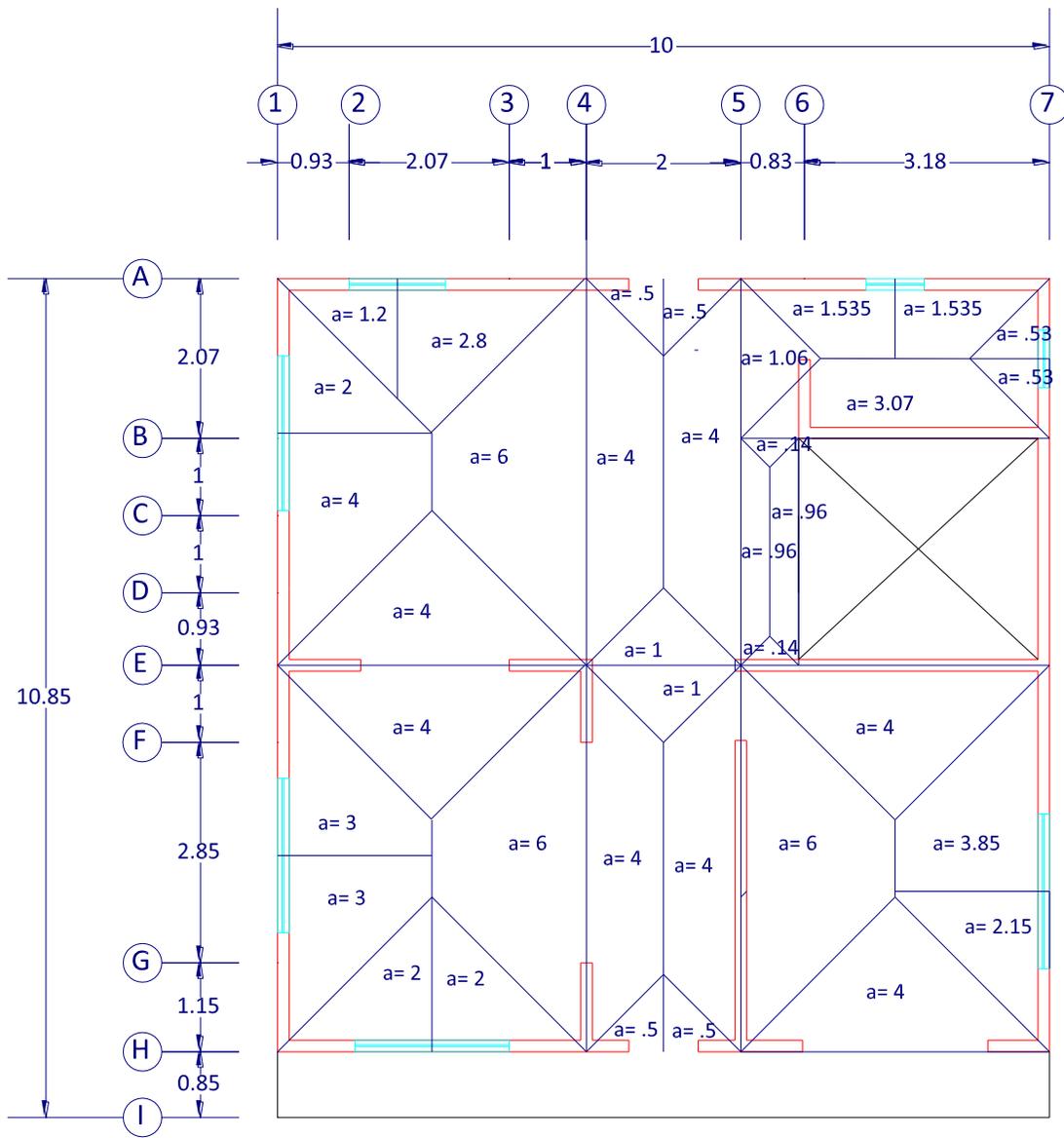
$$Pro = 60144 \text{ Kg}$$

$$Pro > Pu \quad \therefore \text{ Si pasa}$$

- Revisión de muros:



Áreas tributarias para muros de planta alta.



Áreas tributarias para muros de planta baja.

Revisión de muros ante cargas verticales:

En la primera columna se muestra el eje donde se encuentra localizado el muro, en la siguiente columna se muestra la longitud propia del muro, en la tercera columna se muestra el espesor del muro, en la cuarta columna se muestra el área de losa que le corresponde a cada muro obtenidas en el plano de las áreas tributarias, en la quinta columna se muestra el peso propio de la losa el cual se obtiene de la multiplicación del área tributaria por el peso de metro cuadrado de la losa, en la sexta columna se muestra el peso propio de los muros el cual se obtiene de la multiplicación del área del muro por el peso de metro cuadrado de muro, en la séptima columna es el peso total que va estar resistiendo el muro este se determina sumando el peso de la losa mas el peso del muro, en la octava columna se obtiene el peso ultimo de acuerdo con el reglamento se la agrega una carga del 40% o 50% de acuerdo con las especificaciones del Reglamento de Construcción del Distrito Federal y las Normas Técnicas Complementarias en este caso se multiplicó el peso total por 1.4, en la novena columna tenemos un factor de reducción de acuerdo con el Reglamento de Construcción del Distrito Federal y en la ultima columna se acuerdo con el reglamento y con la fórmula para la obtención de la carga que resiste el muro la cual dice que $(0.6 (FE) * (longitud\ del\ muro) * (el\ espesor\ del\ muro) * (resistencia\ del\ block))$ comparando la columna diez con la columna ocho se aprecia que todos los muros resisten la carga a la que van a estar expuestos.

