



# **UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**

Incorporación No. 8727 – 15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

## **Escuela de Ingeniería Civil**

### **ERRORES MÁS COMUNES EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA HABITACIÓN EN OBRA NEGRA, EN URUAPAN, MICHOACÁN**

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

**Presenta:**

**Verónica Polet Juárez Chávez**

Asesor:

Ing. Anastacio Blanco Simiano

Uruapan, Michoacán, a 24 de enero de 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## ÍNDICE.

### Introducción.

Antecedentes . . . . .	1
Planteamiento del Problema . . . . .	2
Objetivo . . . . .	3
Pregunta de investigación . . . . .	3
Justificación . . . . .	4
Marco de Referencia . . . . .	4

### Capítulo 1.- Características de la obra de construcción de casa habitación.

1.1. Como se considera un error, donde comúnmente suceden y como poder evitarlos . . . . .	6
1.2. Cimentaciones . . . . .	8
1.2.1. Cimentaciones directas . . . . .	9
1.2.2. Cimentaciones en pozo . . . . .	13
1.2.3. Cimentaciones profundas . . . . .	14
1.3. Cimientos corridos . . . . .	18
1.3.1. Fabricación errónea del concreto para cimientos corridos . . . . .	19
1.3.2. Dimensiones indebidas para la piedra zanja . . . . .	22
1.3.3. Anclaje con recubrimiento insuficiente . . . . .	24
1.4. Tratamiento de rellenos . . . . .	26
1.4.1 Acumulación de relleno sin la debida compactación . . . . .	26
1.5. Calzaduras . . . . .	30

## **Capítulo 2.- Elementos estructurales**

2.1. Introducción al diseño estructural . . . . .	33
2.1.1. Importancia de los criterios de diseño en la estructuración . . . . .	34
2.1.2. Propiedades de los Materiales estructurales . . . . .	36
2.2. Muros como elemento estructural de una casa . . . . .	39
2.2.1. Interferencia de accesorios sanitarios y eléctricos . . . . .	42
2.2.2. Recubrimiento deficiente del concreto en los elementos . . . . .	44
2.3. Columnas . . . . .	44
2.3.1. Acero longitudinal mal confinado por los estribos . . . . .	45
2.3.2. Topes de acero en encofrado de columnas . . . . .	47
2.4. Vigas . . . . .	48
2.4.1. Recubrimiento insuficiente del acero en vigas . . . . .	51
2.4.2. Redistribución del acero longitudinal en las vigas . . . . .	53
2.4.3. Interferencia de las tuberías de PVC en las vigas . . . . .	54
2.5. Losas macizas y/o aligeradas . . . . .	54
2.6. Error que se presenta en la construcción de escaleras . . . . .	57

## **Capítulo 3.- Macro y microlocalización**

3.1. Generalidades . . . . .	60
3.1.1. Objetivo . . . . .	60
3.1.2. Alcance del proyecto . . . . .	61
3.2. Resumen ejecutivo . . . . .	61
3.3. Entorno geográfico . . . . .	61
3.3.1. Macro y microlocalización . . . . .	62

3.3.2. Geología regional y de la zona de estudio . . . . .	64
3.3.3. Hidrología regional y de la zona de estudio . . . . .	66
3.4. Uso de suelo regional y de la zona de estudio . . . . .	67
3.5. Informe fotográfico . . . . .	68
3.5.1. Problemática . . . . .	71
3.5.2. Estado físico actual . . . . .	71
3.6. Alternativas de solución . . . . .	71
3.6.1. Planteamiento de alternativas . . . . .	71
3.7. Proceso de análisis . . . . .	72
<b>Capítulo 4.- Metodología.</b>	
4.1. Método empleado . . . . .	73
4.1.1 Método matemático . . . . .	74
4.2. Enfoque de la investigación . . . . .	75
4.2.1. Alcance de la investigación . . . . .	77
4.3. Diseño de la investigación . . . . .	79
4.4. Instrumentos de recopilación de Datos . . . . .	81
4.5. Descripción del proceso de investigación . . . . .	82
<b>Capítulo 5.- Análisis de resultado.</b>	
5.1. Calidad de la obra en Obra negra . . . . .	84
5.2. Clasificación general de errores en la construcción . . . . .	87
5.2.1. Errores que aparecen por los riesgos catastróficos . . . . .	87
5.2.2. Errores de la propia obra . . . . .	91
5.2.3. Errores que aparecen por los riesgos convencionales . . . . .	92

5.3. Control de riesgos en la obra	. . . . .	93
5.3.1. Seguridad estructural	. . . . .	97
5.4. Tabla con los errores más comunes detectados en construcción en casa habitación en dicha zona de estudio	. . . . .	99
5.5. Interpretación de datos	. . . . .	103
<b>Conclusiones</b>	. . . . .	<b>104</b>
<b>Bibliografía</b>	. . . . .	<b>107</b>

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

La construcción se considera como un arte muy antiguo el cual ha ido evolucionando a medida que avanza el tiempo y con este la ciencia, ya que esta aporta a la utilización de nuevos materiales de construcción, métodos o formas de construir. Lo más importante de la construcción es a que esta va dirigida a la humanidad y por lo tanto lo que hagamos afecta de manera positiva o negativa en la vida del ser humano.

El sector construcción no cuenta con antecedentes ni datos comprobables para conocer los errores más frecuentes y los más graves en edificación, así como su cantidad y su costo.

Es paradójico que en las escuelas de Ingeniería Civil y de Arquitectura aprendan a corregir los errores y fallas de sus proyectos, las cuales son señaladas por sus profesores, sin embargo, es una costumbre que en la práctica profesional no se evalúen las obras y los errores. Y aun los más graves se ocultan o son ignorados por la mayoría de la gente o por los mismos Ingenieros o Arquitectos.

Cualquier falla solo se hace evidente cuando puede implicar pérdidas y problemas, y la manera más efectiva para evitar ese escenario es la aplicación de normas y reglamentos. Los errores más graves, en el caso de edificaciones, son causados por fallas naturales o humanas, esto se puede ejemplificar en la estructura física de los edificios porque las fallas pueden producir pérdidas materiales o de vidas.

Las producidas por causas naturales se dan, por ejemplo, en ciudades ubicadas en zonas sísmicas, costeras o que puedan inundarse.

Los errores causados por motivos humanos son por negligencia, por errores en el diseño de la estructura o porque no se cumplieron los reglamentos vigentes. Esto implica una responsabilidad para quienes participaron en la construcción; especialmente en inmuebles que han causado muertes y grandes pérdidas económicas.

Previamente al consultar en la biblioteca de la universidad Don Vasco A.C no se conoce ni se encuentra ninguna tesis con este título, y por lo tanto esta será por el momento única.

### **Planteamiento del problema.**

Consiste en conocer y estar preparados de lo que pueda pasar si por algún motivo ya mencionado anteriormente (error humano o natural) pueda llegar a fallar la estructura de la edificación de una casa habitación.

La localización es un factor muy importante en el comportamiento y diseño de cualquier estructura, se debe tener en cuenta factores como el suelo, las estructuras vecinas, entre otros factores. Y de no saberlo o no prestar atención en dichas fallas se puede llegar a colapsos de la estructura sufriendo pérdidas de todo tipo.

En el presente trabajo, se dará a conocer los errores más comunes que se presentan al construir dicha edificación en obra negra, y así poder evitar daños materiales, económicos y sobre todo pérdidas humanas.



¿Los ingenieros, arquitectos y/o personas externas, deben de estar informados sobre los errores que se presentan en la construcción en obra negra de una casa habitación?

### **Objetivos:**

#### **Objetivo general**

Identificar los errores más comunes que se presentan en obra negra en una casa habitación.

#### **Objetivos particulares**

1. Conocer e identificar los principales errores y los posibles métodos constructivos para que no ocurra.
2. Identificar cuáles son las causas que hacen que se presenten dichos errores.
3. Conocer ciertos métodos de supervisión de obra para evitar caer en posibles errores.
4. Fortalecer los conocimientos en la construcción de obra negra en una casa habitación.

#### **Pregunta de investigación**

Con el siguiente trabajo se busca responder la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los errores más comunes que se presentan en obra negra en la construcción de una casa habitación?

## **Justificación**

La construcción al paso de los tiempos se ha ido modificando gracias a las grandes investigaciones que los ingenieros han valorado como los distintos métodos empleados en ella, así como las tecnologías empleadas en la construcción que nos ayudan en el rendimiento y las necesidades humanas.

Es importante conocer todas las propiedades que se tienen al hacer la obra negra de una casa habitación, desde tener una buena cimentación hasta un buen armado de ella, para que esta se encuentre en las condiciones aceptables y no llegue a ocurrir errores o bien a presentarse en dicha obra, llevándonos a daños extremos. Es por eso por lo que la siguiente investigación define y menciona lo más común en errores presentados en obra negra, y, por lo tanto, tomar conciencia de como poder llegar a evitarlos.

Beneficiando a los propios Ingenieros Civiles y Arquitectos, para un buen balance constructivo y a tomar precauciones al momento de construir dicha obra ya mencionada, para que no tengan problemas a tal grado de que les quiten su cedula profesional.

## **Marco de referencia**

Este trabajo se realizará y se hablará bajo las condiciones del municipio de Uruapan, Michoacán. En donde la ciudad de Uruapan tiene un clima templado, una gran vegetación y con una fuerte producción de aguacate anual con calidad nacional y en su mayoría de exportación y que por la cual se le conoce como “la capital mundial

del aguacate”. Ésta misma se le considera la segunda ciudad más importante y con mayor población del estado de Michoacán. Su nombre oficial es Uruapan del Progreso.

Los datos recopilados por el Censo de Población y Vivienda del INEGI en 2010, en el municipio de Uruapan la población es de 315,350 habitantes y la ciudad de Uruapan cuenta con 264,439 habitantes lo que la hace la segunda ciudad más poblada del estado de Michoacán.

## CAPÍTULO 1

### CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE CASA HABITACIÓN.

En este capítulo se hablará sobre cómo definir un error, donde comúnmente se presentan y que sería lo más recomendable para evitarlos, así como las cimentaciones más comunes existentes, su definición, sus principales características y modo de empleo, así como los errores más comunes empleados que se presentan al momento de hacer el trabajo.

#### **1.1. Como se considera un error, donde comúnmente suceden y como poder evitarlos.**

Para comenzar se le conoce como error a algo equivocado o desacertado. Puede ser una acción, un concepto o una cosa que no se realizó de manera correcta.

Un error en la construcción se considera a las fallas que después de tiempo aparecen, a las cosas que evidentemente marcan que la estructura está mal construida y que ese método o esa técnica que utilizaron no fue la adecuada. Conocer los errores comunes en construcción te permitirá reducir costos importantes, especialmente si es la primera vez que experimentas un proceso como este en tu vivienda. Aunque también hay que decir que apegarse a un presupuesto es primordial para que todo marche satisfactoriamente o para que evites endeudamientos innecesarios.

No consultar con profesionales en este campo: el motivo es simple, los expertos, o los Ingenieros que cuentan con una reputación irrefutable, saben trabajar con eficacia, ética y profesionalismo. Esto se traduce en que no incurrirán en fallas de

diseño, ni cometerá los errores comunes de construcción que terminarán perjudicándote en el corto, mediano y largo plazo.

Estos errores comúnmente ocurren en la hora de planificar y calcular una casa habitación como: tener un piso sin caída para el desagüe del baño, acumular decenas de enchufes en una misma toma, tomar en cuenta el agua que se filtra por la ventana cuando hay lluvias y no quedan selladas correctamente, el hundimiento por una mala cimentación, losa pandeada por no usar el correcto acomodo de acero, entre más cosas.

¿Cómo evitar los errores comunes en construcción?

1. Trabajar con una empresa especializada en Diseño y Construcción. Cuando contratas a expertos te estás asegurando de que todo marche con éxito porque se minimizan los riesgos y se maximizan los resultados, lo cual es 100% favorable.
2. No comprar materiales de dudosa procedencia. Asesorarte con un experto para conocer qué tipo de materiales compaginan mejor con tu obra. Y en base a ello tomar decisiones que justifiquen una buena relación precio-calidad. Recordar que los ahorros de hoy pueden convertirse en los gastos del mañana. Así que no se debería sacrificar cualidades como durabilidad o resistencia, al momento de elegir tus materiales de construcción.
3. Cumple con los trámites legales.
4. La planificación es la clave. Planificar implica conocer la obra, contactar a expertos, fijar un presupuesto, hacer cálculos, o respetar las metas y tiempos de construcción.

Es recomendable tomar decisiones y resolver los problemas que se presentan al instante.

## **1.2. Cimentaciones.**

Las cimentaciones tienen como misión transmitir al terreno las cargas que soportan la estructura del edificio. De modo general se puede decir que existen dos tipos de cimentación, que principalmente vayan a soportar esfuerzos de compresión o además tensiones de tracción. Esta consideración afecta al material que va a constituir la cimentación.

Los propósitos de una cimentación son:

- Ser suficientemente resistentes para no fallar por cortante.
- Soportar esfuerzos de flexión que produce el terreno, para lo cual se dispondrán armaduras en su cara inferior.
- Flexibles, acomodarse a posibles movimientos del terreno.
- Soportar las agresiones del terreno y del agua y su presión, si las hay.

El primer caso corresponde con estructuras sencillas basadas principalmente en los muros de cargas. Se pueden emplear las cimentaciones denominadas ciclópeas en las que se emplean sillares de piedra u hormigón en masa, sin armadura, aunque se recomienda la inclusión de un armado mínimo con objetivo de absorber las tensiones producidas por distintos factores, si el suelo es firme no es necesario construir el cimiento de concreto ciclópeo.

Deben preverse tomas de muestras adicionales a medida que la obra avanza con objeto de detectar alteraciones en las condiciones del suelo, aparición de estratos diferentes a los previstos, alteraciones en el nivel de la capa freática, etc.

A los efectos del estudio de interacción que son suelo – cimentación, las zapatas se clasifican en rígidas y flexibles según la relación entre el canto total ( $h$ ) y el vuelo máximo ( $V_{max}$ ). Como se aprecia en la figura 1.1, según el manual de cimentaciones.

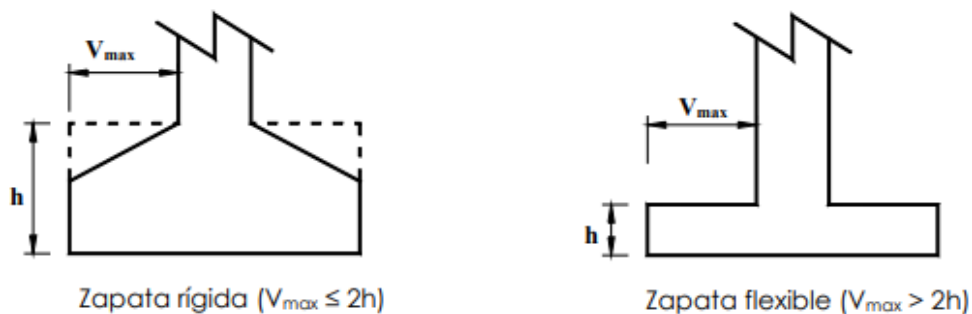


fig. 1.1 Concepto de rigidez estructural

(CTE\_P1; 2006:148)

### 1.2.1. Cimentaciones directas.

#### a) Zapatas aisladas.

Las zapatas aisladas son bloques de hormigón armado de planta cuadrada o rectangular. Normalmente soportan un único pilar salvo que, en casos excepcionales, un ejemplo claro es cuando por motivos de longitud de la sección del edificio se requiere duplicar la estructura en algún punto para establecer juntas de dilatación. Se utiliza cuando el terreno es firme, con presiones medias altas y se esperan asentamientos diferenciales reducidos.

Planta de cimentación con zapatas aisladas. Como se aprecia en la figura 1.2, según el manual de cimentaciones.

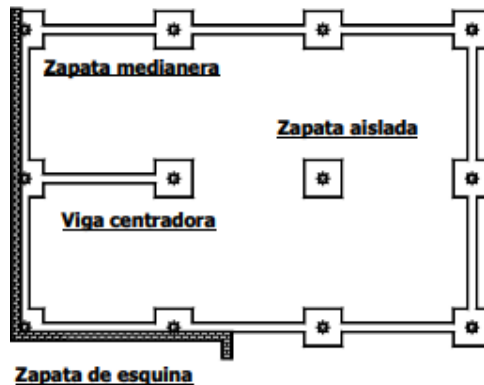


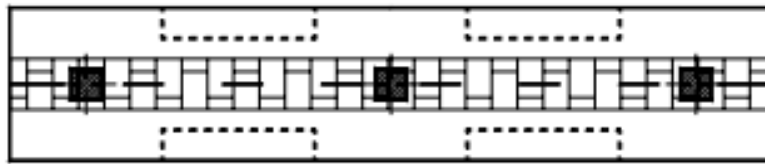
fig.1.2 tipos de cimentaciones directas

(CTE\_P1; 2006:147)

b) Zapatas combinadas o corridas.

Este tipo de cimentación se emplea cuando las zapatas aisladas se encuentran muy próximas o incluso se solapan. La causa que originan esta situación son varias: la proximidad de los pilares, la existencia de fuertes cargas concentradas que pueden dar lugar a elevados asientos diferenciales, la escasa capacidad existente del terreno, o la presencia de discontinuidades de este. Si el número de pilares que soporta es menos de 3 se denominan combinadas. También se utilizan para apoyar muros de capacidad portante (muros de carga o muros de contención de tierras). Como se aprecia en la figura 1.3, según el manual de cimentaciones.





**Zapata corrida**

fig.1.3 tipos de cimentaciones directas

(CTE\_P1; 2006:147)

c)Emparrillado.

