



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

| VIGILADA MINEDUCACIÓN |

ASIGNATURA : DIEÑO EN CONCRETO

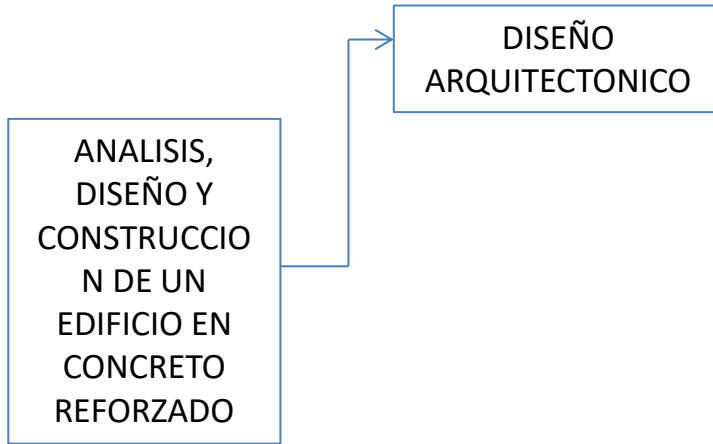
Tema: MAPA CONCEPTUAL

Profesor: Ing. Edgar Muñoz

Departamento de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

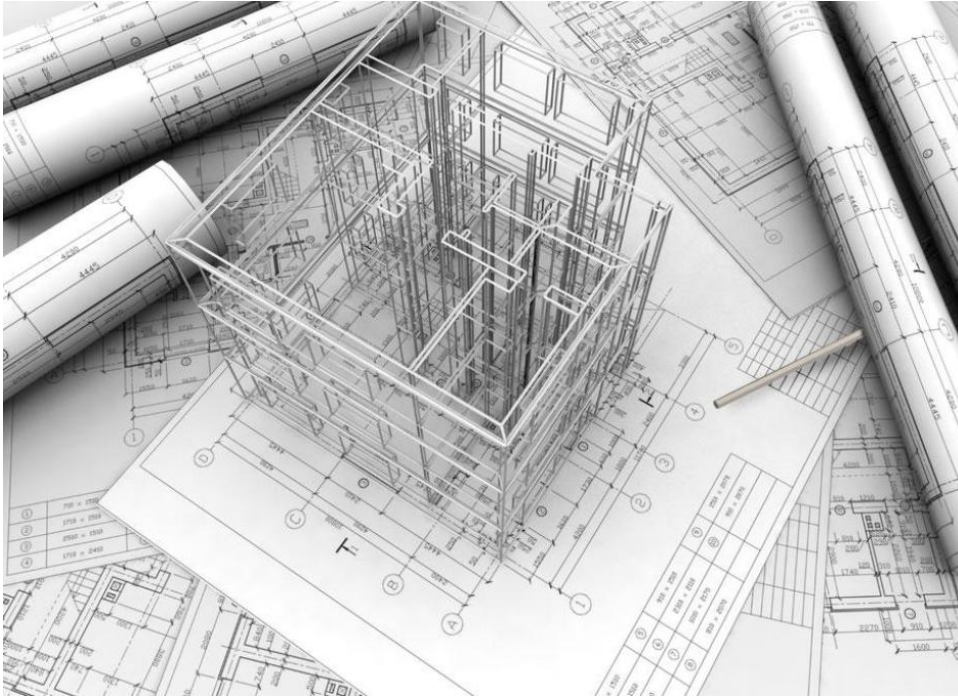
Enero 2022



DISEÑO ARQUITECTONICO

La arquitectura en los proyectos de diseño de edificios en concreto reforzado es fundamental porque define **la forma, funcionalidad y estética del espacio**, al tiempo que condiciona directamente las **decisiones estructurales** que garantizan la seguridad y el desempeño de la edificación. Una adecuada integración entre el diseño arquitectónico y el estructural permite **optimizar la distribución de cargas, el uso eficiente de materiales y la respuesta ante acciones como sismos o cargas de servicio, evitando soluciones costosas o inviables**. Además, la arquitectura orienta aspectos clave como la modulación, la ubicación de elementos estructurales (vigas, columnas, muros), la iluminación natural y la ventilación, logrando edificaciones no solo seguras, sino también habitables, sostenibles y acordes con las necesidades del usuario y el contexto urbano.