Planta alta

w losa = 593 kg/cm²
 w muro = 252 kg/cm²
 altura del muro = 2.4 cm
 f_c = 1.4

Muro	Long. (cm)	Espesor (cm)	Área tributaria (m ²)	Carga total de la losa (Kg)	Peso propio del muro (Kg)	Carga vertical actuante		FE	carga vertical resistente (Kg)
						P(Kg)	PU(Kg)		
1 A-D	1000	12	12	7116	6048	13164	18429.6	0.6	648000
2 A-D	1000	12	21.3	12630.9	6048	18678.9	26150.46	0.6	648000
3 C-D	500	12	11.28	6689.04	3024	9713.04	13598.256	0.6	324000
6 A-B	200	12	1.06	628.58	1209.6	1838.18	2573.452	0.7	151200
6 B'-D	593	12	6.22	3688.46	3586.464	7274.924	10184.8936	0.7	448308
A 1-1'	104	12	2	1186	628.992	1814.992	2540.9888	0.7	78624
A 1"-2	96	12	2	1186	580.608	1766.608	2473.2512	0.7	72576
A 2-3	200	12	1	593	1209.6	1802.6	2523.64	0.7	151200
A 3-4'	163	12	1.535	910.255	985.824	1896.079	2654.5106	0.7	123228
A 5-6	163	12	1.535	910.255	985.824	1896.079	2654.5106	0.7	123228
C 1-2	400	12	9.19	5449.67	2419.2	7868.87	11016.418	0.6	259200
C 3-6	400	12	4.75	2816.75	2419.2	5235.95	7330.33	0.6	259200
D 1-1'	104	12	2	1186	628.992	1814.992	2540.9888	0.6	67392
D 1"-2	96	12	2	1186	580.608	1766.608	2473.2512	0.6	62208
D 3-4	96	12	2	1186	580.608	1766.608	2473.2512	0.7	72576
D 4"-6	104	12	2	1186	628.992	1814.992	2540.9888	0.7	78624

Entrepiso

$$W_2 = 593 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{\text{losa}} = 524 \text{ kg/cm}^2$$

$$w_{\text{muro}} = 252 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 240 \text{ cm}$$

Muro	Long. (cm)	Espesor (cm)	Área tributaria (m²)	Carga total de la losa (Kg)	Peso propio del muro (Kg)	Peso del nivel 2	Carga vertical actuante		FE	Carga vertical resistente (Kg)
							P(Kg)	PU(Kg)		
1 a-a''	100	12	2	1048	604.8	1186	2838.8	3974.32	0.6	64800
1 c-e	200	12	4	2096	1209.6	2372	5677.6	7948.64	0.6	129600
1 e-f'	146	12	3	1572	883.008	1779	4234.008	5927.6112	0.6	94608
1 f''-h	154	12	3	1572	931.392	1779	4282.392	5995.3488	0.6	99792
5 e-h	500	12	9.74	5103.76	3024	5775.82	13903.58	19465.012	0.6	324000
7 a-a'	66	12	0.53	277.72	399.168	314.29	991.178	1387.6492	0.6	42768
7 a''-b	65	12	0.53	277.72	393.12	314.29	985.13	1379.182	0.6	42120
7 d'-e	93	12	0.22	115.28	562.464	130.46	808.204	1131.4856	0.6	60264
7 e-f''	192	12	3.85	2017.4	1161.216	2283.05	5461.666	7646.3324	0.6	124416
7 f''''-h	108	12	2.15	1126.6	653.184	1274.95	3054.734	4276.6276	0.6	69984
a 1-2	93	12	1.3	681.2	562.464	770.9	2014.564	2820.3896	0.6	60264
a 2'-4	180	12	2.8	1467.2	1088.64	1660.4	4216.24	5902.736	0.6	116640
a 4-4'	55	12	0.5	262	332.64	296.5	891.14	1247.596	0.6	35640
a 4''-5	55	12	0.5	262	332.64	296.5	891.14	1247.596	0.6	35640
a 5-6'	163	12	1.535	804.34	985.824	910.255	2700.419	3780.5866	0.6	105624
a 6''-7	163	12	1.535	804.34	985.824	910.255	2700.419	3780.5866	0.6	105624
e 5-7	400	12	4.27	2237.48	2419.2	2532.11	7188.79	10064.306	0.6	259200
h 1-1'	100	12	2	1048	604.8	1186	2838.8	3974.32	0.6	64800
h 3-4	100	12	2	1048	604.8	1186	2838.8	3974.32	0.6	64800
h 4-4'	55	12	0.5	262	332.64	296.5	891.14	1247.596	0.6	35640
h 4''-5	55	12	0.5	262	332.64	296.5	891.14	1247.596	0.6	35640

- **Diseño de la cimentación:**

Se propone zapata corrida de concreto armado, con un metro de desplante, tomando en consideración un terreno con resistencia del suelo muy baja. En los cálculos se propusieron algunas fórmulas empíricas para ayuda en la propuesta de las dimensiones para iniciar el cálculo.