En el emparrillado, la estructura se asienta en una única cimentación constituida por un conjunto de zapatas corridas dispuestas de retícula ortogonal. Este tipo de cimentación se emplea cuando la capacidad portante del terreno es escasa o cuando presenta una elevada heterogeneidad, lo que hace prever que puedan producirse asentamientos diferenciales importantes que constituyan un riesgo elevado para la integridad del edificio. Como se aprecia en la figura 1.4, según el manual de cimentaciones.

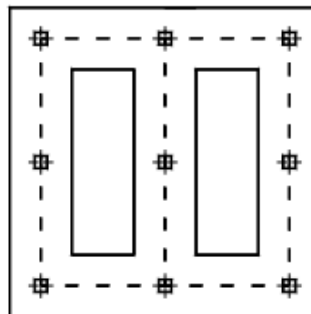


fig. 1.4 tipos de cimentaciones directas

(CTE\_P1; 2006:147)

c) Losas.

La cimentación por losa se emplea como en un caso extremo de los anteriores cuando la superficie ocupada por las zapatas o por el emparrillado represente un porcentaje elevado de la superficie total. La losa puede ser maciza, aligerada o disponer de refuerzos especiales para mejorar la resistencia a punzonamiento bajo los soportes individualmente (dominados pedestales si están sobre la losa y refuerzos si están bajo ella) o por líneas (nervaduras). Como se aprecia en la figura 1.5, según el manual de cimentaciones.

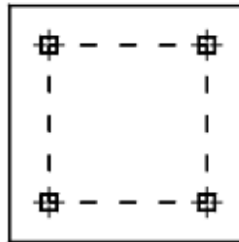


fig.1.5 tipos de cimentaciones directas.

(CTE\_P1; 2006:147)

En particular, también cabe emplear este tipo de cimentaciones cuando se diseñan cimentaciones “compensadas”. En ellas el diseño de la edificación incluye la existencia de sótanos de forma que el peso de las tierras excavadas equivale aproximadamente al peso total de edificio; la losa distribuye uniformemente las tensiones en toda la superficie y en este caso los asentamientos que se esperan son reducidos. Si el edificio se distribuye en varias zonas de distinta altura deberá

proveerse la distribución proporcional de los sótanos, así como juntas estructurales. Como se aprecia en la figura 1.6, según el manual de cimentaciones.

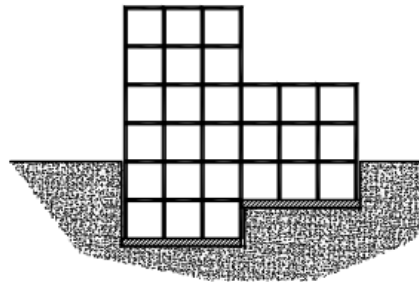


fig.1.6. Ejemplos de estado límite de servicio

(CTE\_P1; 2006:154)

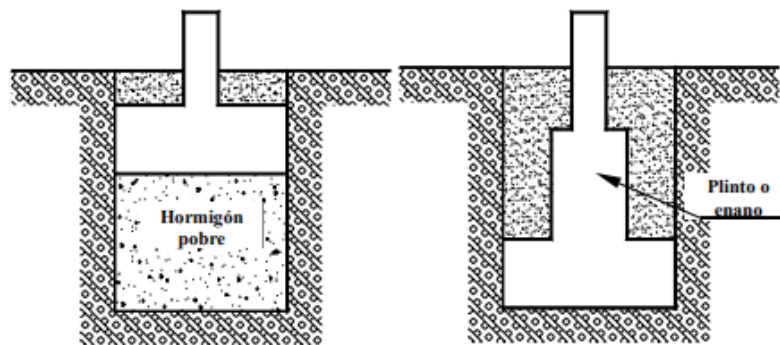
La cimentación por losa en terrenos comprensibles, al crear un hundimiento generalizado de los estratos inferiores, requiere un estudio adicional de los asientos inducidos en las edificaciones colindantes.

### **1.2.2. Cimentaciones en pozo.**

La cimentación en pozo constituye una solución intermedia entre cimentaciones profundas y superficiales, se aplica cuando la resistencia del suelo requerida se alcanza a profundidades medias, pero sin que se justifiquen la necesidad de cimentar pilotes.

Para su ejecución se excava un pozo hasta la cota resistente, y a partir de aquí, existen dos posibilidades. La primera consiste en rellenar el pozo con hormigón pobre hasta cota conveniente y, sobre esta columna, se apoya la zapata. La segunda

consiste en ejecutar la zapata directamente sobre el suelo y, con objeto de no aumentar la esbeltez del pilar, apoyar este sobre un plinto de hormigón. En ambos casos es preciso considerar en el cálculo el peso adicional, sea del bloque del relleno de hormigón o de la tierra sobre la zapata. Como se aprecia en la figura 1.7, según el manual de cimentaciones.



**Tipos de pozos de cimentación**

Fig. 1.7 (CTE\_P1; 2006:150)

Cuando existan momentos o esfuerzos horizontales elevados aplicados en la base del pilar y el empuje lateral del terreno sea escaso deben introducirse vigas centradoras.

### **1.2.3. Cimentaciones profundas.**

Las cimentaciones profundas se emplean cuando los estratos superiores del terreno no son aptos para soportar una cimentación con zapatas.

Las cimentaciones profundas se eligen en el momento que los esfuerzos que transmite una estructura no se pueden distribuir de forma óptima utilizando

cimentaciones semiprofundas, cimentaciones superficiales, o al momento de elegir otra solución que sea probable, pero esta solución no cumple con los lineamientos o sobrepasa la capacidad portante del tipo de suelo al que puede alcanzar. Esto quiere decir que las cimentaciones profundas son capaces de alcanzar el tipo de suelo con óptimas capacidades portantes a grandes profundidades cosa que no pueden hacer otros tipos de cimentaciones que logran menores longitudes.

Cuando se presenten asientos imprevisibles. Si los estratos que se encuentran próximos a los cimientos pueden generar cualquier tipo de asiento imprevisible a cierta profundidad, esto puede suceder en terrenos que se caracterizan por ser rellenos o que cuentan con una baja calidad.

Se considera una cimentación como profunda cuando su extremo inferior sobre su terreno se encuentra a una profundidad superior a ocho veces su anchura o diámetro. Por su mayor complejidad tanto en su modo de trabajar como en la ejecución o en los materiales empleados no existe una clasificación clara por lo que se pasa a exponer estos aspectos aclarando que cada pilote se obtiene combinando todas ellos.

- a) Configuración. Se considera cuatro configuraciones principales: pilotes, grupos de pilotes, zonas pilotadas y micropilotes.

Los pilotes aislados son aquellos que están lo suficientemente alejados de los demás pilotes como para que no exista interacción geotécnica entre ellos. Los grupos de pilotes se encuentran unidos por elementos lo suficientemente rígidos como para que los pilotes trabajen conjuntamente. Las zonas pilotadas son aquellas en la que los pilotes no sirven de apoyo directo a los soportes, sino que están colocados para reducir

los asientos o asegurar la estructura. En estos casos los pilotes son de escasa capacidad portante individual y estar situados a distancias regulares.

Por último, los micropilotes son aquellos compuestos por una armadura metálica formada por tubos, barras o perfiles colocados en un taladro de pequeño diámetro inyectado con lechada de mortero a presión más o menos elevada, este tipo de elementos se emplea fundamentalmente en operaciones de recalce de cimentaciones que han sufrido asientos diferenciales de suficiente importancia como para haber producido deterioros en la integridad del edificio.



Recalce de cimentación con micropilotes. Fig. 1.8

(Prontuario-suelos-Cimentaciones.pdf;18)

b) Forma de trabajo

Los pilotes tienen tres partes: punta, fuste y encepado o apoyo. Su modo de trabajo depende de la naturaleza del terreno y de la profundidad a la que se encuentre un estrato resistente.

Cuando no resulta técnica o económicamente viable alcanzar un estrato con resistencia adecuada se diseñan los pilotes para su trabajo por fuste, en cuyo caso se denomina flotante, y transmiten la carga al terreno por rozamiento. Si existe la posibilidad de llegar a una zona de mayor resistencia se considera que el pilote trabaja por punta. Como se aprecia en la fig. 1.9, según el manual de cimentaciones.

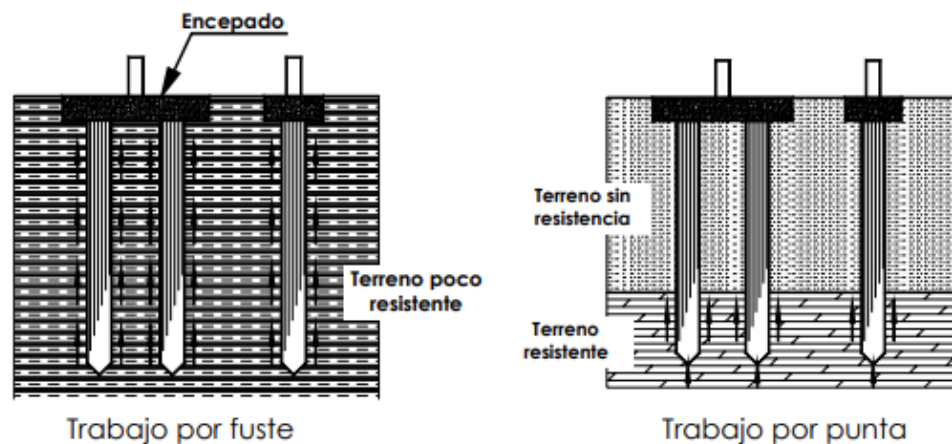


fig. 1.9 esquemas de cimentaciones profundas (pilotes)

(CTE\_P1; 2006:170)

Los encepados se pueden arriostrar, es decir, rigidizar cuando resulte necesario mediante vigas centradoras en una o en dos direcciones.

El Encepado es un elemento constructivo de constitución robusta, que sirve para enlazar grupos de pilotes con los pilares o muros estructurales del edificio.

c) Materiales. La construcción de pilotes admite distintos materiales:

Hormigón armado ejecutado “in situ” mediante excavación previa, aunque también podrán realizarse mediante desplazamientos del terreno o con técnicas mixtas (excavación y desplazamiento parcial).

Hormigón prefabricado que podrá ser hormigón armado (hormigones de alta resistencia) u hormigón pretensado o postensado. Hay que tener en cuenta que, si los pilotes son de gran longitud, los armados deben de estar previstos para soportar las tensiones derivadas del transporte.

El hormigón es un material de construcción formado por una mezcla de cemento, arena, agua y grava o piedra machacada. Además, el hormigón puede llevar algún tipo de aditivo para mejorar sus características dependiendo del uso que se le vaya a dar a la mezcla. Cuanta más pequeña sea la grava, más fino será el hormigón. Este hormigón fino se puede utilizar, por ejemplo, para suelos de hormigón pulido. Acero configurado en secciones huecas de forma tubular o con perfiles en doble U; también perfiles laminados en H. Madera que se podrá utilizar para pilotar zonas blandas amplias, apoyo de estructura con losa o terraplenes. Mixtos, formados de acero tubular rodeados y/o rellenos de mortero.

### **1.3. Cimientos corridos.**

El cimiento corrido es hecho a base de concreto ciclópeo, cuyo diseño se recomienda en el manual de CAPECO “costos y presupuestos de edificación” (CAPECO,2004); su objetivo es transmitir las cargas de la estructura portante hacia el suelo. En realidad, estos cimientos son “zapatas aisladas alargadas”, que por su gran peralte no requieren diseño de corte, y son utilizados como cimentación de estructuras de albañilería y/o concreto armado.



Las capas superficiales de suelo son poco firmes y, por tanto, inadecuadas para servir de sostén a la edificación. Pero las capas más profundas, más estables y resistentes, pueden soportar el basamento de la construcción y, por lo tanto, el peso total de la edificación. Para encontrar la capa del suelo firme se hace la excavación para los cimientos y se rellena con hormigón, así se consigue un volumen y superficie capaces de transmitir los esfuerzos de compresión o cargas de las edificaciones de forma homogénea. Este procedimiento se denomina cimentación y cuando es de forma continua, cimentación corrida.



Fig. 1.10. Cimentación corrida

(PUCP; 2013: 19)

### **1.3.1. Fabricación errónea del concreto para cimientos corridos**

En algunas ocasiones, cuando se fabrica el cemento ciclópeo, se comete el error de aglomerar demasiadas piedras grandes dentro del concreto de tal modo que sobrepasan el 30% del volumen total (no recomendado por el RNE,2009), dejando menos concreto de lo requerido, entonces, es probable que el acero que nace de aquella cimentación ya no esté completamente rodeado de concreto (por las piedras

de zanja en exceso), lo que a su vez disminuye la superficie de adherencia del acero frente al concreto.

Se puede apreciar en las figuras 1.11 (a) y (b) a las piedras de zanja aglomeradas en el cemento, de tal modo que el concreto queda prácticamente desplazado por completo.



Figs. 1.11. (a, b): Concreto ciclópeo mal dosificado, las piedras de zanja ocupan la mayor parte del cemento corrido.

(PUCP; 2013: 19)

En la figura 1.12 se representa de manera didáctica una comparación de las formas en que deberían colocarse las piedras de zanja dentro de un cemento corrido. En la forma incorrecta las piedras de zanja chocan unas con otras, y a la vez con el acero, en la forma correcta se distingue cierta holgura en la separación, siendo la pasta de cemento y arena el elemento predominante.

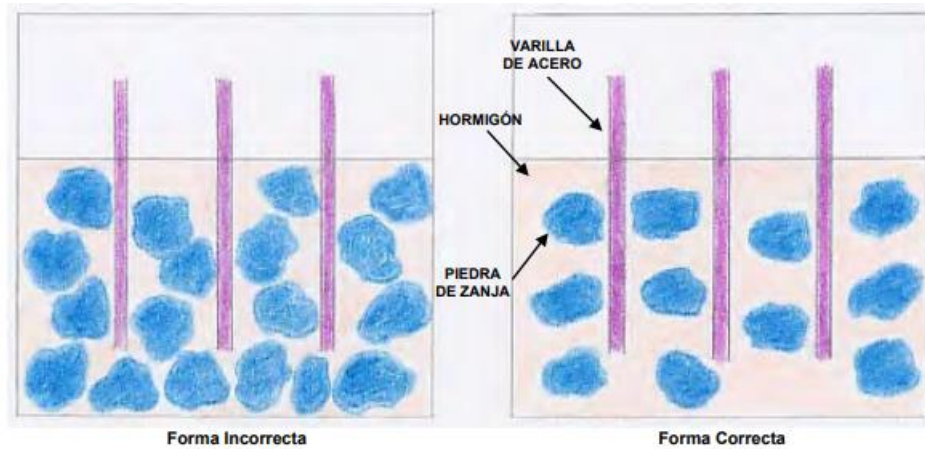


Fig. 1.12. Forma Incorrecta y Correcta de dosificar el concreto ciclópeo con la inclusión de piedras de zanja.

(PUCP; 2013: 19)

De acuerdo al RNE E.060 (2009), en el Art. 22.10.1.b se menciona que la piedra de zanja no debe ocupar más del 30% del volumen total, es decir casi una tercera parte. Para garantizar esto se debe llenar primero la zanja con una capa de 20 cm de espesor, luego, por cada bugui de mezcla se deben depositar piedras en un volumen equivalente al 40% o 45% del concreto que había en el buggy, con lo cual se obtendría la siguiente dosificación:

- Volumen de concreto: 100% de 1 buggy
- Volumen de piedra: 45% de 1 buggy

Volumen total de la tanda = 100% + 45% = 145% de 1 buggy

Luego: Volumen de piedra / Volumen total de la tanda = 45% / 145% = 31%

Por lo tanto, este procedimiento nos garantiza que la piedra de zanja ocupe aproximadamente el 30% del volumen total del concreto.

### **1.3.2. Dimensiones indebidas para la piedra zanja.**

Son piedras que tienen forma angulosa o redondeada y que se añaden al concreto de los cimientos. Pueden medir hasta 25 cm de lado o de diámetro. Las piedras de zanja no deben quebrarse fácilmente al golpearse unas con otras. Al momento de su colocación, deben estar limpias de polvo u otras materias extrañas.

En algunas ocasiones, al momento de escoger las piedras de zanja que servirán para fabricar el concreto ciclópeo, no se hace una selección debida, arrojando a la mezcla piedras de cualquier tamaño. Este mal procedimiento genera problemas en la dosificación, pues lo más probable es que el volumen ocupado por las piedras sea mayor que el del concreto. También se generarán problemas de adherencia entre el acero y el concreto, ya que, al ser piedras muy grandes, al momento de ser depositadas en la zanja se toparán unas con otras y, a las barras de acero, las cuales terminarán por no estar completamente rodeadas de concreto.





Figs. 1.13: Tamaño de piedras de zanja con respecto al tamaño de un hombre.

(PUCP; 2013: 20)

Piedra de zanja de aproximadamente 22 pulg. de tamaño, dimensión no recomendada para ser usada en el concreto ciclópeo.

Recomendación: De acuerdo al RNE E.060 (2009), en el Art. 22.10.1.c se menciona lo siguiente: “La mayor dimensión de la piedra desplazadora no excederá de la mitad de la menor dimensión del elemento, ni será mayor de 250 mm”.

Por lo general un cimiento corrido no tiene menos de 0.40m de ancho, por lo que el lado más grande de la piedra de zanja no debe ser mayor de 0.20m, por lo que se puede concluir que el tamaño de estas piedras está en el rango de 8 a 10 pulg.

En un cimiento corrido el concreto sirve de conexión al aporte de resistencia que le otorgan las mismas piedras.

### **1.3.3. Anclaje con recubrimiento insuficiente.**

El anclaje de las armaduras en un cimiento corrido debe mantener una separación con respecto del suelo (el acero se monta sobre unos dados de concreto), y para lograr este objetivo se recomienda primero vaciar un colado con concreto pobre (con esto se consigue mayor exactitud), a partir de ahí se le da el recubrimiento al acero.