DISEÑO ARQUITECTONICO



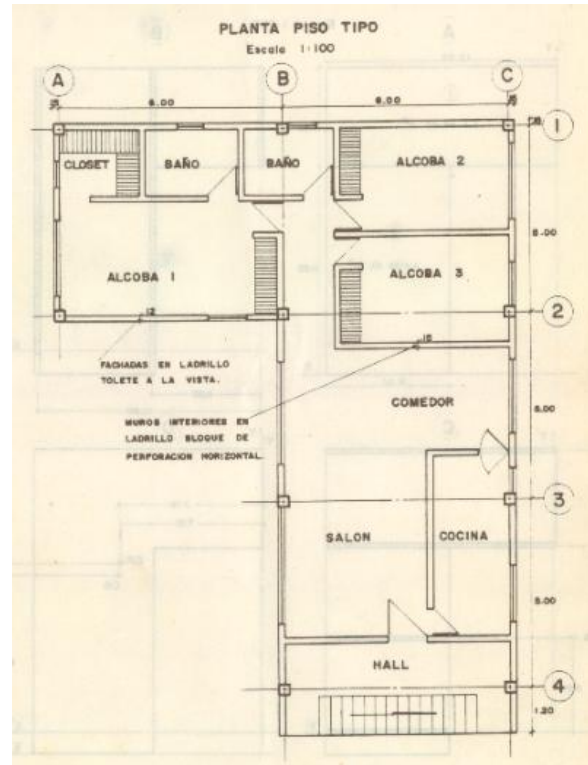
◆ Distribución aproximada

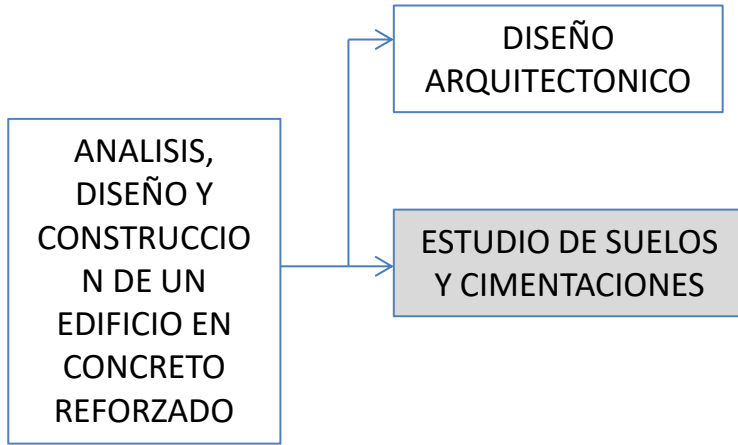
- **Arquitectura: 50% – 65%**
 - **Estructural: 25% – 35%**
 - **Estudio de suelos (geotecnia): 5% – 10%**
-
- Es edificio alto → sube estructural
 - Terreno complejo → sube geotecnia
 - Proyecto muy arquitectónico → sube arquitectura