Zapata de centro

Datos:

Df = 1 m	Area _{trib} = 10.49 m ²	f'c = 200 t/m ²
P = 3.58821 t/m	w _{azotea} = 0.593 t/m ²	f*c = 160 t/m ²
γ _s = 1.3 t/m ³	w _{entrepiso} = 0.314 t/m ²	f''c = 136 t/m ²
γ _c = 2.4 t/m ³	No. niveles = 2	
γ _{muro} = 1.8 t/m ³	H = 2.4 m	
q _r = 5 t/m ²	L _{muro} = 4 m	
B _{prop.} = 1.2 m	C = 0.25 m	
Fc = 1.5	W _{losa de azotea} = 6.2206 ton	
fy = 4200	W _{losa de entrepiso} = 3.2939 ton	
Fr _{flexión} = 0.9	W _{muro} = <u>4.8384</u> ton	
Fr _{cortante} = 0.8	W = 14.3528 ton	

1. Descarga total.

W_s = 1.866 t/m
 P_T = 5.45421 t/m

2. Dimensionamiento.

L = 1 m
 B = 1.09084 m ≈ 1.1 m

3. Revisión de la presión de contacto.

q = 4.95837 t/m² < q_r = 5 t/m² ∴ Se acepta

4. Presión de diseño.

q_u = 4.89301 t/m²

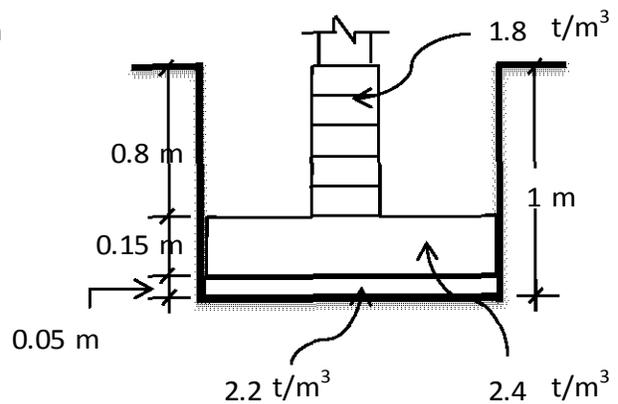
5. Diseño por cortante.

ℓ = 0.425 m d = 10 cm
 v_{CR} = 5.05964 kg/cm² h = 15 cm
 d ≥ 0.03748 m

Revisión del peso real:

W_{plantilla} = 0.121 ton
 W_{losa} = 0.396 ton
 W_{muro} = 0.36 ton
 W_{relleno} = 0.884 ton
W_{real} = 1.761 ton

Se acepta



6. Diseño por flexión.

$$M_u = 0.58143 \text{ t-m}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\rho_{\min} = 0.00236 > \rho = 0.00158 < \rho_{\max} = 0.01214$$

$$A_s = 1.577 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3:

$$a_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = 45.035 \text{ cm} \approx 45.000 \text{ cm}$$

> Sentido longitudinal.

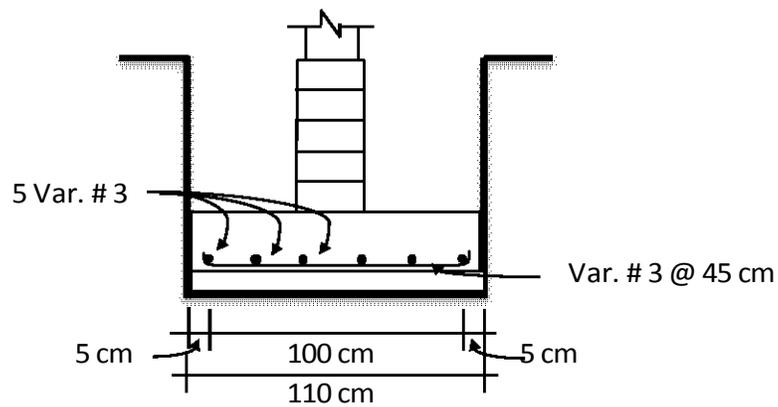
$$A_{st} = 3.07453 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3:

$$a_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = 23.093 \text{ cm} \approx 23.000 \text{ cm}$$

7. Croquis de armado.



Zapata de lindero

Datos:

$D_f = 1 \text{ m}$	$\text{Area}_{\text{trib}} = 6 \text{ m}^2$	$f'_c = 200 \text{ t/m}^2$
$P = 2.5701 \text{ t/m}$	$w_{\text{azotea}} = 0.593 \text{ t/m}^2$	$f^*_c = 160 \text{ t/m}^2$
$\gamma_s = 1.3 \text{ t/m}^3$	$w_{\text{entrepiso}} = 0.314 \text{ t/m}^2$	$f''_c = 136 \text{ t/m}^2$
$\gamma_c = 2.4 \text{ t/m}^3$	$\text{No. niveles} = 2$	
$\gamma_{\text{muro}} = 1.8 \text{ t/m}^3$	$H = 2.4 \text{ m}$	
$q_r = 5 \text{ t/m}^2$	$L_{\text{muro}} = 4 \text{ m}$	
$B_{\text{prop.}} = 0.642525 \text{ m}$	$C = 0.25 \text{ m}$	
$F_c = 1.4$	$W_{\text{losa de azotea}} = 3.558 \text{ ton}$	
$f_y = 4200$	$W_{\text{losa de entrepiso}} = 1.884 \text{ ton}$	
$Fr_{\text{flexión}} = 0.9$	$W_{\text{muro}} = \underline{4.8384} \text{ ton}$	
$Fr_{\text{cortante}} = 0.8$	$W = \underline{10.28} \text{ ton}$	

1. Descarga total.

$$W_s = 1.188671 \text{ t/m}$$

$$P_T = 3.758771 \text{ t/m}$$

2. Dimensionamiento.

$$L = 1 \text{ m}$$

$$B = 0.751754 \text{ m}$$

$$\approx \boxed{0.76 \text{ m}}$$

3. Revisión de la presión de contacto.

$$q = 4.945752 \text{ t/m}^2 < q_r = 5 \text{ t/m}^2 \quad \therefore \text{ Se acepta}$$

4. Presión de diseño.

$$q_u = 4.734395 \text{ t/m}^2$$

5. Diseño por cortante.

$$\ell = 0.51 \text{ m} \quad d = 10 \text{ cm}$$

$$v_{CR} = 5.059644 \text{ kg/cm}^2 \quad h = 15 \text{ cm}$$

$$d \geq 0.043638 \text{ m}$$

Revisión del peso real:

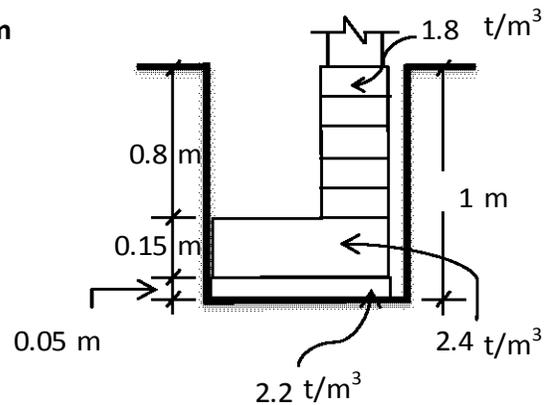
$$W_{\text{plantilla}} = 0.0836 \text{ ton}$$

$$W_{\text{losa}} = 0.2736 \text{ ton}$$

$$W_{\text{muro}} = 0.36 \text{ ton}$$

$$W_{\text{relleno}} = \underline{0.5304} \text{ ton}$$

$$W_{\text{real}} = \underline{1.2476} \text{ ton} \quad \text{Se acepta}$$



6. Diseño por flexión.

$$M_u = 0.775864 \text{ t-m}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\rho_{\min} = 0.002357 > \rho = 0.00212 < \rho_{\max} = 0.01214$$

$$A_s = 2.122 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3:

$$A_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = 33.458 \text{ cm} \approx 34.000 \text{ cm}$$

> Sentido longitudinal.

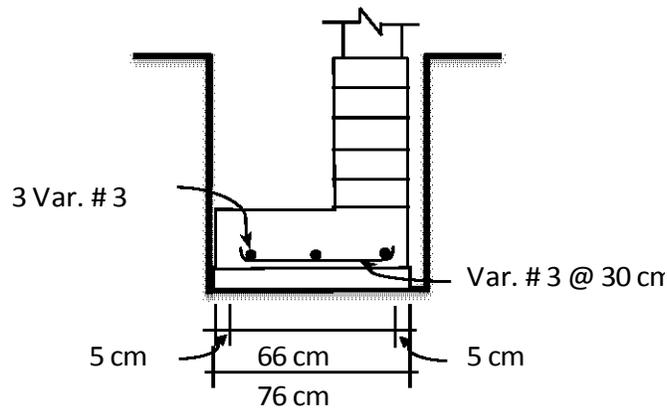
$$A_{st} = 3.074534 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3:

$$A_o = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = 23.093 \text{ cm} \approx 23.000 \text{ cm}$$

7. Croquis de armado.



5.2. Propuesta de los presupuestos los dos sistemas de casa habitación.

5.2.1. Presupuesto de la casa habitación común.

PRELIMINARES				
CIMENTACION				
Trazo y nivelación estableciendo puntos de referencia y bancos de nivel con equipo topográfico	108.50	M ²	\$6.00	\$651.00
Excavación en cepa para cimentación corrida con una profundidad de 1m	95.42	M ³	\$45.00	\$4,293.90
plantilla de concreto pobre de f'c=100 kg/cm ² de 5 cm de espesor	3.64	M ³	\$90.00	
Zapata de cimentación corrida Incluye cimbra y de cimbra Concreto f'c=250 kg/cm ² - 3/42	60.00	ml	\$750.00	\$45,000.00
Dala de desplante Incluye cimbra y de cimbra Sección de 15 x 20 cm Concreto f'c=250 kg/cm ²	60.70	ML	\$195.00	\$11,836.50
Total de cimentación				\$61,781.40