La práctica anterior es obviada en muchas obras, y en lugar de los dados de concreto para el recubrimiento, se colocan piedras de aproximadamente 7 cm de diámetro (distancia que generalmente especifican los diseños), inclusive ni siquiera se compacta el suelo donde reposará el cimiento (ver figuras 1.14 y 1.15). Al momento de vaciar el concreto el impacto es suficiente como para desplazar de su sitio a las piedras utilizadas como espaciadores, entonces la armadura caerá y descansará en el suelo perdiéndose el recubrimiento y mermándose la superficie de adherencia entre acero y concreto.



Fig. 1.14: Carencia de solado en la base del futuro cimiento.

(PUCP; 2013: 22)



Fig. 1.15: Anclajes erróneamente apoyados en piedras de poca estabilidad. (PUCP; 2013: 22)

Recomendación: Es importante construir un colado en donde reposará el cimiento (previa compactación del suelo), pues sirve para trazar y ubicar la correcta posición de las armaduras, además es más fácil hacer una limpieza en caso de que se

contamine con desperdicios de otros materiales, y a la vez la malla de acero no sufre ningún tipo de asentamiento al encontrarse con una capa de concreto rígida.

Los espaciadores de concreto deben permitir una forma de sujetarse a las varillas de acero de la armadura.

#### **1.4. Tratamientos de relleno.**

El estudio geotécnico tiene por finalidad conocer las características del terreno que soportará la obra tanto en su fase de ejecución definiendo:

- La naturaleza de los materiales a excavar.
- Modo de excavación y utilización de los mismos.
- Los taludes a adoptar en los desmontes de la explanación.
- La capacidad portante del terreno para soportar los rellenos y la estructura.
- La forma de realizarlos y sus taludes, tanto en fase de obra como en fase de puesta en servicio previendo los asentamientos que puedan producirse y el tiempo necesario para que se produzcan.
- Los coeficientes de seguridad que deben adoptarse.
- Las medidas a tomar para incrementarlos caso de no ser aceptables.
- Las operaciones necesarias para disminuir los asentamientos y/o acelerarlos.

##### **1.4.1. Acumulación de rellenos sin la debida compactación.**

Durante la etapa inicial de un proyecto, luego de haber construido la cimentación, el paso siguiente es rellenar los espacios vacíos entre zapatas y/o cimientos (ver figura 1.16), y aunque la estructura que irá encima será solo una losa de piso, también requiere que el suelo por debajo esté bien compactado.





Fig. 1.16: Típico escenario, en el que los espacios entre los cimientos deben ser completados con material de relleno. (PUCP; 2013: 24)

En algunos casos el constructor vacía el material de relleno olvidando el proceso de compactación por capas, esto generará problemas de asentamiento de losas, y conforme pase el tiempo irán apareciendo fisuras cada vez más notorias. Este problema ocurre con bastante frecuencia en los pisos de los estacionamientos.



Fig. 1.17 Acumulación de relleno sin compactar, incluso con abundancia de piedras grandes.

(PUCP; 2013: 24)

Es evidente, que los procedimientos de compactación que se utilizan en el laboratorio y los que después se usan en el campo no son idénticos. Actualmente se sabe que diferentes métodos de compactación por los que se lleve a muestras de un mismo suelo al mismo peso volumétrico seco producen suelos con diferentes propiedades mecánicas. También se verá subsecuentemente que estas diferencias son relativamente menos importantes en gravas, arenas y, en general, en suelos con partículas de forma equidimensional de estructura simple, que, en suelos finos de carácter arcilloso, con partículas de forma laminar y estructuras elaboradas y basadas en nexos interarticulares de carácter electroquímico.

Todo proceso de compactación implica una doble acción sobre a estructura de los suelos. En primer lugar, será preciso romper y modificar la estructura original que el suelo tenía en el lugar de donde fue recogido; en segundo lugar, habrá que actuar sobre él, modificando la disposición o acomodo de, sus grumos o partículas, para hacer que el conjunto adopte la nueva estructura, más densa. Es dudoso pensar que los efectos de compactación alcancen en suelos finos a disgregar los grumos en sus partículas individuales y es posible que sea más conveniente hablar de estructura de grumos, antes que de estructura de partículas. Esto según la secretaria de comunicaciones y transportes, (1992).

Recomendación: Para mejorar la capacidad portante de un suelo se recomienda la compactación por capas. En el caso tratado, el material de relleno debe contener en su mayoría agregado fino, para que al momento de la compactación pueda liberarse el aire contenido en el relleno.

En cierta medida el agua es útil para este procedimiento, pero de ninguna manera se debe inundar al material, pues los espacios vacíos se saturan de líquido haciendo más difícil la compactación por cualquier método.

De acuerdo al RNE CE.010 (2010), en el Art. 5.5.3.b, se recomienda que, para rellenos de confinamiento, el espesor de las capas a compactarse debe ser de 15 a 20 cm, y se exige que el material de relleno debe estar libre de gravas, piedras y materiales vegetales; sin embargo, lo anterior es para “pavimentos”, un ambiente pequeño, con tránsito mucho más reducido y cargas menores podría no tratarse con la misma intensidad.

Tipos de compactación dinámica, existen dos variantes de compactación dinámica: la clásica (CDC) y la rápida (CDR). En la CDC, los impactos se dan con una pesa que se levanta con una grúa y se deja caer, libremente, sobre la superficie del terreno. A su vez, en la CDR, la pesa se levanta con un sistema hidráulico y se deja caer sobre una zapata que está en contacto con el terreno.

“Por supuesto que una compactación deficiente trae como consecuencia daños de distintos niveles a la obra. Para ejemplificar procesos inadecuados, incorrectos o con fallas, se pueden mencionar algunos casos de deficiencias de compactación como son las grietas laterales en un canal y en el fondo del mismo canal, u otros problemas como el descenso del suelo de apoyo de un pavimento y grietas en un terraplén.

En este sentido y en cualquier obra, es de suma relevancia tener en mente que la compactación es uno de los factores que deben considerarse en la confección del proyecto”. Según Alejandro Ampuero, subgerente de DICTUD.

## 1.5. Calzaduras

Cuando el edificio a construir cuenta con semisótano y/o sótanos, es necesario bajar el nivel del suelo varios metros, restándole soporte lateral al cimiento vecino. Para contrarrestar esto se construyen las llamadas “calzaduras laterales”, que son una simulación temporal de un muro de contención, y las cuales, deben seguir un procedimiento ya normado. El problema empieza cuando se van incrementando los niveles y el concreto de la calzadura aún no ha alcanzado su resistencia máxima, entonces, debe resistir el empuje cada vez mayor del suelo, a todo esto, debemos añadir que las juntas frías entre bloques de las calzaduras también son zonas débiles.

En algunas ocasiones se construyen los bloques de la calzadura uno seguido del otro, No se recomienda esta práctica pues de esta forma el concreto del bloque inmediato anterior aún no está del todo endurecido. En la figura 1.18 se puede apreciar la construcción de dos bloques de una calzadura demasiado cerca uno del otro (uno ya está encofrado), separados solamente por un bloque de concreto que apenas soporta la calzadura superior, la cual se encontraría en estado de colapso inminente.



Fig. 1.18: Trabajador encofrando dos forados para fabricar bloques de calzadura (nivel inferior), a los cuales solo los separa un pequeño bloque de concreto. (PUCP; 2013: 11)

Recomendación: Si las calzaduras son de dos niveles a más, es necesario construirlas de modo que los bloques de un nivel se encuentren cada uno por debajo de dos bloques del nivel inmediato anterior, nunca va un bloque montado encima de otro. Se busca que cada bloque posea siempre una base donde apoyarse temporalmente mientras se van construyendo los bloques del nivel inmediato inferior.

En la figura 1.19 se muestran los bloques de concreto alineados uno encima de otro, éste es un procedimiento erróneo. En la figura 1.20 se observa cómo el bloque de un nivel inferior soporta la mitad de dos bloques superiores (esta es la forma correcta), esto, con el fin de que ningún bloque quede sin apoyo en la base.

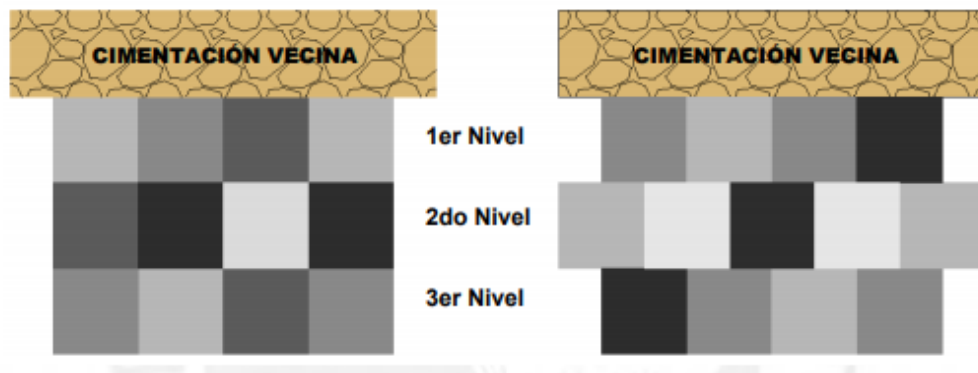


Fig. 1.19

fig.1.20

(PUCP; 2013: 14)

En algunas ocasiones, y por razones de irresponsabilidad e ignorancia no se va incrementando el espesor de las calzaduras conforme se va bajando de nivel. Este mal procedimiento podría generar resultados desastrosos, tales como derrumbes del suelo, así se aprecia en la figura 1.21.



Fig. 1.21: Desplome de calzada mal construida. El empuje del suelo superó a la estabilidad de la estructura. Estructuras colapsadas.

(PUCP; 2013: 15)

## CAPÍTULO 2

### ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En este capítulo se definirá y se hablará sobre los elementos estructurales más comunes de una casa habitación, y los diferentes materiales que intervienen en el diseño. Así como su comportamiento y los tipos que existen. Incluyendo la definición y la importancia del armado correcto en las escaleras.

#### **2.1. Introducción al diseño estructural.**

El diseño estructural abarca las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, el diseño estructural se encuentra inserto en el proceso general de una obra civil, en este caso el de una casa habitación. En el cual se definen las principales características que debe de tener la construcción para que esta pueda cumplir la función que está destinada. Un requisito importante y esencial que debe de cumplir tal construcción, es que no presente fallas o que sufra un mal comportamiento debido a su incapacidad para soportar las fallas que sobre ella se imponen. Toda construcción u obra debe de tener elementos y sistemas que se deben de combinar de forma adecuada para que juntos puedan cumplir con determinada función.

El estructurista por lo general suele adaptarse lo mejor posible al diseño arquitectónico que se plantea. El proyecto general definitivo se logra cuando los especialistas han hecho las correcciones y los ajustes correspondientes en el proyecto a ejecutar, cada especialista es encargado de formar parte del proyecto sin tener en

cuenta si la solución que ellos dan es admisible para el cumplimiento de otras funciones.

Es de mucha importancia mencionar inquietudes que se presentan en la relación con el diseño de obras civiles, como el impacto que se puede tener en el entorno, tanto las consecuencias sociales que se puedan presentar. La enseñanza y la práctica han puesto demasiado enfoque en el diseño estructural de proyectos como edificios y construcciones urbanas.

El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar sometido, sin colapso o mal comportamiento. Las soluciones estructurales están sujetas a las restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto y a las limitaciones generales de costo y tiempo de la ejecución, esto según Roberto Meli (1938).

### **2.1.1. Importancia de los criterios de diseño en la estructuración.**

La estructuración es un proceso de diseño en el cual se determinan los materiales que van a constituir la estructura, su forma global, así como el arreglo de los elementos estructurales, dimensiones y características más esenciales. En esta etapa del proyecto es donde se desempeña un papel que va a prevalecer la creatividad y el diseño.

Se determinan los efectos de las acciones en el modelo de estructura elegido, es decir, se determinan las fuerzas internas (momentos flexionantes y de torsión, fuerzas axiales y cortantes), así como las deformaciones de la estructura. Los métodos de análisis han ido evolucionando mucho más que otros aspectos de diseño, el



desarrollo de los métodos numéricos se ha ido asociando al empeño de las computadoras haciendo posible analizar con precisión modelos estructurales cada vez más complejos.

Para poder tratar adecuadamente el problema de la seguridad, es necesario plantear el diseño en términos que permitan identificar claramente contra qué se pretende tener seguridad, donde se deben de aplicar factores de seguridad y que efectos éstos pretendan cumplir. La importancia del factor de seguridad es que relacionará la mejor estimación posible de la resistencia ( $m_R$ ), representada por la medida o el valor esperado y con la mejor estimación que puede hacerse de la acción ( $m_S$ ).

Según Roberto Meli (1938), queda expresado el factor de seguridad como  $f_s = \frac{m_R}{m_S}$ , esta forma de proceder presenta diversos inconvenientes prácticos. El más importante es que en cada caso particular la magnitud de las incertidumbres que existen en las diversas variables y aspectos de diseño es muy diversa y que el factor de seguridad deberá tomar muy distintos valores según las condiciones particulares.

Los reglamentos pueden resolver de distintas maneras los problemas que se presentan en la revisión de seguridad. Son documentos legales para el diseño de las estructuras que tienen como función proteger a la sociedad contra el colapso o mal funcionamiento estructural de las construcciones. “Si un constructor ha edificado una casa para otra persona y la construcción no ha resultado sólida y la casa que construyó se cae causando la muerte de su propietario, ese constructor debe ser ejecutado, si

causa la muerte de su hijo del propietario, debe ejecutarse un hijo del constructor” esto según un fragmento del más antiguo código de construcción, Hammurabi (1700 a.c.).

Para alguna acción cuyo efecto sea favorable para la seguridad de la estructura el factor de carga debe tomarse como 0.9, para el efecto de las cargas gravitacionales al revisar la seguridad ante el volteo por cargas debidas al viento o empuje de tierras. En la tabla 2.1 se presentan factores de cargas especificados por diferentes reglamentos. (Meli; 1938:100)

Tabla 2.1.

<i>Código</i>	<i>Combinaciones comunes</i>	<i>Combinaciones excepcionales</i>	<i>Combinaciones para volteo</i>
RCDF	$1.4S_M + 1.4S_v$ (1)	$1.1S_M + 1.1S_v$ (2) + $1.1S_A$	$0.9S_M + 1.1S_A$
ACI	$1.4S_M + 1.7S_v$	$1.05S_M + 1.275S_v + 1.275S_A$	$0.9S_M + 1.3S_A$
ANSI81	$1.2S_M + 1.6S_v$	$1.2S_M + 0.5S_v + 1.5S_A$ (3)	$0.9S_M + 1.5S_A$ (3)
CEB80	$1.25S_M + 1.45S_v$	$1.25S_M + S_v + S_A$	$0.8S_M + 1.45S_A$

### 2.1.2. Propiedades de los Materiales estructurales.

Las características que hacen que un material sea adecuado para que cumplan con las funciones estructurales están relacionadas con sus propiedades mecánicas y con su costo, principalmente las estructuras civiles que implican grandes volúmenes y no permiten el empleo de materiales de resistencia extraordinaria alta y de comportamiento estructural excelente, la estructura no suele ser un mero esqueleto resistente recubierto y protegido por otros componentes. Según Roberto Meli (1938), deben de tener propiedades de impermeabilidad, de aislamiento térmico y acústico, y de resistencia al fuego.

No existe un material óptimo, ya que los materiales presentan curvas esfuerzo – deformación como el de la figura 2.2.

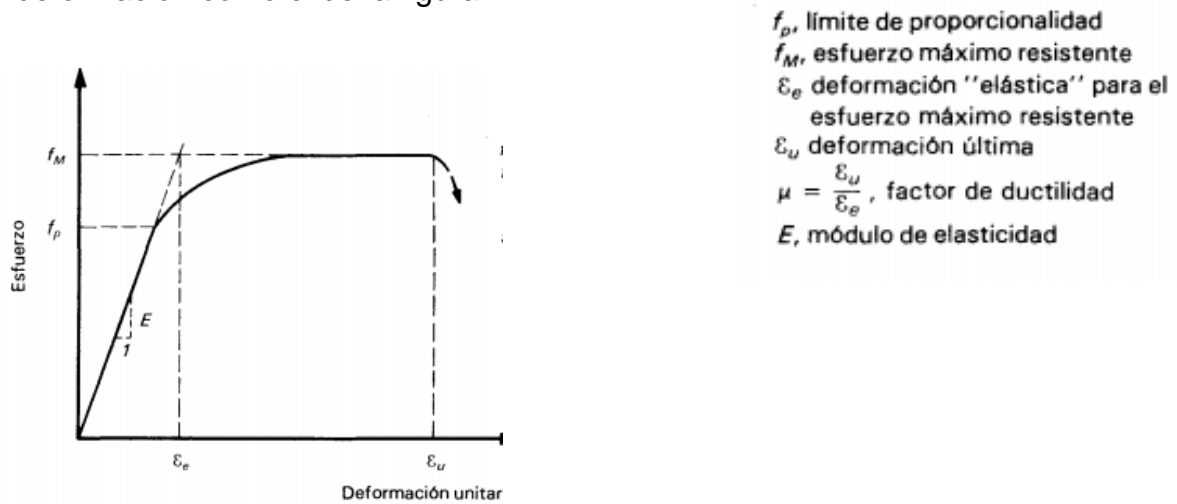


Figura 2.2. Curva típica esfuerzo-deformación de un material estructural.

(Meli; 1938:259)

La resistencia es el esfuerzo máximo que alcanza un material durante el ensaye. En algunos materiales como el acero las resistencias a tensión y a compresión son prácticamente iguales, mientras que los materiales pétreos tienen una resistencia menor a tensión que a compresión, y otros como la madera tienen mayor la tensión. Estas diferencias dependen de cómo está constituida la parte interna del material.

El módulo de elasticidad es una de las propiedades importantes en el comportamiento que presenta una estructura, ya que de éste depende directamente la rigidez que se puede lograr en la estructura y que cumpla con el estado límite de servicio, según Roberto Meli (1938), el módulo de elasticidad depende de las fuerzas de atracción entre los átomos de un elemento y por tanto prácticamente no puede ser

alterado en un material dado, a menos que se cambie sustancialmente su composición.

El comportamiento inelástico hace referencia a la forma de la curva esfuerzo-deformación, después de que se llega a la resistencia. El parámetro con el que se mide es el factor de ductilidad, es decir, la deformación última o de falla. Según Roberto Meli (1938), a la ductilidad de las estructuras se le ha dado gran importancia desde que se ha enfocado el diseño a lograr seguridad ante la falla se ha puesto menos énfasis en lograr que, en condiciones de servicio, los esfuerzos calculados suponiendo comportamiento lineal permanezcan a niveles bajos.

La ductilidad del acero permite que sean eficientes todas aquellas conexiones que lleva atornilladas o remachadas, ya que la concentración de esfuerzos en las placas debido a los agujeros no afecta significativamente la capacidad de la junta, ya que la alta ductilidad que se presenta en el acero permite la redistribución de los esfuerzos.

No se debe de olvidar que las propiedades estructurales de todo material están sujetas a cierto grado de variabilidad que éste depende del procedimiento de producción del material y de la propiedad. En los materiales naturales tales como la madera y la piedra, o en la artesanal tales como algunos ladrillos o el concreto en ciertos métodos, la dispersión de las propiedades es relativamente alta, según Roberto Meli (1938), su coeficiente de variación está entre 30 y 40 por ciento. Y en el caso de los materiales industrializados como es el acero con buen control de calidad, sus propiedades son muy constantes y varía entre el 10 por ciento en la resistencia.

Materiales como el acero y el ladrillo de barro son mucho menos sensibles a la velocidad y a la permanencia de la carga, ya que su comportamiento inelástico se altera sustancialmente.

## 2.2. Muros como elemento estructural de una casa habitación.

Según Antonio Blanco (1950), son paredes de concreto armado que daba su mayor dimensión en una dirección, muy superior a su ancho, proporcionan gran rigidez lateral y resistencia en esa dirección.

Los muros son de gran importancia para el diseño estructural de dicha obra, son elementos volumétricos con dos de sus dimensiones mucho más grandes a la tercera, además, el plano formado por estas dos dimensiones es vertical, está sometido a diferentes cargas que se analizan en dos grupos: dentro del plano del muro y fuera de él, según Pablo Caiza (1981), ante cargas fuera del plano, el comportamiento del muro depende de sus apoyos en cantiliver (a), simplemente apoyado (b) o como losa bidireccional (c), según Ortega García (2015), lo que se indica en la figura 2.3.

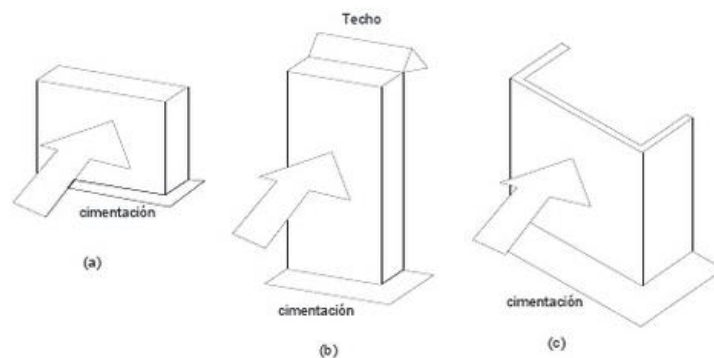


Figura 2.3. Comportamiento estructural de un muro ante cargas fuera del plano.

(Chicaiza, Carla 2018).

Las cargas dentro del plano son las que se consideran más importantes, ya que en este plano dentro de él es donde se produce la mayor resistencia y por tanto es más útil. Los muros reducen las derivas del piso ante las cargas sísmicas y, por tanto, los efectos p-delta, que son los que llevan al colapso de dicha estructura. Se tiene la necesidad de asegurar su comportamiento propio del material en el muro, lográndose así básicamente a través de: confinamiento del hormigón y el anclaje de las varillas de acero.

Según American Concrete Institute, 2015, vale la pena notar que, debido a que absorben una parte importante de las cargas horizontales por medio del cortante, se les conoce como muros de cortante. Sin embargo, están sometidos adicionalmente a cargas axiales y momentos flectores por lo que en la actualidad se les llama muros estructurales.

En el caso general, con la carga axial, momento y cortante, el espesor del muro se establece por consideraciones de rigidez y estabilidad, en tanto que el armado mínimo tanto longitudinal como transversal, esto se determina inicialmente por consideraciones de cortante, chequeando su necesidad de los valores mayores de flexo-compresión.

Ahora el interés de muros es tanto importante ya que se debe a su capacidad para disminuir las derivas del piso y por tanto los efectos p-delta debidos a cargas sísmicas. Los muros que resisten las combinaciones de cortante, momentos y cargas axiales, tienen el propósito de obtener resistencia y resiliencia necesarios para soportar los efectos sísmicos, más que nada en donde se presentan mayor riesgo. Por tanto su tamaño y ubicación se debe de estudiar no solo para soportar las cargas

adecuadamente que será sometido sobre su vida útil, sino que, adicionando de forma los requerimientos arquitectónicos del proyecto estructural.

Según Pablo Caiza (1981), los dos problemas principales que se enfrentan en la ubicación en planta de muros estructurales son: torsión en planta y estabilidad del muro. Para superar la torsión en planta es necesario que el centro de masas y el de rigideces estén lo más cercano posible. Una alternativa es ubicar los muros alrededor del centro de masas, ya que los muros aumentan su estabilidad si la carga axial aumenta moderadamente.

Esto resulta mejor si se mueven los muros hacia el interior porque de esta manera tienen mayores áreas cooperantes. La carga axial no debe de ser excesiva así que resulta mejor distribuirla no en uno sino en varios muros. Se debe de distribuir muy bien los muros sobre todo para evitar concentraciones de esfuerzos peligrosos como se muestra en la figura 2.4. También debe de evitarse los muros muy largos.

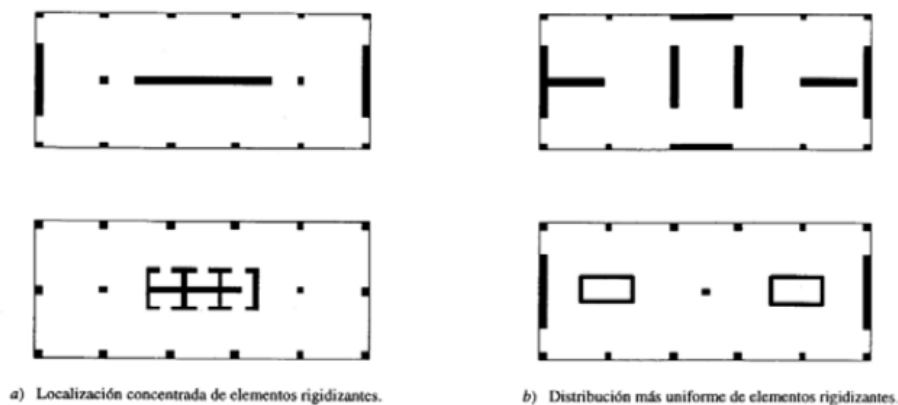


Figura 2.4. concentración vs distribución de muros, diseño sísmico de edificios

(Bazán & Meli, 2003).

Por su rigidez, los muros, si se colocan alineados, pueden restringir el acortamiento elástico, provocando fisuras importantes alrededor de ellos. Los muros deben ser continuos por elevación, sin embargo, muchas veces consideraciones de funcionalidad y costo llevan a la introducción de aberturas y otras irregularidades y resultan en respuestas sísmicas no deseadas. Es necesario resaltar la necesidad que debe tener la conexión entre los diafragmas y los muros para evacuar la carga sísmica. Una buena práctica es construir diafragmas sólidos alrededor de los muros.

La falla de cortante debe evitarse porque conduce a una rápida pérdida de resistencia a derivas menores a las del diseño. También se compromete la resistencia a cargas axiales. Esto se da porque los cortantes relativamente altos, aparece un puntal diagonal a compresión importante que aplasta el alma del muro (Taranath,2017).

### **2.2.1. Interferencia de accesorios sanitarios y eléctricos.**

La presencia de accesorios como cajas de luz, válvulas de agua, tuberías, etc., reducen la rigidez y resistencia de las placas, ya que se ven disminuidas en su sección transversal. Además de lo anterior, se afecta el recubrimiento de las placas, a la vez que el acero puede quedar expuesto a agentes corrosivos. En cuanto a las tuberías embebidas en el concreto existen limitaciones especificadas en el RNE E.060 (2009), Art. 6.3.





Fig. 2.5. Cajas de electricidad empotradas en la armadura antes y después del vaciado. (PUCP; 2013: 33)



Fig. 2.6. Tubería de PVC que comunica dos cajas de electricidad a su vez está cortando horizontalmente a una placa.

(PUCP; 2013: 34)

Es necesario que exista una compatibilización previa entre los diseños de estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas, pues con ello, en adelante se podría planificar una secuencia de trabajo que no perjudique a ninguna de las especialidades del proyecto.

### 2.2.2. Recubrimiento deficiente del concreto en los elementos.

En muchas ocasiones las varillas de acero quedan en contacto con el encofrado, o de lo contrario muy alejado de éste. Según el diseño cada elemento de concreto armado tiene un recubrimiento especificado, el cual debe cumplirse. Cuando el recubrimiento es excesivo las fisuras por agrietamiento serán más notorias, y el elemento no trabajará como estuvo diseñado originalmente. Si el recubrimiento posee un espesor por debajo de lo requerido existirán problemas de adherencia entre el acero y el concreto, a la vez que estarán expuestos al fenómeno de corrosión.



Fig. 2.7. Placa del concreto luego del vaciado nótese la falta de recubrimiento del acero.

(PUCP; 2013: 36)

### 2.3. Columnas.

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

Las columnas son muy importantes que junto con las vigas forman los denominados pórticos, que constituyen el esqueleto sismo-resistente junto con los muros, es que existen, desde el punto de vista sísmico.

Las columnas tienen diferentes secciones siendo común el uso de columnas circulares, cuadradas y rectangulares. Aunque también se pueden usar otro tipo de secciones como las poligonales o trapezoidales. Las cuales suelen ser más caras debido al encofrado mayor y son más dificultosas para su diseño.

Según Antonio Blanco (1950), las columnas son elementos principalmente sometidos a esfuerzos de compresión y simultáneamente a los de flexión (flexocompresión), debido a que tienen momentos flectores transmitidos por las vigas y reciben las cargas axiales de los diferentes niveles de edificación. La sección transversal de la columna dependerá de la magnitud de la carga vertical que recibe y de la magnitud de los momentos flectores actuantes.

Las columnas se ven afectadas en su resistencia debido a los efectos de esbeltez, ocasionando deformaciones transversales generando excentricidades adicionados a las del análisis convencional que producen momentos afectando la capacidad resistente de las columnas. Mientras mayor sea la altura de la columna o menor su sección transversal, mayores serán las deformaciones transversales y por lo tanto mayores los momentos.

El objetivo principal debe ser proporcionar rigidez lateral y resistencia en las dos direcciones de la edificación, recurriendo al uso de muros o placas, sean de concreto armado o de albañilería para el caso de edificaciones de pocos pisos.

### **2.3.1. Acero longitudinal mal confinado por los estribos.**

En algunas columnas donde el acero longitudinal es de un diámetro importante (a partir de  $\frac{3}{4}$ "), las varillas dentro de la zona de empalme ya no quedan en la misma

esquina del estribo (debido al espesor que poseen), el diseño siempre manda un protocolo a seguir en estos casos, al cual, muchas veces se hace caso omiso.

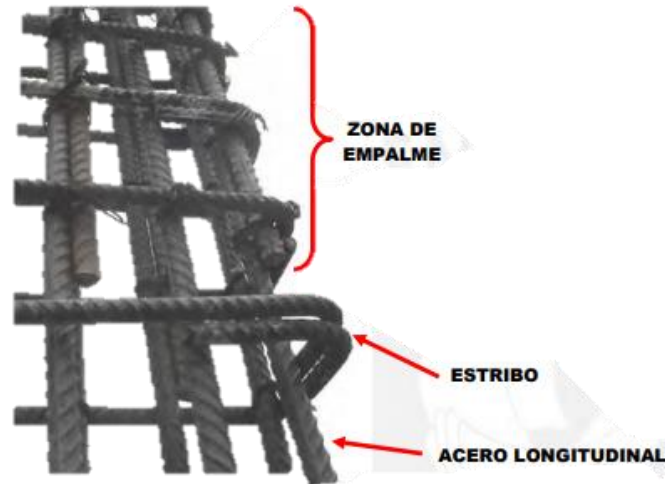


Fig.2.8. acero longitudinal fuera de la esquina del estribo debidos a los empalmes verticales. Situación muy común cuando se utilizan barras de acero de diámetro elevado.

(PUCP; 2013: 46)

Como recomendación en estos casos se puede utilizar una barra de empalme común, de tal modo que las barras que se encuentran sigan en una misma línea vertical, mientras que la barra de empalme se adosa a ambas con su respectiva longitud de diseño; esto asegura que la tracción de la columna seguirá siendo asumida por el acero longitudinal. Ver figura 2.9.

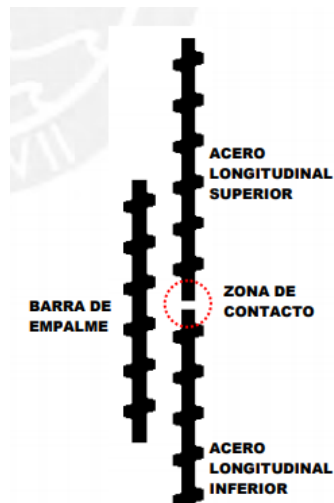


Fig. 2.9. Barra de empalme, como solución al congestionamiento de acero en las esquinas del estribo.

(PUCP; 2013: 46)

### 2.3.2. Topes de acero en encofrado de columnas.

Durante el encofrado de columnas es necesario que los paneles se sujeten de alguna manera, de tal forma que durante el vaciado no permitan el escape del concreto ni la deformación del elemento, sin embargo, en algunas ocasiones el constructor ancla unas barras de acero (de aproximadamente 20 cm) en la base de la columna (interiormente) con el fin de que los paneles de encofrado no se muevan (ver figura 2.10). Al desencofrar, aquellas barras de acero están en contacto o a escasos milímetros de la superficie (ver figura 2.11(a), (b)), al estar el acero en contacto con el oxígeno se producirá oxidación, estropeará el concreto y la estética del elemento.



Fig. 2.10 Barras ancladas en la losa como tope de encofrado de columnas.

(PUCP; 2013: 47)



Figs. 2.11 (a, b) Resultado de anclar las barras de tope por dentro de la columna, al final estas quedan expuestas a la intemperie y en peligro de oxidación.

(PUCP; 2013: 47)

## 2.4. Vigas.

Son los elementos que reciben la carga de las losas, y las transmiten hacia otras o directamente hacia las columnas o muros, esto según Antonio Blanco (1950).

Las vigas forman los denominados ejes de la estructura, teniendo ubicadas las columnas en sus intersecciones. Reciben el nombre de Pórticos al conjunto formado por las vigas y columnas. Además de la función ya indicada que es relativa a dar apoyo a las losas y transmiten su carga hacia las columnas o muros, las vigas también tienen una función sísmica de mucha importancia. Es la de constituir junto con las columnas y muros los elementos resistentes a los diferentes esfuerzos que son producidos por las fuerzas horizontales de sismo que son las cortantes, momentos y axiales, y ser los elementos que ayudan a proporcionar la rigidez.

Las vigas pueden ser peraltadas o chatas dependiendo de su altura o peralte; la viga peraltada es aquella que presenta una altura mayor al espesor del techo, y por lo tanto es visible. Las vigas peraltadas pueden ser invertidas, cuando sobresalen hacia la parte superior de la losa. Ver fig. 2.12.

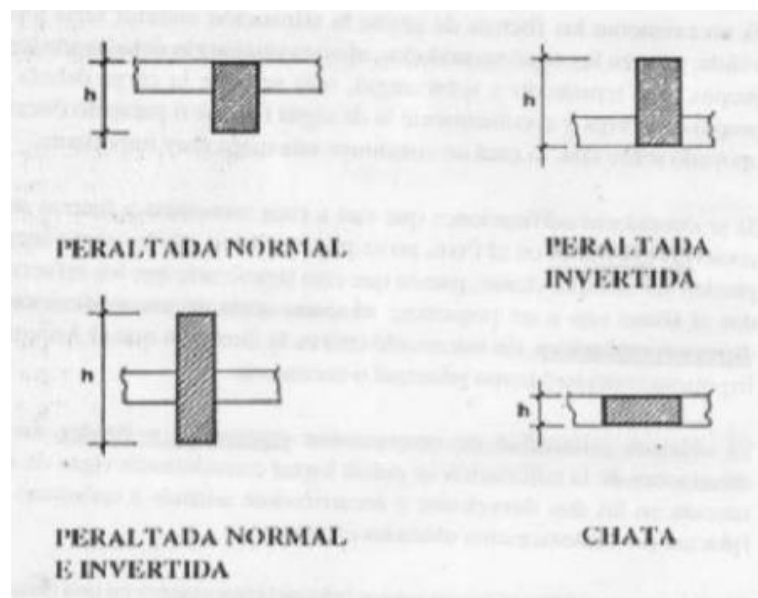


Fig.2.12. Tipos de vigas ( $h$ = peralte de viga)

(Antonio Blasco; 1950:26)

El comportamiento de una viga peraltada y de una viga intervenida, con la misma altura, es idéntico a cuento a rigidez y resistencia, y solo es diferente en cuanto los esfuerzos internos de su alma, es ocurre por tener la carga apoyada sobre ella, y la otra carga colgada sobre ella. Las diferencias que existen entre una viga peraltada y una viga chata si son notorias, ya que comprenden no sólo su capacidad resistente por flexión y cortante; sino que tienen una capacidad de deformación (rigidez o flexibilidad). Puesto que una viga peraltada se deformará menos y tendrá mayor capacidad resistente a comparación de una viga chata, debido a su mayor inercia y su mayor brazo de palanca interno.