ESTRUCTURA				
Columna en estructura Incluye cimbra y descimbra Sección de 30 x 30 cm f'c=250 kg/cm ²	4.00	PZA	\$450.00	\$1,800.00
Castillo de concreto Sección de 15 x 15 cm, concreto f'c=250 kg/cm ² - Cimbra 2 caras.	97.20	MI	\$175.00	\$17,010.00
Cadena intermedia de concreto Incluye cimbra y descimbra. Sección de 15 x 20 cm, concreto f'c=250 kg/cm ²	60.70	MI	\$195.00	\$11,836.50
Losa de concreto armado de 10cm de espesor	208.50	m ²	\$700.00	\$145,950.00
Total de estructura				\$176,596.50

Estructura mas cimentación

\$238,377.90

ALBAÑILERÍA

Muro de tabique rojo recocido de 7 x 14 x 28 cm de espesor, Asentado con mortero cemento - arena 1:4 de 1.5 cm Acabado común	270.00	M ²	\$210.00	\$56,700.00
Firme de concreto hecho en obra, resistencia normal f'c=200 kg/cm ² , Agregado máximo 1 1/2" de 10 cm de espesor	90.03	M ²	\$125.00	\$11,253.75
Piso de concreto f'c= 200 kg/cm ² terminado concreto estampado, de 10 cm de espesor, en cochera y terrazas	93.50	m ²	\$250.00	\$23,375.00
Aplanado en muros con mortero cemento - arena 1:2 Espesor promedio de 2.5 cm	270.00	M ²	\$135.00	\$36,450.00
Aplanado en muros exteriores con mortero cemento - arena 1:3 Espesor promedio de 2.5 cm	199.80	M ²	\$145.00	\$28,971.00
Boiler normal	1.00	Pza	\$2,500.00	\$2,500.00
Total				\$159,249.75

Total de estructura, cimentación mas albañilería.

\$397,627.65

ACABADOS

Aplanado en plafón, regla y nivel con mortero cemento - arena 1:2 Espesor promedio de 2.5 cm	195.82	M ²	\$165.00	\$32,310.30
Terminado con pasta en muros y plafones,	182.82	M ²	\$45.00	\$8,226.90
Recubrimiento en muros de azulejo (15 x 30 cm) Asentado con mortero cemento - arena 1:4	56.70	M ²	\$250.00	\$14,175.00
Suministro y colocación de vitropiso de 30 x 30 asentado con pegapiso	56.70	M ²	\$300.00	\$17,010.00
Suministro y aplicación de pintura vinílica sobre muros y plafones. Incluye una mano de sellado y dos manos de pintura	665.62	M ²	\$25.00	\$16,640.50
Impermeabilización a base de dos capas.	101.70	m ²	\$65.00	\$6,610.50

Teja de barro de ala de 25x35 cm. asentada con mortero cemento arena 1:4.	10.00	m2	\$250.00	\$2,500.00
total de albañilería y acabados				\$97,473.20

Total de estructura, cimentación mas albañilería, acabados. \$495,100.85

INSTALACIONES

Instalación sanitaria				
Muebles sanitarios incluyendo accesorios y tuberías para su correcta instalación.	2.00	Pza.	\$3,500.00	\$7,000.00
Total de Instalación sanitaria				\$7,000.00

Total de estructura, cimentación mas albañilería, acabados, instalación sanitaria. \$502,100.85

Instalación eléctrica				
Total de cableado, centro de carga, lámparas, interruptores según proyecto arquitectónico.	12.00	Sal	\$450.00	\$5,400.00
Total de instalación eléctrica				\$5,400.00

Total de estructura, cimentación mas albañilería, acabados, instalación sanitaria, eléctrica. \$507,500.85

HERRERÍA

Puertas y ventanas metálicas incluye instalación de las mismas de cuerdo con proyecto arquitectónico, tanto de planta alta como planta baja.	12.00	pza	\$1,200.00	\$14,400.00
Total de HERRERIA				\$14,400.00

Total de estructura, cimentación mas albañilería, acabados, instalación sanitaria, eléctrica, herrería. \$521,900.85

JARDINERÍA				
-------------------	--	--	--	--

Suministro y colocación de pasto en rollo tipo Washington	20.00	M2	\$25.00	\$500.00
---	-------	----	---------	----------

Total de cimentación	\$61,781.40			
Total de estructura	\$176,596.50			
Total de albañilería	\$159,249.75			
Total de acabados	\$97,473.20			
Total de instalación sanitaria	\$7,000.00			
Total de herrería	\$14,400.00			
Total de jardinería	\$500.00			
Total de instalación eléctrica	\$5,400.00			

SUBTOTAL DE PRESUPUESTO	\$522,400.85			
15 % DE IVA	\$78,360.13			

TOTAL DEL PRESUPUESTO	\$600,760.98			
------------------------------	---------------------	--	--	--

5.2.2. Presupuesto de la casa habitación sustentable.

PRELIMINARES				
CIMENTACIÓN				
trazo y nivelación estableciendo puntos de referencia y bancos de nivel con equipo topográfico	108.50	M ²	\$6.00	\$651.00
excavación en cepa para cimentación corrida con una profundidad de 1m	95.42	M ³	\$45.00	\$4,293.90
plantilla de concreto pobre de f'c=100 kg/cm ² de 5 cm de espesor	3.64	M ³	\$90.00	
Zapata de cimentación corrida Incluye cimbra y de cimbra Concreto f'c=250 kg/cm ² - 3/42	60.00	ml	\$750.00	\$45,000.00
Dala de desplante Incluye cimbra y de cimbra Sección de 15 x 20 cm Concreto f'c=250 kg/cm ²	60.70	ML	\$195.00	\$11,836.50
Total de CIMENTACIÓN				\$61,781.40

ESTRUCTURA				
Columna en estructura Incluye cimbra y descimbra Sección de 30 x 30 cm f'c=250 kg/cm ² .	4.00	PZA	\$450.00	\$1,800.00

Castillo de concreto Sección de 15 x 15 cm, concreto f'c=250 kg/cm ² - Cimbra 2 caras.	146.00	MI	\$175.00	\$25,550.00
Cadena intermedia de concreto Incluye cimbra y descimbra. Sección de 15 x 20 cm, concreto f'c=250 kg/cm ² .	60.70	MI	\$195.00	\$11,836.50
Losa fácil con malla elotrosoldada.	208.50	m2	\$650.00	\$135,525.00
Total de estructura				\$174,711.50

Estructura mas cimentación

\$236,492.90

ALBAÑILERIA Y ACABADOS

Muro de ecoblock de 12 x 20 x 40 cm, Asentado con mortero cemento - arena 1:4 de 1.5 cm Acabado común	270.00	M ²	\$175.00	\$47,250.00
Firme de concreto hecho en obra, resistencia normal f'c=200 kg/cm ² , Agregado máximo 1 1/2" de 10 cm de espesor	90.03	M ²	\$125.00	\$11,253.75
Piso de concreto f'c= 200 kg/cm ² terminado concreto estampado, de 10 cm de espesor, en cochera y terrazas	93.50	m2	\$250.00	\$23,375.00
Aplanado en muros con mortero cemento - arena 1:2 Espesor promedio de 2.5 cm	270.00	M ²	\$135.00	\$36,450.00
Aplanado en muros exteriores con mortero cemento - arena 1:3 Espesor promedio de 2.5 cm	199.80	M ²	\$145.00	\$28,971.00
calentador solar de 215 lts	1.00	pza	\$11,185.00	\$11,185.00
Total				\$158,484.75

Total de estructura, cimentación mas albañilería y acabados

\$394,977.65

Aplanado en plafón, regla y nivel con mortero cemento - arena 1:2 Espesor promedio de 2.5 cm	195.82	M ²	\$165.00	\$32,310.30
Terminado con pasta en muros y plafones,	182.82	M ²	\$45.00	\$8,226.90
Recubrimiento en muros de azulejo (15 x 30 cm) Asentado con mortero cemento - arena 1:4	56.70	M ²	\$250.00	\$14,175.00
Suministro y colocación de vitropiso de 30 x 30 asentado con pegapiso	56.70	M ²	\$300.00	\$17,010.00
Suministro y aplicación de pintura vinílica sobre muros y plafones. Incluye una mano de sellado y dos manos de pintura	665.62	M ²	\$25.00	\$16,640.50
Impermeabilización a base de dos capas.	101.70	m2	\$65.00	\$6,610.50
Teja de barro de ala de 25x35 cm. asentada con mortero cemento arena 1:4.	10.00	m2	\$250.00	\$2,500.00
Total de ALBAÑILERIA Y ACABADOS				\$97,473.20

**Total de estructura, cimentación mas
albañilería, acabados.**

\$492,450.85

INSTALACIONES				
Instalación sanitaria				
Muebles sanitarios incluyendo accesorios y tuberías para su correcta instalación.	2.00	Pza	\$3,500.00	\$7,000.00
Total de Instalación sanitaria				\$7,000.00

**Total de estructura, cimentación más
albañilería, acabados, instalación
sanitaria.**

\$499,450.85

Instalación eléctrica				
Total de cableado, centro de carga, lámparas, interruptores según proyecto arquitectónico.	12.00	Sal	\$450.00	\$5,400.00
Celdas solares fotovoltaicas con interconexión de CFE.	1.00	Pza	\$19,112.00	\$19,112.00
Total de instalación eléctrica				\$24,512.00

**Total de estructura, cimentación mas
albañilería, acabados, instalación
sanitaria, eléctrica.**

\$523,962.85

HERRERIA				
Puertas y ventanas metálicas incluye instalación de las mismas de cuerdo con proyecto arquitectónico, tanto de planta alta como planta baja.	12.00	pza	\$1,200.00	\$14,400.00
Total de herrería.				\$14,400.00

**Total de estructura, cimentación mas
albañilería, acabados, instalación
sanitaria, eléctrica, herrería.**

\$538,362.85

JARDINERIA				
Suministro y colocación de pasto en rollo tipo Washington	20.00	M2	\$25.00	\$500.00

Total de cimentación				\$61,781.40
Total de estructura				\$174,711.50
Total de albañilería				\$158,484.75
Total de acabados				\$97,473.20
Total de instalación sanitaria				\$7,000.00
Total de herrería				\$14,400.00