La viga al comportarse en flexión origina esfuerzos de compresión y tracción. Estas fuerzas internas estarán espaciadas en una cierta distancia, que será mayor mientras mayor sea el peralte de la viga. En la fig. 2.13, se observa una viga simplemente apoyada sometida a una carga sometida uniformemente repartida; al deformarse por acción de las cargas, se producen tracciones en la zona inferior y compresiones en la zona superior.

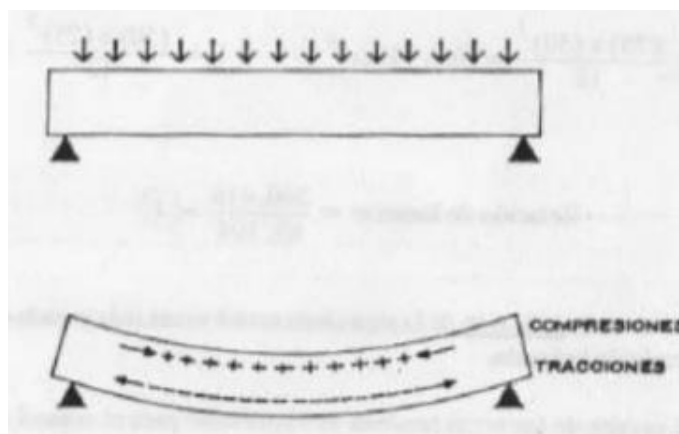


Fig.2.13. comportamiento de una viga a flexión.

(Antonio Blasco; 1950:27)



El peralte de las vigas también es importante para el control de las deformaciones laterales de las edificaciones conformadas por pórticos, ya que influye directamente en la determinación de la rigidez lateral.

#### **2.4.1. Recubrimiento insuficiente del acero en vigas.**

Del mismo modo que los otros elementos estructurales la falta de recubrimiento también se presenta en las vigas, lo cual incrementa las posibilidades de que aparezcan problemas de adherencia, además de ser una falta de protección contra el fuego. Ver fig. 2.14 y 2.15.



Fig.2.14. Armaduras de viga, con el acero longitudinal prácticamente pegado barra con barra, además de no presentar recubrimiento con respecto al encofrado lateral.

(PUCP; 2013: 53)



Fig. 2.15. Intersección de las armaduras de dos vigas, con el acero bastante tupido en la zona de encuentro. Nótese el acero longitudinal pegado al encofrado lateral.

(PUCP; 2013: 53)

De ninguna manera se debe permitir que el acero toque el material de encofrado, se deben respetar todos los recubrimientos que manda el diseño, los cuales están regidos por el reglamento, de lo contrario no se garantiza que se desarrolle una buena adherencia entre acero y concreto.

En la fig. 2.16 se puede apreciar de forma didáctica la forma de falla en una sección transversal de acuerdo a los espaciamientos mínimos de las barras.

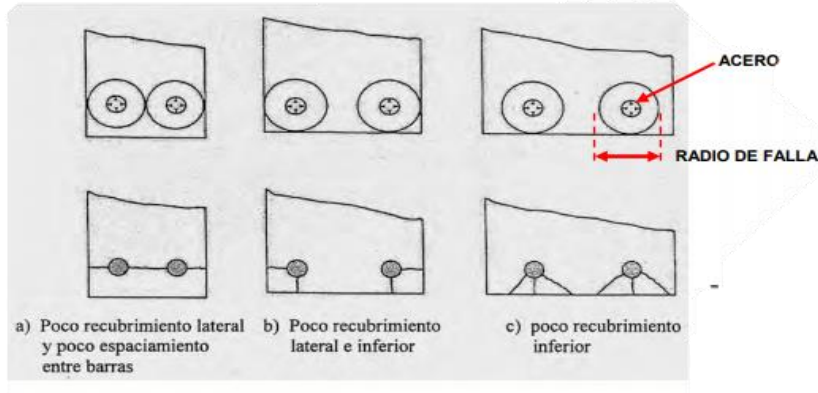


Fig.2.17. formas de falla en la sección transversal de una viga de concreto armado

(Ottazzi; 2009: 55)

#### 2.4.2. Redistribución del acero longitudinal en las vigas.

Las vigas con una alta cuantía de acero en su sección, están propensas a presentar problemas como falta de recubrimiento, cangrejas y pérdida de adherencia entre acero y concreto, por esta razón, durante la ejecución de la obra los maestros tienen por costumbre desplazar algunas varillas a otra posición de la sección de la viga con el fin de que no se formen cangrejas (ver figura 2.18), sin embargo, si esta práctica es realizada sin supervisión técnica se corre el riesgo de modificar perjudicialmente la resistencia nominal de la sección.

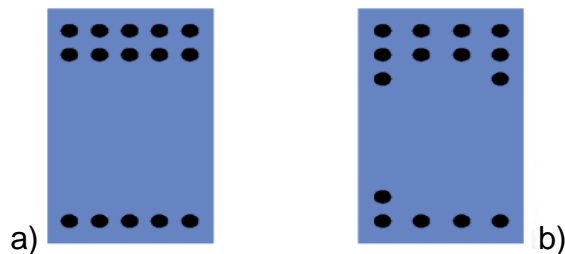


Fig. 2.18. (a, b): (a) arreglo del acero en la sección transversal de una viga según diseño, (b) modificación de la distribución del acero en viga, practicada en obra.

(PUCP; 2013: 56)

### 2.4.3. Interferencia de las tuberías de PVC en las vigas.

Las tuberías de PVC que atraviesan las vigas reducen la sección transversal de éstas por los tramos por donde pasan. Si bien es cierto, en muchas ocasiones el diseño manda un refuerzo para esas zonas críticas, lo más adecuado es cambiar el recorrido de las tuberías de tal modo que se dañe lo menos posible al elemento de concreto armado. A continuación, las imágenes muestran algunos ejemplos.



Fig.2.19 tuberías de agua atravesando una viga. Reduce la sección resistente en ciertos tramos de la viga.

(PUCP; 2013: 59)

Antes de iniciar la ejecución de un proyecto es necesario compatibilizar los planos de todas las especialidades. El caso de las redes sanitarias y eléctricas es muy particular, por su envergadura sí podrían dañar a los elementos estructurales; por ello, las modificaciones que sean necesarias al recorrido de las tuberías ayudarían a minimizar el daño a la estructura.

### 2.5. Losas macizas y/o aligeradas

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

Desde el punto de vista estructural tienen dos funciones: la primera está ligada a las cargas de gravedad, según Antonio Blanco (1950), es la transmisión hacia las vigas de las cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga y eventualmente tabiques u otros elementos apoyados en ellos. Y la segunda está ligada, a las cargas del sismo, según Antonio Blanco (1950), es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un comportamiento uniforme de cada piso, con esto logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel.

Los problemas se pueden generar cuando las losas tienen grandes aberturas o reducciones significativas en sus dimensiones, puesto que en esos casos ya no es factible asegurar que la losa siga siendo un elemento prácticamente indeformable en su plano.

Las losas se pueden subdividir en: losas macizas y losas aligeradas. Como su nombre lo indica las losas macizas tienen un determinado espesor, íntegramente en concreto armado, como se muestra en la siguiente figura 2.20.

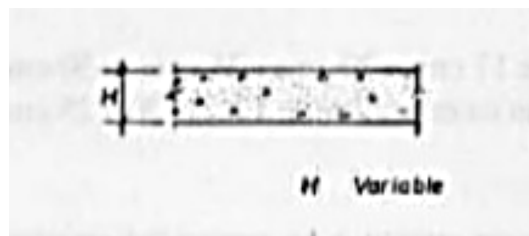


Fig. 2.10. losa maciza

(Antonio Blasco; 1950:26)

Las losas aligeradas en cambio tienen diferencia, según Antonio Blanco (1950), que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas esté relleno por un ladrillo aligerado, con espacios vacíos tubulares, el encofrado de esta losa está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independientes, de tal manera de permitir el apoyo de los ladrillos ubicados entre las viguetas. Ver figura 2.21

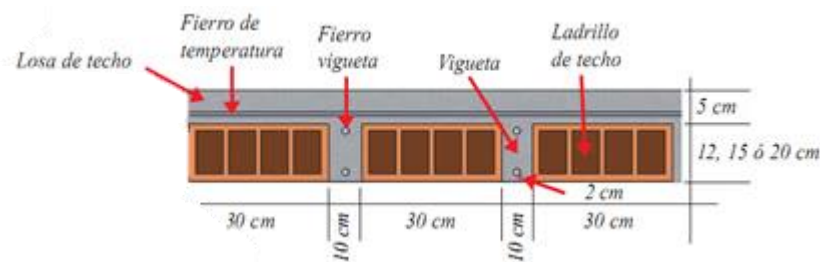


Fig. 2.21 losa aligerada.

(Antonio Blasco; 1950:26)

El espesor de las losas macizas es totalmente variable, dependiendo de los requerimientos del diseño. Por el contrario, el espesor de la losa aligerada está prácticamente regido por el espesor de los ladrillos. Según Antonio Blanco (1950), es común considerar una losa superior mínima de 5 cms, así cuando se use un ladrillo de 20 cms. se tendrá un espesor total de la losa aligerada de 25 cms. (20 cm. de ladrillo y 5 cm. de losa superior).

Los dos tipos de losas en cuanto a su capacidad resistente y rigidez, las losas macizas resultan más resistentes y con mayor rigidez. Al considerar que al usar losas macizas se especifica un menor espesor en relación a lo que se necesitaría en una losa aligerada. Las losas macizas generalmente salen más caras, al menos que se vuelvan competitivas al hacerlas más delgadas, esto se puede lograr considerando

tuberías de desagüe colgadas o haciendo que las tuberías se ubiquen solo dentro de ambientes coincidentes en diferentes pisos mediante desniveles con relleno.

Según Antonio blanco (1950), en edificios de albañilería (muros portantes), con ambientes pequeños (menores de 4 mts.) se pueden usar losas macizas de 12 o 13 cm. de espesor.

## **2.6. Error que se presenta en la construcción de escaleras.**

Una escalera es una construcción diseñada para comunicar varios espacios situados en diferentes espacios y alturas. Está conformada por escalones y puede disponer de varios tramos separados por descansos. Pueden ser fijas, transportables o móviles.

En cuanto a las escaleras, por lo general en obra se instala incorrectamente la armadura de acero, por no seguir el diseño se altera completamente el recubrimiento. En las figuras 2.22 y 2.23 se aprecian los descansos de unas escaleras con la malla de acero en bastante desorden y la superficie del encofrado muy contaminada.



Fig. 2.22. Descanso de una escalera. La malla de acero no está anclada a la placa y no presenta uniformidad en cuanto la separación de las barras.

(PUCP; 2013: 76)



Fig. 2.23. Descanso de una escalera. Puede verse la deficiente escarificación de la placa en donde se pegará el descanso y la contaminación.

(PUCP; 2013: 76)

Según PUCP; 2013, uno de los errores más comunes se comete al momento de anclar el acero de la zona en tracción de la escalera; en la figura 5.8 se aprecia una parte del descanso de una escalera, y se ve cómo el acero de la parte superior atraviesa toda la garganta de la escalera, la razón es que cuando ese acero entre en tracción la resultante de las fuerzas generadas debe encontrar concreto para soportar esa fuerza, esto se aprecia en la figura 2.24, en donde además se muestra un detalle, en el cual “R” es la resultante de las dos fuerzas de tracción “T” que se generan en las barras, en este caso sí existe un volumen considerable de concreto para soportar la fuerza “R”.



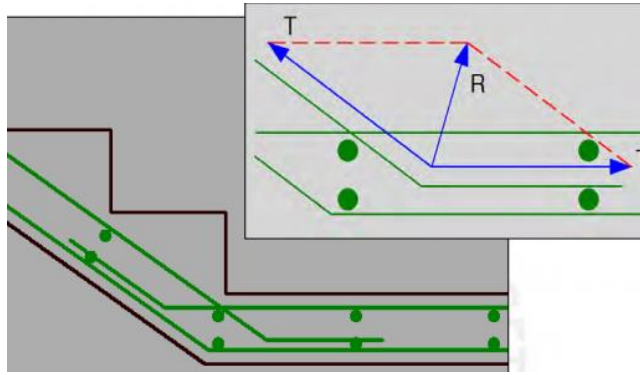


Fig. 2.24 forma correcta de anclar el acero en el descanso de una escalera, con representación de fuerzas en el caso que se genere tracción.

(PUCP; 2013: 77)

Otro problema muy común durante la construcción de escaleras es la falta de recubrimiento en la zona de garganta como se muestra en la fig. 2.25, el acero expuesto no desarrollará por completo el efecto de adherencia al concreto, además de presentar mayor probabilidad a la oxidación.



fig. 2.25 Fondo de escalera (vista desde bajo), nótese los fierros que han quedado expuestos debido a la ausencia de separadores de concreto durante el vaciado.

(PUCP; 2013: 79).

## CAPÍTULO 3

### RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN.

A continuación, en el presente capítulo se presentarán los detalles de macro y microlocalización a tratar referente al sitio del proyecto, dentro de la cual se destaca el entorno geográfico, que describa la localización, la geología de la región, hidrología de la misma, así como el informe fotográfico para describir el lugar, etc.

#### **3.1. Generalidades.**

Se presentó la información necesaria para poder localizar el proyecto fácil y rápidamente, así como otorgar al lector de esta tesis una visión clara de las características del proyecto ejecutado y contar con la supervisión necesaria. Mi trabajo de tesis es de observar los errores más comunes que existen en la construcción de una casa habitación. Siguiendo las características del sitio para seguir el procedimiento adecuado y correspondiente, así como el buen proceso constructivo que debe llevarse a cabo.

##### **3.1.1. Objetivo.**

El objetivo al que se busca llegar con la presente investigación, es conocer los errores que se presentan en la construcción de una casa habitación en la parte sureste del municipio de Uruapan, Michoacán, para eso se investigara acerca de proyectos ya realizados sobre casas habitación y los errores que se van presentando antes, durante y después del proceso constructivo.

### **3.1.2. Alcance del proyecto.**

Para este trabajo se investigó en fuentes fidedignas, libros de construcción y con ayuda de ingenieros que tienen experiencia en este tema y aplicado en su trabajo. Delimitando el proyecto en las calles de Uruapan, en la colonia los Ángeles, abarcando las calles laterales del paseo lázaro cárdenas.

### **3.2. Resumen ejecutivo.**

Para el siguiente trabajo la información fue proporcionada por distintos autores de libros ingenieros y arquitectos, así como entrevistas a ingenieros que tienen experiencia en este tema, se presentan datos específicos del municipio de Uruapan, Michoacán, tales como las características de la zona en donde se llevara a cabo dicha información, que es la requerida para especificar dichos errores que ocurren.

Para comenzar la ejecución de este trabajo se solicitó información referente al tema para dar comienzo a casos peculiares en la vida real de la construcción, se realizó la visita al lugar donde se va a especificar la zona, donde se puede observar distintos errores constructivo de casas habitación.

### **3.3. Entorno geográfico.**

En este capítulo se presentan todas las características que describen geográficamente el sitio del trabajo de investigación, así como su clima, donde está localizado etc., el cual se encuentra en las calles que colindan el paseo lázaro cárdenas, las calles de la colonia los ángeles, en Uruapan, Michoacán, México.

### 3.3.1. Macro y microlocalización.

Michoacán cuenta con 32 estados de la república mexicana conocida oficialmente como Estados Unidos Mexicanos, Ubicado en la región oeste del país, limitado en el noroeste con Colima y Jalisco, al norte de los estados de Guanajuato y Querétaro, al este con el estado de México y al sur con Guerrero. Se divide en 113 municipios de los cuales la ciudad de Morelia en su capital antiguamente llamada Valladolid además Michoacán cuanta con una superficie de 58, 598.7 km<sup>2</sup>



Fig. 6.2. Localización del estado de Michoacán en México.

Fuente: [mr.travelbymexico.com](http://mr.travelbymexico.com); 2017.

Este trabajo se llevó a cabo en el municipio de Uruapan en Michoacán, que se le conoce por ser la capital mundial del aguacate, el cual es el segundo municipio mas poblado del estado, según la INEGI (2015), cuenta con aproximadamente 334,749 habitantes, situado en el centro occidente, en las coordenadas 19°25'15" latitud norte y 102°03'46" latitud oeste, con una superficie total de 954.17 km<sup>2</sup>.



Fig. 6.3. Ubicación del municipio de Uruapan Michoacán.

Fuente: es.wikipedia.org;2007

Las casas habitación revisadas se encuentran ubicadas en la zona de la colonia los ángeles, a un costado del paseo lázaro cárdenas a la altura del restaurante de comida rápida Mc Donald's con coordenadas 19°24'24.4" latitud norte y 102°03'16.6" latitud oeste, hasta el depósito de PEPSI ubicado en la colonia la joyita, calle paseo lázaro cárdenas, en el municipio de Uruapan con coordenadas 19°23'46.4" latitud norte y 102°03'24.4" latitud oeste, a continuación se presenta una imagen donde se ubica la zona.