Total de jardinería	\$500.00
Total de instalación eléctrica	\$24,512.00

SUBTOTAL DE PRESUPUESTO	\$538,862.85
15 % DE IVA	\$80,829.43

TOTAL DEL PRESUPUESTO	\$619,692.28
------------------------------	---------------------

5.3. Comparativa económica entre los dos sistemas de casa habitación.

Casa habitación común	Casa habitación sustentable
Presupuesto de construcción:	Presupuesto de construcción:
\$ 600,760.98	\$ 619,692.28

Diferencia = \$ 18,931.30

Mes 1	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$ 602,465.98	Total = \$ 619,758.28

Diferencia = \$ 17,292.30

Mes 2	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$ 602,795.98	Total = \$ 619,824.28

Diferencia = \$ 17,028.30

Mes 3	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$604,500.98	Total = \$619,890.28
Diferencia = \$ 15,389.30	

Mes 4	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$604,830.98	Total = \$619,956.28
Diferencia = \$ 15,125.30	

Mes 5	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$606,535.98	Total = \$620,022.28
Diferencia = \$ 13,486.30	

Mes 6	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$606,865.98	Total = \$620,088.28
Diferencia = \$ 13,222.30	

Mes 7	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$608,570.98	Total = \$620,154.28
Diferencia = \$ 11,583.30	

Mes 8	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$608,900.98	Total = \$620,220.28
Diferencia = \$ 11,319.30	

Mes 9	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$610,605.98	Total = \$620,286.28
Diferencia = \$ 9,680.30	

Mes 10	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$610,935.98	Total = \$620,352.28
Diferencia = \$ 9,416.30	

Mes 11	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$612,640.98	Total = \$620,418.28
Diferencia = \$ 7,777.30	

Mes 12	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$612,970.98	Total = \$620,484.28
Diferencia = \$ 7,513.30	

Mes 13	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$614,675.98	Total = \$620,550.28
Diferencia = \$ 5,874.30	

Mes 14	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$615,005.98	Total = \$620,616.28
Diferencia = \$ 5,610.30	

Mes 15	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$616,710.98	Total = \$620,682.28
Diferencia = \$ 3,971.30	

Mes 16	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$617,040.98	Total = \$620,748.28
Diferencia = \$ 3,707.30	

Mes 17	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ 1,375.00	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 1,705.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$618,745.98	Total = \$620,814.28
Diferencia = \$ 2,068.30	

Mes 18	
Precio de gas = \$ 330.00	Ahorro de un 80% = \$ 66.00
Energía eléctrica = \$ -	Energía eléctrica = \$ -
Sub total = \$ 330.00	Sub total = \$ 66.00
Total = \$619,075.98	Total = \$620,880.28
Diferencia = \$ 1,804.30	

Mes 19			
Precio de gas = \$	330.00	Ahorro de un 80% = \$	66.00
Energía eléctrica = \$	1,375.00	Energía eléctrica = \$	-
Sub total = \$	1,705.00	Sub total = \$	66.00
Total = \$	620,780.98	Total = \$	620,946.28
Diferencia = \$		165.30	

Mes 20			
Precio de gas = \$	330.00	Ahorro de un 80% = \$	66.00
Energía eléctrica = \$	-	Energía eléctrica = \$	-
Sub total = \$	330.00	Sub total = \$	66.00
Total = \$	621,110.98	Total = \$	621,012.28
Diferencia = -\$		98.70	

En la comparativa de los dos sistemas de casa habitación se apreció que después de un uso de veinte meses, la casa habitación sustentable es más costeable que la casa habitación común, pues en dicho mes se logra obtener un ahorro de \$98.70, libre de la inversión total.

CONCLUSIONES.

De acuerdo con el objetivo general establecido, el cual consistía en comparar económica y estructuralmente el funcionamiento de una casa habitación común y el de una vivienda sustentable, se encontró que la construcción de la casa habitación común requiere de una inversión de \$600,760.98, mientras que la sustentable requiere de \$619,692.28 para su edificación, pero durante un periodo de vida útil de 20 meses, en la vivienda común se ha gastado por consumo de gas y energía eléctrica, incluyendo si inversión de construcción, un total de \$ 621,110.98, en cambio en la casa sustentable, por los mismos consumos se han gastado \$ 621,012.28, por lo tanto con la casa habitación sustentable se generó un ahorro de \$98.70, y el ahorro es mas significativo con forme va transcurriendo su vida útil.

La diferencia estructural que existe entre los dos tipos de vivienda esta en los materiales empleados, ya que para casa habitación común se utilizo en sus muros tabique de barro rojo recocido y losas macizas de concreto reforzado, por el otra parte en la casa habitación sustentable se utilizó ecoblock en los muros y el sistema de losafacil en para las losas.

Continuando con los objetivos particulares planteados:

1. Analizar y comparar económica y estructuralmente los dos tipos de casa habitación.

Este objetivo se cumplió como ya se mencionó anteriormente durante la construcción la vivienda sustentable es \$ 18,931.30 más costosa que la

casa común, mientras que en un lapso de 20 meses la casa sustentable generó un ahorro de \$98.70 con respecto a la vivienda común. Estructuralmente solo existe la diferencia en los materiales empleados y en el sistema de las losas.