Fotografía 6.4. Localización de la zona de estudio.

Fuente: Google; Earth;2017.

### 3.3.2. Geología regional y de la zona de estudio.

La geología regional de la región central-occidente del estado de Michoacán, a la que pertenece el municipio de Uruapan, esta agrupada por provincias geológicas con respecto a distintos criterios y nomenclaturas. Según la nomenclatura de Ortega (1991), el municipio de Uruapan se encuentra en la provincia geológica denominada

Faja Volcánica Transmexicana que se muestra en la figura 3.3, que se encuentra constituida por afloramiento de rocas volcánicas terciarias y cuaternarias.

En lo general el municipio de Uruapan está en conjunto de dos ambientes geológicos que son la Sierra Madre Occidental y la Faja Volcánica Transmexicana, el primero está compuesta por rocas acidas que son las que representan la cobertura ignimbrita continua más importante del mundo, y el segundo constituido por rocas volcánicas como son la andesita y el basalto.



Fig. 3.3. Provincias Geológicas de México.

Fuente: [mapserver.sgm.gob.mx](http://mapserver.sgm.gob.mx);2007.

### 3.3.3. Hidrología regional y de la zona de estudio.

En el municipio de Uruapan se corre una corriente que es la principal que pasa se llama el rio Cupatitzio, este nace en el territorio y fluye con sentido de norte a sur, que a su vez esta localidad se encuentran los embalses de salto escondido, Caltzontzin, y Cupatitzio, así como una cascada conocida como la Tzararacua y la presa de Caltzontzin de la cual nace el rio de Santa Bárbara que cruza en el oriente de la ciudad, toda la cuenca de este municipio pertenece a la región hidrológica Balsas.

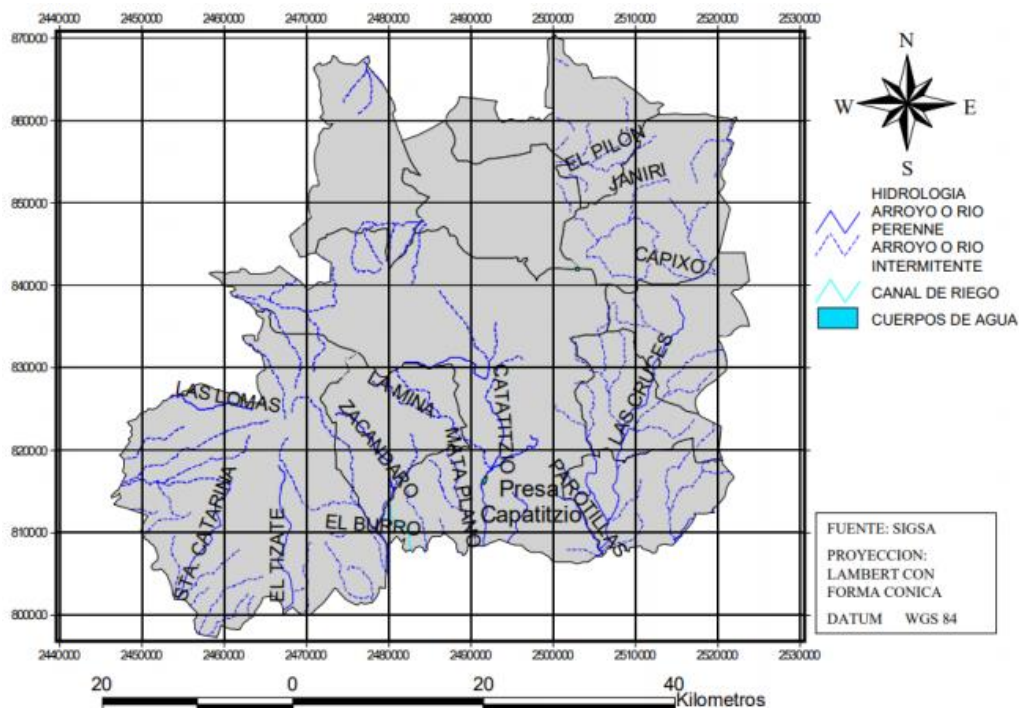


Fig. 3.4. Hidrología de Uruapan Michoacán.

Fuente: [oeidrus.michoacan.gob.mx](http://oeidrus.michoacan.gob.mx)



### **3.4. Uso de suelo regional y de la zona de estudio.**

Los tipos de suelo que se encuentran en la región de este trabajo se toman datos de los periodos cenozoico, cuaternario y eoceno. Los principales accidentes orográficos de esta región son el cerro de La Cruz, cerro de la charanda y el de Jicalán. La mayor superficie territorial es de uso forestal y en un menos uso es el ganadero y agrícola.

Por ser capital mundial del aguacate, su principal actividad de agricultura es la siembra de aguacate, pero también se cultiva el maíz, caña de azúcar, zarzamora, jícama, jitomate, chile, etc. En cambio, en la ganadería, en esta región se practica la cría del ganado porcino, caprino, avícola, equino, etc.

En esta región con respecto a la fauna influye primordialmente el coyote, zorrillo, zorra, liebre, venado, conejo, torcaza y pato. También en la zona centro-sur de esta región se pueden encontrar especies de tierra caliente como son el alacrán, besuconas, gavián, cuiniques entre otros.

Por otro lado, los centros turísticos de mayor importancia en el municipio de Uruapan son los siguientes: La Tzararacua Cascada ubicada a 7 kms. por la carretera a Lázaro Cárdenas, Parque Nacional ubicado al poniente de la ciudad, La Presa Caltzontzin ubicada en la salida a Cárapan, Cascada Salto Escondido, Cerro de la Cruz al poniente de la ciudad y Cerro de la Charanda al noroeste de la ciudad.

Sus principales artesanías son las Bateas maqueadas, alhajeros, guajes, jícaras, mascararas, así como mantas de papel picado, rebozos, guanengos y gabanés.

### 3.5. Informe fotográfico.

A continuación, se presenta un informe de la zona territorial del trabajo por medio de fotografías, las fotografías abarcan principalmente la colonia Los Ángeles y por tanto los alrededores de la colonia, así como las casas habitaciones que conforman a la zona y su ubicación, también de que punto comienza y a qué punto termina.

En la siguiente fotografía se puede observar desde donde se comenzará.



Fotografía 3.2. Vista desde Mc Donald's hacia la colonia los Ángeles.

Fuente: Propia.

En las fotografías siguientes se muestra un poco de la zona de trabajo donde ya existen casas habitaciones desde hace muchos años, desde casas habitaciones de dos pisos con área grande, hasta casas pequeñas de un piso con área pequeña, donde su proceso constructivo es el mismo. Observando en las fotografías jardines, arboles grandes y sus calles que colindan.



Fotografía 3.3. Calle Brasil de la colonia Los Ángeles.

Fuente: Propia.



Fotografía 3.4. contra esquina con calle Simón Bolívar y calle Colombia, de la colonia Los Ángeles.

Fuente: Propia.



Fotografía 3.5. calle Ámsterdam que colinda con la calle Bruselas, de la colonia Los Ángeles.

Fuente: Propia.

En la siguiente fotografía se muestra hasta donde termina el recorrido de la zona de trabajo que es hasta la Pepsi. Ya que se presenta hasta ahí el mismo proceso constructivo.



Fotografía 3.6. Embotelladora la Pepsi. Calle Paseo Lázaro Cárdenas.

Fuente: Propia.

### **3.5.1. Problemática.**

Se han encontrado en esta zona muchas situaciones de errores y fallas en las casas habitación, como grietas, hundimiento, cascaras del material porque se descarapela porque no hay buena adherencia, losas donde se acumula el agua de la lluvia provocando hongo, y entre muchas cosas más que se pueden observar. Y también por ser parte de zona sísmica.

### **3.5.2. Estado físico actual.**

Actualmente la zona de estudio se encuentra tal cual, y aparece en las imágenes del subtema del reporte fotográfico, las calles y las casas de esta zona siguen igual que hace tiempo desde que empezaron a tener fallas por los errores constructivos.

### **3.6. Alternativas de solución.**

Como alternativa de solución es tener en cuenta las características de la zona desde el suelo hasta la buena calidad de los materiales para la construcción, así como tener en cuenta la supervisión y los conocimientos de un especialista que es el ingeniero civil, para que se contemple todas las posibles fallas que se vayan a tener y así evitarlas y en futuro no aparezcan debilitando y/o deteriorando la estructura de la casa. Evitando también que al paso del tiempo se tenga que reconstruir y salga más costoso.

#### **3.6.1. Planteamiento de alternativas.**

Ya que pudiera darse otro tipo de solución diferente a las alternativas que se consideraron anteriormente como contratar a una persona sin experiencia, por no

gastar mucho comprar materiales con baja calidad o no comprar lo suficiente, es por eso que es de importancia plantear con las soluciones adecuadas a las características del terreno de dicha zona.

### **3.7. Proceso de análisis.**

Lo que yo hice para dar solución al problema, principalmente necesité los conocimientos básicos de la construcción para dar con el error de dicha falla presentada, lo cual se dio debido a las lecturas de libros, ejemplos que me presentaban y explicaban ingenieros que ya se han presentado con situaciones iguales. E ir a la zona del lugar para observar las fallas en físico.

Una vez dejando identificada la macro y microlocalización del trabajo, resulta necesario mencionar la metodología que se llevó a cabo, la cual se menciona en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGÍA

En el presente capítulo se mencionará la metodología empleada que será utilizada para la realización de este trabajo de investigación, se abordarán temas en el capítulo como el método utilizado, el enfoque que tendrá la investigación, el diseño de la investigación, así como los instrumentos que se utilizaron para recopilar los datos y las características del proceso de investigación.

#### **4.1. Método empleado.**

El método que se llevó a cabo en este trabajo de investigación es el método científico, que según Tamayo (2003), la investigación es un proceso, mediante la aplicación del método científico, se procura tener la información lo más relevante fidedigna, para que se pueda entender, corregir y aplicar al conocimiento. No es más que la aplicación de la lógica a las realidades y hechos encontrados en la investigación.

La investigación científica parte de la realidad. Cuando se va a resolver un problema de forma científica es conveniente tener un conocimiento detallado que hace posible evitar equivocaciones.

De acuerdo a Tamayo (2003), el método científico consiste en la observación sistemática, la experimentación, la formulación, el análisis y modificación de la hipótesis. El método científico está más encaminado a la objetividad en un proceso de investigación, lo cual tiene como consecuencia que se elimine el plano subjetivo para la interpretación de la realidad.

El método científico tiene las siguientes características según Tamayo (2003):

- La investigación debe ser objetiva, elimina en el investigador preferencias y sentimientos personales, y se resiste a buscar únicamente aquellos datos que le confirmen su hipótesis.
- Racional: ya que este método utiliza la razón para realizar deducciones y se basa la lógica, no en opiniones y creencias.
- Verificación empírica: esto quiere decir que se pueden hacer respuestas aplicada y comprobada a través de la experimentación.
- Es factico: tiene referencia empírica.
- Va corrigiendo o rechazando las propias conclusiones.

#### **4.1.1. Método matemático.**

Según Jesús Bastero (1999), la matemática es la ciencia más antigua, al ser fruto del pensamiento humano. Las matemáticas son una ciencia pues sus resultados están sometidos a las exigencias del método y del razonamiento científico. La investigación en matemáticas se produce en todos los países del mundo, con las limitaciones propias del potencial de cada país.

Consiste en el arte de traducir un fenómeno determinado o problemas de la realidad en un lenguaje matemático. Como la matemática no solo contribuye extraordinariamente para el ejercicio intelectual, sino que también es el lenguaje de la ciencia, y considerando que es la raíz de casi todas las creaciones de la humanidad. Es un modelo que utiliza fórmulas matemáticas para representar la relación entre distintas variables, parámetros y restricciones.



Características del modelo matemático:

- Simplicidad: Uno de los objetivos principales de un modelo matemático es simplificar la realidad para poder entenderla mejor.
- Objetividad: Que no tenga sesgos ni teóricos ni de los prejuicios o ideas de sus diseñadores.
- Sensibilidad: Que sea capaz de reflejar los efectos de pequeñas variaciones.
- Estabilidad: Que el modelo matemático no se altere significativamente cuando hay cambios pequeños en las variables.
- Universalidad: Que sea aplicable a varios contextos y no sólo a un caso particular.

Para la presente investigación se decidió utilizar el método matemático, ya que todos los datos que se obtuvieron a través de libros y fuentes fidedignas son valores numéricos los cuales nos ayudan a comparar con lo que se presenta en los tipos de errores para así mismo llegar a una solución más precisa y acertada. Como se sabe para tener menos errores en la construcción de casas habitaciones es necesario tener bien planteados los límites, que el área cuadre con las dimensiones y entre muchas cosas más que implican números.

#### **4.2. Enfoque de la investigación.**

De acuerdo a Hernández Sampieri (2014), la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno para ejercer el estudio del problema. Que se clasifica en 3 enfoques de la investigación que son cuantitativo, mixto y cualitativo.

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el método cuantitativo, que representa un conjunto de procesos, y cada dicho proceso o etapa es sistemática y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden que se utiliza es riguroso y puede definirse en algunas fases. Esta comienza a partir de dar una idea que va acotándose o bien delimitándose, y aun ves delimitada se derivan objetivos y preguntas de investigación se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. Una vez ya visto las preguntas o elegido de investigación son localizadas las variables y se establece la hipótesis, se desarrolla un plan para poder construir su diseño y probar cada una de las variables, cada variable que se da estas se miden en un determinado contexto bien delimitado, se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, para terminar con una serie de conclusiones que se establecen con respecto a las hipótesis.

Según Hernández Sampieri (2014), este enfoque tiene las siguientes características:

- El investigador (a), plantea un problema de estudio que este delimitado y concreto, las preguntas se basan sobre cuestiones específicas.
- El investigador hace la revisión de la literatura.
- Las hipótesis se generan antes de recolectar y analizar los datos.
- Se miden las variables o conceptos contenidos de las hipótesis, la recolección de datos.
- Los datos como son productos de medición por lo tanto se representan mediante números y son analizados mediante método estadístico.

- En el proceso se busca el máximo control la hipótesis propuesta y se minimice el error.
- Los análisis cuantitativos se interpretan con los resultados que encajan con el conocimiento existente.
- La investigación cuantitativa debe ser de los más objetiva posible.
- Los estudios siguen un proceso predecible y estructurado.
- En una investigación cuantitativa los resultados se dan como muestra.
- Al final se intenta explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando relaciones entre los elementos.
- Identifica leyes universales y causales.
- La búsqueda cuantitativa ocurre en la realidad externa al individuo.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo que como se recalcó anteriormente, se utiliza datos numéricos en la investigación, ya que se llevó a cabo en este trabajo los errores constructivos que se presentan por no tener buenas medidas, cálculos y análisis numéricos y con esos datos numéricos obtenidos se puede llegar a no presentar fallas la estructura.

#### **4.2.1. Alcance de la investigación.**

Una vez que se realizó la revisión de la literatura, y saber que nuestra investigación vale la pena y se deba realizar, el siguiente paso consiste en visualizar el alcance que tendrá está.

Hernández Sampieri y colaboradores (2014), indican que existen 4 tipos de investigación, que pueden tener un estudio: Exploratorio, Descriptivo, Correlacional y

Explicativo. En la práctica, cualquier investigación puede incluir elementos de más de uno de estos alcances.

Se utilizó el alcance descriptivo para este trabajo de investigación, el cual nos dice que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características rasgos importantes de cualquier fenómeno, pretendiendo medir o recolectar información de manera independiente o ya sea conjunta sobre los conceptos a los que se refieren, esto es detallar como son y como se manifiestan.

En este tipo de estudio el investigador debe de llegar a ser capaz de definir o identificar qué es lo que se medirá los conceptos, componentes, etc. Y sobre todo saber quien o quienes recolectaran los datos ya sean personas o grupos. Este tipo de investigación es la más utilizada, porque tiene como prioridad describir cualidades, características de un fenómeno o grupo de personas.

Por lo general, se realiza a través de encuestas o censos porque son idóneos para medir el sexo, edad, preferencias, entre otras características.

No hay que olvidar que la intención de esta investigación no es analizar, sino detallar un fenómeno.

Algunas características que distinguen a la investigación descriptiva son:

- La investigación descriptiva es un método que intenta recopilar información cuantificable para ser utilizada en el análisis estadístico de la muestra de población.

- En la investigación descriptiva, ninguna de las variables está influenciada de ninguna manera, sino que utiliza métodos de observación para llevar a cabo el estudio.
- Los datos recogidos y analizados a partir de la investigación descriptiva pueden ser investigados más a fondo utilizando diferentes técnicas. Además, ayudan a determinar los tipos de métodos de investigación que se utilizarán para la investigación subsiguiente.

### **4.3. Diseño de investigación.**

Partiendo de lo citado por Hernández Sampieri y colaboradores (2014), es la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. El diseño hace referencia al plan o estrategia que se lleva a cabo para obtener la información que se desea, con el fin de poder responder el planteamiento del problema, en el enfoque cuantitativo el investigador utilizara sus diseños para analizar con certeza el contexto de hipótesis. El diseño de investigación es resolver las preguntas de la investigación que se ha realizado, cumpliendo con los objetivos del estudio y poner a prueba la las hipótesis.

Hay dos tipos de diseño de investigación:

- Los experimentales: tres elementos científicos caracterizan a este tipo de investigación: control. Manipulación y observación, de las variables que afectan un objeto de estudio. Se divide en pre experimentos y cuasi experimentos, que se utilizan cuando el investigador establece el efecto de una causa manipulable.

- No experimentales: se divide en diseño transeccional y en diseño longitudinal. Esta investigación es el estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y solo se observan los fenómenos en su ambiente natural, es sistemática y empírica.

El diseño que se le dio al presente trabajo de investigación no es experimental cuantitativa, esto debido a que todo el proceso de investigación que se hizo se observó por medio de situaciones ya existentes para posteriormente analizar, ya que no se hizo ningún experimento en el laboratorio ni nada. Y es transversal

La investigación no experimental según Hernández Sampieri y colaboradores (2014), es un parteaguas de varios estudios cuantitativos. Está como se mencionó anteriormente se divide en transeccional y diseño longitudinal, para este trabajo de investigación se utilizó el diseño no experimental transaccional, ya que este recolecta datos en un solo momento y tiempo único, describe variables y analiza su incidencia e interrelación en un momento dado.

El diseño no experimental transaccional o transversal se divide en 3 tipos:

- Diseños transeccionales exploratorio: se comienza por conocer una variable o un conjunto de variables, una situación, etc., en un momento específico, éste por lo general se aplica en problemas de investigación.
- Diseños transeccionales descriptivos: indagan la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables de la población. Consiste en ubicar en una o diversas variables en un grupo de personas, objetos, situaciones, etc., y así proporcionar su situación de descripción.

- Diseños transeccionales correlacionales-causales: describen relaciones entre dos o más categorías en un momento determinado, se recolectan datos y se describe la relación. Unas veces en términos correlacionales y otras en función de causa y efecto.

La característica más importante de un estudio transversal es que se pueden comparar diferentes muestras de diferentes periodos de tiempo específicos. El investigador registra información sobre los participantes sin cambiar nada ni manipular el entorno natural en el que existen.

#### **4.4. Instrumentos de recopilación de datos.**

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizaron distintas herramientas de trabajo: Word, Google Maps, entre otras que me sirvieron como auxiliares para conocer mejor de vista los errores que se presentan, como al AutoCAD, que para un ingeniero civil es de mucha ayuda y son indispensables, gracias a estas herramientas pude llevar a cabo más fácilmente el trabajo de investigación, teniendo una mejor precisión es mi redacción.

Utilice el software de AutoCAD 2019, para tener un mejor conocimiento a la hora de investigar los errores constructivos que se presentan en las casas habitaciones, y observar como es el buen armado de acero y su respectiva colocación, fue observando mediante planos estructurales donde se ve claro cada cuanto se utiliza acero, que separaciones debe de llevar el amado para que no se presente ninguna falla, así como fijar el área a utilizar del terreno propio para las modificaciones.

El Google Maps 2017 me sirvió para localizar bien la zona donde iba a hacer mi trabajo de investigación, es decir, respecto a que zona del municipio de Uruapan iba a estar trabajando, viendo desde vista de planta. Facilitándome para poder mostrar que zona me iba a basar para la recolección de datos de los errores constructivos.

Por último, se utilizó el software Office Word 2019, el cual es una de las herramientas más indispensables para este trabajo de investigación, ya que con ayuda de esta herramienta pude plasmar todas las ideas, errores, características de la construcción, los métodos de construcción, los elementos constructivos importantes para una casa habitación, así como las reseñas de diferentes autores de la ingeniería civil, se describe toda la investigación realizada de la tesis general.

#### **4.5. Descripción del proceso de investigación.**

Para la presente investigación, para comenzar se planteó un problema sobre el cual se centró toda la investigación del trabajo, una vez obtenido dicho problema que se presenta en la construcción, se comenzó a obtener información sobre el tema que fuera de importancia y sobre todo útil para implementar medidas y soluciones, cabe mencionar que se obtuvo muy buena y eficiente información acerca de este tema ya que se encontró 2 tesis que tenían capítulos de mucha importancia para el tema los cuales fueron de mucha ayuda para el presente trabajo de investigación.

Una vez que se analizó el problema por investigar, se obtuvieron fuentes en libros, pdf, de autores que hablan sobre las estructuras de las casas habitación, como es la manera correcta de llevar a cabo su proceso constructivo, los tipos de métodos



por implementar, así como tener en cuenta cuales son las partes estructurales más esenciales que no deben faltar en la construcción de una casa habitación.

Teniendo información de autores civiles y arquitectos con experiencia en este ámbito laboral y recabando datos importantes sobre las fallas que se presentan por los errores constructivos, se llevó a cabo una visita de la zona donde se iban a tomar en cuenta datos, es decir, los errores, fallas en las casas habitaciones, para tener puntos a simple vista y reconocerlas.

Después se investigaron medidas de seguridad para la construcción, así como mencionar los errores que se presentan comúnmente en las casas habitaciones, como controlar los errores, entre otras cosas para tener más conocimiento sobre el tema.

Y por último se tomaron datos de la zona de las fallas que se observaron, para concluir con una tabla donde se indique el correcto análisis para prevenir la falla, que se menciona en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS E INTERPRETACION DE DATOS.

Por lo general las personas que no se desarrollan en este espacio de la ingeniería no tiene idea ni los conocimientos de cómo es que su casa puede llegar a fallar por una simple grieta que se presente por eso en este capítulo se hablará sobre los errores que más se presentan y llegan a generar fallas en las estructuras a simple vista, la importancia que tiene la obra negra en cuanto a su calidad tomando en cuenta el lugar y la elección de los materiales, así como el control y la seguridad que se debe contar.

#### 5.1 Calidad de la obra en Obra negra.

La calidad es una propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor de las restantes de su especie, en este sentido lo que se busca es que la obra tenga la mejor calidad posible al ser comparadas con otras de igual magnitud. Para ello se necesita lo que tradicionalmente se ha aceptado como control de calidad en construcción esto mediante, la supervisión de la ejecución de obra y el control de los materiales mediante la realización de ensayos de laboratorio; y considerar que el aseguramiento de la calidad abarque no solo la fase estricta de la construcción, sino todas las fases del proceso, desde su diseño hasta su gestión, control y mantenimiento.

El control de la calidad asegura la confiabilidad del comportamiento del sistema diseñado para la casa habitación de acuerdo con las resistencias de reserva supuesta y esperadas en el diseño. Cuando se practica el “control de calidad” y lograr un

“aseguramiento de calidad” incluye verificar los papeles y el desarrollo de todos los participantes como son el propietario, el diseñador, el constructor, entre otros.

Se deben describir las actividades que se van ejecutando para asegurar la calidad durante el proceso de construcción a fin de que se garantice el cumplimiento de lo que se requiere en la obra.

En el aseguramiento de la calidad, es el conjunto de actividades a ser planificadas, organizadas y ejecutadas durante la etapa de construcción del proyecto y que asegure durante todos y cada uno de los procesos a desarrollar la calidad del mismo.

La calidad en la construcción contempla las siguientes actividades:

- Revisión del contrato: el constructor estudia el proyecto y documentos contractuales con el fin de detectar las unidades con falta de definición y unidades con solución insatisfactoria, creando alternativas válidas.
- Organización de la obra: se definen las responsabilidades y la asignación de funciones para el personal contratado e identificando las personas con responsabilidad en la obra.
- Planteamiento general de la obra: se establece la forma de organizar la ejecución de la obra, desde el punto de vista de la gestión de la calidad.
- Calibración de equipos: se estipula un programa de calibración a medida, tanto de ejecución como de inspección.
- Control y tratamiento de las no conformidades: permite identificar las desviaciones al sistema de calidad o procesos, cuando no se cumplan los

requisitos establecidos, evaluando las causas y estableciendo medidas de corrección.

- El personal: prácticamente en todas las obras de ingeniería debe existir claramente definida la figura del propietario, constructor, supervisor con una misma visión de calidad, con el objetivo de integrar los trabajos.

El controlador de la calidad se encarga de elaborar los informes, en los que se presentan ya sea mediante tablas o fotografías, los resultados de las mediciones y pruebas ejecutadas.

El control de calidad de los cálculos del diseño puede lograrse asegurándose que:

- Exista un claro entendimiento del concepto estructural que se aplica al sistema.
- Exista conocimiento y cumplimiento de los requisitos fundamentales del diseño y las condiciones del medio ambiente.
- Donde sea posible, en las revisiones deben usarse modelos de cálculos aplicables utilizando programas de computación disponibles.
- No existen discrepancias entre las diferentes fases o partes de los cálculos del diseño total.
- Deben considerarse todos los casos y combinaciones de cargas esperadas.

Ya que los planos de ingeniería son la principal conexión entre el proceso del diseño y el proceso de construcción, deberán ser el principal objetivo del aseguramiento de la calidad de la obra. En consecuencia, se deberá estar familiarizado con la lectura e interpretación de los planos y ser capaz de realizar bosquejos claros

que expresen en forma correcta los detalles de la obra si se espera que el sistema construido refleje el sistema real.

El equipo que se utilice para el control de calidad o para la verificación de la calidad, estará en condiciones óptimas para su uso, calibrado, limpio, completo en todas sus partes y que no tenga un desgaste excesivo que pueda alterar significativamente los resultados de las pruebas. Todos los materiales a emplear serán de calidad considerando siempre la fecha de caducidad.

## **5.2 Clasificación general de errores en la construcción.**

Sería imposible enumerar todos los riesgos que se pueden presentar en este tipo de obra, puesto que basta con que exista la accidentabilidad e imprevisibilidad del suceso para que éste se encuentre cubierto. Por ello, nos centraremos en los que habitualmente son objeto de cobertura aseguradora. Éstos se dividen en tres categorías:

- Riesgos convencionales o también llamados normales.
- Riesgos inherentes de la propia obra.
- Riesgos catastróficos.

### **5.2.1. Errores que aparecen por los riesgos catastróficos.**

Entre los riesgos catastróficos destacan, por un lado, los que proceden de causas de la naturaleza que pueden preverse, pero sus efectos son inevitables, y por otro lado los que son totalmente imprevisibles.

Los riesgos debidos a causas de la naturaleza incluyen:

- Vientos, tempestades, huracanes y ciclones: pueden causar daños serios en la construcción, por lo que este hecho se debe tener en cuenta en el proyecto y hacer los cálculos según la normativa al respecto. Aunque solo se protege a las obras terminadas, durante la construcción se está expuesto a este fenómeno.

En el caso de Uruapan, estos sucesos normalmente no producen pérdidas totales. Sin embargo, el número de siniestros parciales debido a las citadas circunstancias son considerables ya que no se toman en cuenta las fallas producidas por los errores constructivos, siendo los de mayor frecuencia, arrastre de cubiertas de aluminio, caídas de tabiques que no se pegaron bien o los que aún están frescos, caída de madera que cubren paredes de las casas, etc.

- Inundaciones o daños por agua: las variaciones atmosféricas hacen previsible la ocurrencia de fenómenos hidrológicos. Este hecho, unido a que la mera existencia de agua en las obras ya es un riesgo permanente para las mismas, hacen que los daños por agua sean de los que con mayor frecuencia infieren en la seguridad.

En el caso de Uruapan las causas principales de daños por agua son la falta de medidas preventivas tales como: drenajes, desviación si se encuentra cerca de la construcción un canal o río, la realización de trabajos en periodos de lluvias.

- Terremotos: en zonas con riesgos de sismicidad debe tenerse en cuenta este hecho desde la realización del proyecto de construcción, aplicando las normas sísmicas existentes. No obstante, como en el caso del viento, solo están

protegidos por los daños en obras terminadas, pero no en la fase de construcción.

En el caso de Uruapan, por ejemplo, si bien no se encuentra de las zonas de mayor actividad sísmica, pero, en cualquier caso, el hecho de que no sea tan probable un gran terremoto no elimina la posibilidad de pequeños movimientos sísmicos, que son capaces de provocar hundimiento, grietas en la construcción.

- Hundimientos, corrimientos de tierras y desprendimiento de rocas: en estos casos, muchas veces los problemas son debidos a la no realización de un buen estudio geotécnico o a la mala suerte, puesto que al hacer el estudio y a pesar de que los estudios geológicos y geotécnicos se realizan cada vez con más exactitud, las capas internas del terreno pueden sorprender con la existencia con materiales distintos (rocas meteorizadas) que dan lugar a siniestros.

A esto hay que añadirle que las medidas de prevención son caras, por lo que se intentan evitar con frecuencia a pesar de incrementar con ello el riesgo. En el caso de Uruapan, por ejemplo, en la construcción de zanjas, son muchas las ocasiones que no son realizadas con las medidas de seguridad por lo que suelen producirse corrimientos del terreno con el consiguiente daño a la obra, a la maquinaria o a los edificios colindantes.

Estos derrumbamientos suelen ocurrir por la presión que ejercen las paredes del terreno en función de los distintos tipos del mismo, humedades, etc. El riesgo puede aumentar por las condiciones meteorológicas, los efectos del tráfico próximo, la existencia de construcciones contiguas o de depósitos de materiales y también por

sobrecargas transmitidas por las grúas u otros aparatos de elevación. Todos estos aspectos se agravan en las excavaciones, donde las infiltraciones de agua existen. En estos casos la presión hidrostática aumenta con la profundidad, produciendo una mayor inconsistencia del terreno.

Sirva como ejemplo el derrumbe de construcción en Uruapan, ocurrió en 28 de agosto del 2016, trabajando en la construcción de un colector, esto a la altura del entronque de la carretera libre cuatro caminos, que provoca la pérdida de trabajadores y equipo de máquinas. Ver imagen 5.1.



Fig. 5.1. Derrumbe de zanja de construcción de un colector.

(excelsior.com.mx;2016)



### **5.2.2. Errores de la propia obra.**

En este tema se engloban los riesgos debidos a las actividades llevadas a cabo en la ejecución las obras.

Dentro de la infinidad de riesgos que pueden presentarse se destacan los más frecuentes:

- Defectos de mano de obra, negligencia y actos mal intencionados: una de las características de ejecución de obra es, como ya se ha apuntado con anterioridad, la falta de muchos casos de especialización de mano de obra. Esta circunstancia, es causa de que los trabajadores produzcan gran número de errores.
- Errores de cálculo o diseño y empleo de materiales defectuosos inadecuados: estos factores normalmente originan grandes siniestros. Por ejemplo, una zapata mal dimensionada puede provocar el hundimiento total o casi total de una casa habitación. Otro claro ejemplo es una losa mal dimensionada y/o diseñada puede probar que se pandee la losa generando daños en la estructura.

Los riesgos específicos de algunas obras, según sea el tipo de obra los riesgos a analizar serán diferentes. Son riesgos específicos aquellos que afectan a un tipo de obra determinada y, riesgos genéricos aquellos que afectan a todo tipo de obra (orografía, hidrología, etc.).

### **5.2.3. Errores que aparecen por los riesgos convencionales.**

Los más frecuentes son:

- Incendio: son muy diversas las causas de incendios, por circunstancias como el almacenamiento, desorden de la madera, la utilización de líquidos inflamables para la combustión de motores de las máquinas a utilizar, el empleo de plásticos y materiales combustibles, trabajos de soldadura, estufas de almacenes, colillas mal apagadas (de los propios trabajadores que las tiran sin tener cuidado).
- Caída de rayo: La electricidad atmosférica puede causar daños, especialmente en transformadores y edificaciones que superen en altura a otras próximas. Es importante tener en cuenta la inexistencia de pararrayos en las obras durante su construcción, además de que la caída de rayo en ocasiones se ve agravada por la presencia en las grúas o mástiles.
- Explosión: En las obras pueden instalarse calderas, transformadores provisionales para la red de obra, compresores u otros aparatos con riesgo de explosión. Queda cubierta la posible explosión de origen externo a la obra.
- Robo: En sus comienzos se incluía en la póliza, pero en la actualidad casi todas las aseguradoras la excluyen casi de forma absoluta. Esto generando daños para la estructura si existe robo, y se llevaron material o alguna herramienta que se va a ocupar para la construcción de la obra ya no se hará el mismo trabajo con el material y herramienta adecuada.

### **5.3. Control de riesgos en la obra.**

El riesgo se define como la posibilidad de incurrir en resultados adversos y pérdida. La gestión de riesgos es un enfoque proactivo frente a esta situación, y su objetivo es evitar o minimizar los daños. Este proceso identifica posibles problemas y evalúa su potencial de causar daños. A partir de esa información, planifica acciones para reducir la probabilidad de ocurrencia de problemas o limitar el daño, si llegaran a producirse dificultades. (Danami, 2014).

Un ingeniero Civil debe saber que, al ejercer independientemente su profesión, sus oportunidades de trabajo se vuelven más demandantes, lo cual indica siempre ejercicios de atención y control de tiempo, el costo y la calidad, cuyo fin exitoso propicia la reactivación automática de su propia actividad profesional. Las organizaciones de ingenieros civiles que atienden estos compromisos libran las recesiones cíclicas que se presentan, resisten la gran competitividad en el mercado y reajustan sostenidamente los costos de operación y utilidad para sobrellevar la escasez de contratos importantes. Mientras dura esto, las organizaciones o empresas se colocan en posición vulnerable; si no logran superar las eventualidades y costos extraordinarios que resultan de incorrectas prácticas administrativas, como son los errores cometidos en el manejo de las estrategias equivocadas y otros aspectos de observar, todo lo cual se conoce como control de riesgos que pueda sufrir la obra.

Dado que, por lo general y según la naturaleza de ciertos contratos, los contratistas absorben sobre el costo (suma neta de dinero que se pierde al final de un proyecto de construcción) dentro de sus utilidades, para el ingeniero es esencial identificar las causas que producen ese sobre costo y remediarlo, ya que de lo contrario

enfrentara riesgos para la ejecución y el control de cualquier proyecto para construcción o de obra.

En el presente tema se enfatiza la importancia del control de la ejecución del proyecto de construcción para que se pueda prevenir los riesgos que ocasionan. Es importante destacar desde ahora que el ingeniero cuenta con diversas herramientas que lo auxilian. Los sistemas de información, en especial si esta automatizados, representan una gran ventaja en cualquier proceso o proyecto cuando su uso se ha estandarizado, no solo por alta velocidad de manejo de la información sino por disminuir los tiempos de ejecución, lo que implica suprimir en lo posible los errores en campo y los tiempos de suministro.