2. Clasificar los beneficios obtenidos por una casa sustentable.

Este objetivo se efectuó de manera satisfactoria y a continuación se presentan los principales beneficios:

- Se aprecia que durante su periodo de uso es más económica.
- Genera ahorro en el costo por consumo de la energía eléctrica el cual disminuye una vez que se utilizan las celdas fotovoltaicas.
- Disminución en el gasto por consumo de gas, lo que se logra utilizando el calentador solar el cual se usa para calentar el agua que se requiere en baños y lavabos.
- Ahorro en el consumo de agua de la red del sistema agua potable. Esto debido a la captación de agua de lluvia y con la utilización de filtros para su posterior aprovechamiento.
- Disminución en las emisiones de desechos contaminantes y se reduce la cantidad de residuos de construcción. Contando con el uso de materiales sustentables; producto del reciclado de residuos de construcción, una vez que termine su vida útil éstos podrán ser nuevamente reciclados lo que disminuye un impacto adverso al medio ambiente.

- Disminución en la emisión de gases como el dióxido de carbono (CO₂). Se obtiene con la colocación de un jardín adecuado en la azotea, permitiendo así que las plantas lleven a cabo el proceso de fotosíntesis que contribuye a tener una mejor calidad de vida.

3. Obtener las desventajas de una casa convencional con respecto a una sustentable.

Para cumplir este objetivo cabe destacar que una casa convencional genera mayores gastos en cuanto a economía durante su vida útil, además de que no cuenta con equipos que reducen los costos por consumos de energía eléctrica, gas y agua principalmente, otra desventaja apreciable es que no cuenta con áreas verdes que contribuyen a tener una mejor calidad de vida y por consiguiente existen una mayor cantidad de gases contaminantes en el medio ambiente.

4. Garantizar la seguridad y la economía de la vivienda sustentable.

Este objetivo se logró realizando un análisis y diseño estructural considerando los principales factores que contribuyen en la disminución de la resistencia estructural de esta vivienda como son los sismos.

5. Comparar el dimensionamiento de ambas casas.

Para este objetivo se encontró que las dos viviendas poseen dimensiones similares, puesto que los materiales empleados cuentan con

características que no provocan cambios en las formas de los elementos estructurales.

6. Averiguar que la casa habitación sustentable es una mejor opción para habitar.

Por ultimo este objetivo se obtuvo tomando en cuenta que actualmente el hombre juega un parte importante en el deterioro de la naturaleza, es por esto que es necesario conservar el medio ambiente en buen estado y que el impacto ambiental generado sea favorable tanto al ecosistema natural como a la sociedad. Por lo tanto si es una mejor opción vivir en este tipo de hogares.

Por lo tanto, ahora se puede responder a la interrogante principal planteada en la introducción de la presente tesis:

¿Cuál es la ventaja económica y estructural del sistema de una casa habitación y una del sistema sustentable?

En cuanto a la economía se puede notar que en la construcción de la edificación sustentable la inversión es mayor, pero se aprecia que durante su periodo de uso es más económica, ya que genera ahorro en el gasto de la energía eléctrica y el consumo de gas; utilizando el calentador solar.

Se encontró además, que las dos viviendas son estructuralmente similares siendo lo primordial en los dos casos la seguridad de los habitantes de las casas. La única diferencia estructural entre ellas es la diferencia de los materiales empleados.

Algunas ventajas que se pueden presentar en la vivienda convencional con respecto a la sustentable es el mantenimiento que se le da a la estructura, siendo un poco más barato en comparación con la autosustentable, además de tener una menor inversión durante la etapa constructiva.

BIBLIOGRAFÍA

Arnal Simón, Luis; Betancourt Suárez, Max. (2004)

Reglamento de construcciones para el Distrito Federal: reglamento y normas técnicas.

Ed. Trillas. México.

Beaufait, Fred W. (1981)

Análisis estructural.

Ed. Dossat. España

De Buen López de Heredia, Oscar. (1974)

Apuntes de diseño estructural

UNAM

Gonzales Cuevas, Oscar M. y Robles Fernández, Francisco. (2007)

Aspectos fundamentales del concreto reforzado.

Ed. Limusa. México.

Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. (2008)

Metodología de la investigación.

Ed. McGraw-Hill. México.

Larry W. Canter. (2000)

Manual de evaluación de impacto ambiental.

Ed. McGraw-Hill. Madrid; México.

Meli Piralla, Roberto. (2004)

Diseño estructural.

Ed. Limusa. México.

Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005)

Métodos de investigación y manual académico.

Ed. Porrúa. México.

Vázquez González, Alba B. y E. Cesar Valdez. (1994)

Impacto ambiental.

IMTA – UNAM. México.

OTRAS FUENTES DE INVESTIGACIÓN.

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem06/estatal/mic/m102/index.htm>

<http://ecoblocksadecv.blogspot.com/>

[http://www.hebel.mx/es/docs/Block-O_-_v09.319\(5\).pdf](http://www.hebel.mx/es/docs/Block-O_-_v09.319(5).pdf)

<http://www.eco-block.com/product/pdf/SpecificationSheet.pdf>