El control se divide básicamente en softwares de apoyo y en lineamientos de ejecución, control y entrega física de la obra. Ya que, se deben considerar las ventajas que ofrecen para maximizar la eficiencia y prever o corregir los posibles errores que pueden provocar riesgos alterando la obra. Los lineamientos son actividades cuya realización se sucede durante el proceso de la obra (instrumentos de control, aclaraciones, etc.).

La bitácora de obra también es un elemento fundamental en este proceso; se le puede definir como un documento en donde se articulan, de forma automática, los aspectos principales del trabajo, documento en donde, a su vez, consta en la manera en que todas las partes han pactado asumir sus responsabilidades y derechos. Esta función de la bitácora es muy importante porque puede ser el caso que, desde el inicio de la obra, empiezan a modificarse las condiciones que dieron origen al contrato, lo que implica movimientos cuanto, al costo y tiempo, por tanto, es de conveniencia

práctica tomar nota puntual de estos cambios en orden cronológico. Actualmente se opta por la bitácora digital, de hecho, la ley general de obras, la pide para las obras que se hayan licitado.

En cuanto a los reportes de obra, son de tres tipos principales: físicos, financieros y fotográficos. Se elaboran durante la ejecución de la obra por el supervisor, de una forma particular para cada subcontrato, y a través de ellos el responsable de la obra se informa de los avances. Estos reportes, en general, deben contener lo siguiente:

- Resumen o reporte periódico según convenga, el cual contendrá información de los recursos de la obra y el avance físico y financiero de la misma.
- Fotografías para observar el progreso de los trabajos en secuencia.
- Control de desviaciones identificando sus causas diariamente para su corrección.
- Informe constante de las pruebas realizadas para garantizar hermeticidad, resistencia, aislamiento, operatividad y eficiencia.

La bitácora de obra es un medio oficial y legal de comunicación entre las partes que firman un contrato. Esta vigente durante el desarrollo de la obra y su último objetivo es el de hacer oficial todos los elementos que integran el finiquito del contrato un instrumento que a su vez trata de la realización de costos reales autorizados que determinan el valor de la obra.

Es fundamental comprender esto, ya que determina la posibilidad de un manejo adecuado y profesional de todo el proceso constructivo, con todas las ventajas y

conveniencias que representan para el contratante y la calidad del producto (obra) terminado.

Es importante que cada proyecto de la empresa constructora, tenga un control de bodega eficiente, que se sujete a procesos establecidos, con el principal objetivo de conocer los insumos que ingresan al proyecto. El destino a los diferentes rubros y un Kardex de existencia en caso de que los insumos aun no hayan sido ocupados. La razón de un control detallado es que el mayor porcentaje de incidencia en el costo de un proyecto está en sus materiales.

La prevención de los riesgos en las obras, debe ser planificada y organizada y debe tomarse como exigencia autónoma de la empresa, por supuesto cuando existe una exigencia externa ya sea por las obligaciones de los clientes o de las aseguradoras, el trabajo de la prevención de riesgos es mucha más visible, lo que no asegura que sea el más efectivo. Normalmente cuando la empresa toma la seguridad como una exigencia autónoma la disciplina que se va teniendo en el trabajo con seguridad es mucho más efectiva ya que pasa a ser una parte integrante de las tareas y no significa alterar ningún tipo de conducta para cumplir con las obligaciones que puedan surgir por agentes externos a la empresa.

Evaluación de peligrosidad, Vogel (1995) apunta a que la necesidad de una evaluación de los riesgos en estos sectores es realmente indiscutible. Aunque sólo fuera porque todo accidente grave no solamente tiene consecuencias en la salud de los trabajadores, sino que implica costes importantes debido a la destrucción de infraestructuras y puede, en ciertos casos, desembocar en catástrofes para la población. Por esta razón los poderes públicos intervinieron para proporcionar un

marco legal bastante detallado a las iniciativas de los empleadores y existe, desde hace varias décadas, una investigación abundante y numerosas formas de peritaje profesional.

Ventilación de espacios confinados, Tiene una vital importancia puesto que de este punto se parten la mayoría de estrategias de gestión de riesgos, por cuanto la variable de ventilación tiene influencia directa en todos y cada uno de los grupos de riesgo especificados. Es así que, es concluyente que a partir de un espacio con una ventilación correcta se reducen riesgos por explosión, puesto que se expulsan adecuadamente los gases altamente explosivos. Se disminuyen en igual o mayor medida los riesgos biológicos, puesto que en ambientes de alta concentración de oxígeno y aire limpio no se pueden desarrollar en la misma cantidad dichos focos de infección.

Protección al trabajador, para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal, según sea el caso, la vestimenta básica de protección tal como: cascos protectores, botas de goma con punta de acero, mascarillas de polvo, orejeras para el ruido y demás implementos recomendados por las leyes de seguridad industrial. Es obligatorio, en cualquier caso, el uso del casco protector.

### **5.3.1. Seguridad estructural.**

Como consecuencia de todo lo expuesto, se deduce que en el desarrollo de este tipo de obras pueden ocurrir numerosos eventos que supongan una pérdida económica para las personas o entidades aplicadas en su diseño y ejecución para terceros, circunstancias que determinan la necesidad de su aseguramiento y por tanto

la obligación deriva del contrato de seguro para las compañías aseguradoras, para hacer frente a indemnizaciones que en ocasiones pueden alcanzar cuantías muy elevadas. El principal instrumento de transferencia de riesgos son los seguros de construcción.

Seguro todo riesgo montaje (TRM): este seguro cubre todos los daños que puedan sufrir los bienes asegurados durante los trabajos de montaje de máquinas, aparatos y estructuras metálicas de una obra, siempre que dichos daños sucedan de forma accidental e imprevista. Se asegura el montaje de cualquier equipo.

Seguro de maquinaria: mediante este seguro se garantizan los daños y pérdidas de materiales directas sufridas por las máquinas aseguradoras, tanto en funcionamiento como en reposo, a consecuencia de los daños internos o externos y siempre que sean causados por hechos accidentales e imprevistos.

Seguro de responsabilidad civil: la actividad realizada por la empresa constructora implica riesgos tanto en la propia obra como a su entorno, pudiendo producir daños tanto a bienes como a personas, en ambos casos ajenos. Por tanto, el objeto del seguro es, en un sentido amplio, resarcir al asegurado de los daños y perjuicios que hay sufrido por una causa accidental y no querida, esto es, la compensación del perjuicio económico experimentado por un patrimonio a consecuencia de un siniestro, por una obligación de indemnizar por daños causados a terceros.

Seguro de obras civiles terminadas: este tipo de seguro garantiza los daños que puede tener las obras civiles una vez terminados los trabajos, debido a: vandalismo, causa de la naturaleza (terremotos, inundaciones, etc.) e impacto de vehículos



terrestres, acuáticos o aéreos, etc. Se excluyen de esta cobertura los daños causados por: actos intencionados del asegurado, guerra, desgaste natural, movimientos de dilatación/contracción por causas térmicas, daños o pérdidas consecuenciales, etc.

**5.4. Tabla con los errores más comunes detectados en construcción en casa habitación en dicha zona de estudio.**

Se realizó visita al lugar de la zona de estudio que anteriormente se mencionó y localizó en el capítulo 3, con el fin de detectar las fallas que se presentaron por cometer errores a la hora de la construcción en las casas habitación. Las imágenes tomadas de los errores serán mostradas en el apartado de Anexos.

Como se muestra en la siguiente tabla:

Parte de la estructura donde se presentó la falla	Error constructivo	Construcción correcta
En las esquinas de ventanas aparecen grietas.	No poner marcos de acero.	Colocar castillos a los 4 lados de la ventana, con la colocación de varillas correcta.
En los muros de carga se presentan grietas de 45°.	Asentamiento diferencial en la cimentación.	La correcta colocación de zapatas, con un material resistente, así mismo contando con un suelo duro (compactado).

<p>Deflexión en trabes o vigas (visibles en pórticos de cocheras o claros de losas largas).</p>	<p>Por diseño deficiente, la mala calidad de los materiales.</p>	<p>Cálculos correctos en los momentos y la resistencia tanto de material de acero y cemento, calcular cortante, se elige el tamaño del estribo y separación de estribos a lo largo de la trabe.</p>
<p>Los pisos (firmes) con grietas.</p>	<p>Mala calidad de los materiales, falta de compactación de materiales, materiales expansivos que revientan los firmes.</p>	<p>Compactación en el suelo con las herramientas adecuadas hasta obtener un suelo duro y sin materiales arcillosos.</p>
<p>Muro volteado.</p>	<p>Falta de castillos y dalas en el muro de mampostería.</p>	<p>Colocar castillos en las esquinas del muro, colocando dalas para que soporten el muro entre sí, controlando el colapso.</p>
<p>Filtraciones en losa, por fisuras.</p>	<p>Mala curación de agua en el concreto, y del hormigón.</p>	<p>Poca cantidad de agua para que el concreto no pierda su resistencia, uso de materiales sellantes,</p>

		tan pronto cuando el material está en riesgo de secarse.
En el colado del castillo de un muro.	Falta de supervisión y material a la hora de colar, se aprecia partes sin concreto en el castillo.	Vaciar el concreto en la cimbra de madera dejando fraguar, supervisando que en toda la cimbra haya quedado vaciada.
Grietas en las escaleras.	Falta de acero longitudinal y transversal, y falta de bastones.	Colocar hileras de varillas que vayan de extremo a extremo, y consiguiente de varillas con refuerzo negativo formando un enmallado, con una separación de 20 a 25 cm.
Estructura de la casa (cuartos, baños, salas, etc.)	Espacios descuadrados, paredes que no están con líneas ortogonales.  Falsas escuadras.	Comprobar el replanteo, triangulando cada punto, midiendo paralelas en los dos sentidos, para triangular cada punto y cada rincón de la casa.
Muros, pisos y losa.	Los gremios de instalaciones (electricistas,	Enterrar directamente toda la cañería, antes de hacer

	gas, etc.) al instalar rompen el contrapiso y pasan por las paredes.	la capa aisladora pasar toda la instalación, cerrando así toda aislación.
Asentamiento y deterioro en la estructura de la casa.	El acero que se utiliza para construcción queda en contacto con la humedad del suelo, provocando oxidación.	Que el acero quede recubierto de la parte donde toca el suelo un mínimo de 5 cm, que el hormigón pase por lo menos esa medida.
Muros de tabique, mampostería.	No humedecer el tabique antes de colocar la mezcla, esto provocando poca adherencia, ya que el tabique seco le roba humedad a la mezcla.	Humedecer completamente el tabique para que no le robe resistencia a la mezcla.
En el piso de la casa, donde se encuentra la coladera.	La incorrecta colocación de tubería de drenaje, provocando socavación y por consecuencia hundimiento del piso.	Correcta instalación de drenaje en la coladera, con tubería de la medida necesaria.

## **5.5. Interpretación de datos.**

Los resultados obtenidos por medio de las investigaciones en el presente trabajo se determinan que, para la realización de una casa habitación ya sea unifamiliar o multifamiliar, se debe tener en cuenta desde el tipo de material a utilizar hasta el diseño constructivo, como el acomodo de la varilla y acero adecuado, la interpretación de cálculos obtenidos, el lugar del terreno y hasta el tipo de suelo en el que se va a trabajar dicha obra. Se tendrá como resultado una buena compactación del suelo con ayuda de zapatas aisladas o zapata corrida se tiene un mejor soporte a la estructura con el fin de transportar y extender las cargas que se causan por las columnas, para que la estructura no sufra algún tipo de agrietamiento en el suelo ni en los muros y estos puedan cumplir su función de soportar los otros elementos estructurales de la casa como travesaños, losa, dallas, etc. con las dimensiones correctas y el buen alineamiento de las paredes en función de los castillos, se previene el fallo de la estructura.

Se propone la eficiente supervisión y control de obra, que logran un aporte importante durante el proceso de construcción, para identificar los errores que se obtiene y solucionarlos en menos tiempo posible. Contando con una seguridad para la estructura y para los trabajadores.

## CONCLUSIÓN

La humanidad se encuentra en constante desarrollo, haciendo más grandes sus necesidades conforme va cambiando la sociedad, con ello es obligado el ingeniero civil a implementar nuevas técnicas de diseño y seguridad en la construcción optando por conseguir los mejores materiales y el estudio de las nuevas técnicas para la construcción. Desde tiempos atrás el ser humano busca conseguir el mejor hogar para su familia siendo este el más seguro y el más eficiente, con ello cumpliendo cada una de sus necesidades.

El presente trabajo de investigación tenía planteado el objetivo de Identificar los errores más comunes que se presentan en obra negra en una casa habitación, ubicados en Uruapan, Michoacán, en la zona de la colonia los ángeles a la altura del paseo general Lázaro Cárdenas, esto a través de los capítulos que se fueron desarrollando e investigando cada uno de los temas presentados se logro debido a que se obtuvieron distintos datos e información clara y concisa para identificar el principal objetivo, cumpliendo con lo que requerido, por lo cual se puede decir que gracias a esta información se pudo identificar los errores constructivos que se encuentran en las casas de la zona.

Así mismo, en el presente proyecto se cumplieron los diferentes objetivos específicos planteados en la introducción los cuales se mencionarán a continuación, dando una breve explicación de cómo se obtuvieron:

El primer objetivo específico que se mencionó en el capítulo 1, era conocer e identificar los principales errores y los posibles métodos constructivos para que no

ocurra ningún error, para esto primero definimos que un error en la construcción se considera a las fallas que después de tiempo aparecen, a las cosas que evidentemente marcan que la estructura está mal construida y que ese método o esa técnica que utilizaron no fue la adecuada, y los métodos constructivos para una correcta cimentación. Así también como que elementos estructurales son los adecuados para la estructura de la casa que den soporte y seguridad como son las vigas, muros, columnas, losa, etc. con los diferentes materiales que esto se menciona en el capítulo 2 con su concepto correspondiente de cada elemento. Identificar cuáles son las causas que hacen que se presenten dichos errores y conocer ciertos métodos de supervisión de obra para evitar caer en posibles errores, esto gracias a las investigaciones y conocimientos sobre las materias impartidas de supervisión de obra, estos dos objetivos se pudieron desarrollar en el capítulo 5, mencionando diferentes aspectos sobre las causas accidentales, catastróficas y naturales que provocan fallas en la estructura, sino está bien identificado el error constructivo, los elementos e instrumentos de desarrollo para realizar actividades para supervisar el proceso constructivo y prever el error, un instrumento importante que se menciono fue la bitácora de obra que se le puede definir como un documento en donde se articulan, de forma automática, los aspectos principales del trabajo, documento en donde, a su vez, consta en la manera en que todas las partes han pactado asumir sus responsabilidades y derechos, dando como resultado control en la seguridad de la estructura. El cuarto objetivo específico era fortalecer los conocimientos en la construcción de obra negra en una casa habitación, este se cumplió al final del capítulo 5, donde se realizó una tabla haciendo un análisis colocando los principales errores constructivos que se presentaron durante la visita a las casas habitación,

complementando con la correcta forma de prevenir que llegue a fallar y halla mayor seguridad y calidad en la obra.

En base a lo anterior, se logro resolver la pregunta de investigación planteada al inicio del proyecto de investigación: ¿Cuáles son los errores más comunes que se presentan en obra negra en la construcción de una casa habitación?

Después de toda investigación y desarrollo satisfactorio que se obtuvo en este trabajo, a lo largo de los capítulos y con el análisis que se obtuvo en el capítulo 5, se le pudo dar respuesta a la pregunta de investigación, obteniendo como resultado el conocimiento que un ingeniero civil debe tener para que no logre a fallar la estructura de la casa habitación, fiándose de la redacción.

Se puede concluir que una estructura de casa habitación posee diversos elementos estructurales que le aportan rigidez, y la falla de uno de éstos puede ser compensada con el buen funcionamiento de otro; sin embargo, la suma de errores pequeños y diseminados por toda la edificación, dará como resultado “un error grande”. Se requiere mayor supervisión por parte de las entidades privadas y estatales, durante la ejecución de proyectos de construcción civil. Es importante que los encargados de dirigir los proyectos de construcción civil (jefes de proyecto, ingenieros residentes, maestros de obra, etc.) cuenten con la experiencia y capacitación necesaria relacionada con la materia. El diseño de estructuras debe ser compatible con la realidad de la construcción, no se puede pretender ejecutar un proyecto de construcción civil bajo diseños que no son viables en la práctica. Tal es el caso de los congestionamientos de acero en las intersecciones de las vigas y/o columnas.



## **BIBLIOGRAFÍA.**

Alva Hurtada, Jorge E. (1943)

Diseño de cimentaciones.

Ed. Fondo editorial ICG, México.

Blanco Blasco, Antonio. (1950)

Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado.

Ed. Colegio de ingenieros, Perú.

Caiza Sánchez, Pablo. (1981)

Diseño de columnas, muros estructurales y diafragmas de hormigón armado.

Ed. Lcdo. Xavier, Ecuador.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2010)

Metodología de la investigación.

Ed. Mc Graw Hill, México.

Melli Piralla, Roberto. (1985)

Diseño estructural.

Ed. Limusa, México.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la investigación científica.

Ed. Limusa, México.

#### OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

- Manual de cimentaciones (2006).
- Secretaria de comunicaciones y transportes.
- American concrete institute (2015).
- [https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/images/Manual-Riesgos-Construccion-ALOP\\_tcm636-81085.pdf](https://www.mapfrere.com/reaseguro/es/images/Manual-Riesgos-Construccion-ALOP_tcm636-81085.pdf)
- <http://www.coatpalencia.org/documentos/CTE.pdf>
- <https://www.youtube.com/watch?v=m404Edl3MUc>
- <http://martinbonari.com>