Fuente: ChatGPT

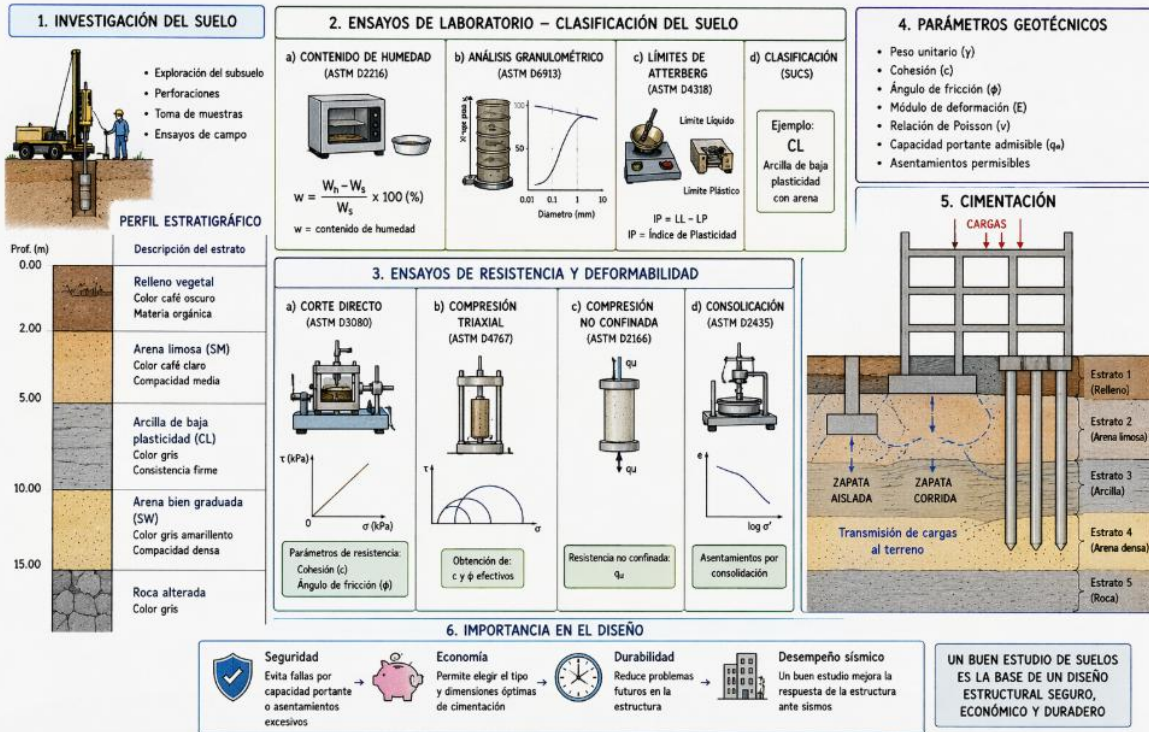
3

DISEÑO ARQUITECTONICO





ESTUDIOS DE SUELOS Y CIMENTACIONES PARA EDIFICIOS DE CONCRETO REFORZADO



6. IMPORTANCIA EN EL DISEÑO

Seguridad
Evita fallas por capacidad portante o asentamientos excesivos

Economía
Permite elegir el tipo y dimensiones óptimas de cimentación

Durabilidad
Reduce problemas futuros en la estructura

Desempeño sísmico
Un buen estudio mejora la respuesta de la estructura ante sismos

UN BUEN ESTUDIO DE SUELOS ES LA BASE DE UN DISEÑO ESTRUCTURAL SEGURO, ECONÓMICO Y DURADERO

Fuente: Creado Usando ChatGPT

Los estudios de suelos y el diseño de cimentaciones son fundamentales en los edificios de concreto reforzado porque permiten conocer con **precisión la capacidad portante, la deformabilidad y el comportamiento** del terreno ante cargas y condiciones ambientales, lo que garantiza que la estructura **transmita sus esfuerzos de manera segura y eficiente al subsuelo; sin esta información, el diseño estructural** quedaría incompleto, aumentando el riesgo de asentamientos diferenciales, fallas por capacidad insuficiente o problemas de estabilidad global, especialmente en zonas sísmicas o con suelos heterogéneos, por lo que una adecuada caracterización geotécnica no solo optimiza el tipo y dimensiones de la cimentación (zapatas, pilotes, losas, etc.), sino que también contribuye a la seguridad, durabilidad y economía del proyecto a lo largo de su vida útil.

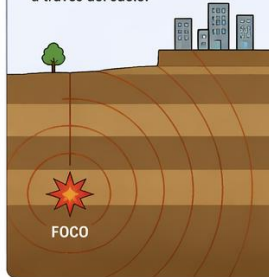
Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > \bar{v}_s
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) > \bar{s}_u
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

VELOCIDAD DE ONDA EN EL SUELO

¿QUÉ ES UNA ONDA SÍSMICA?

Es una vibración que se genera en la corteza terrestre (por un sismo) y se propaga a través del suelo.



La **velocidad de onda (v)** es la rapidez con la que las ondas sísmicas viajan a través del suelo.

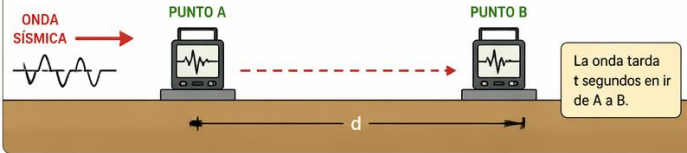
$$v = \frac{d}{t}$$

d = distancia recorrida por la onda (m)

t = tiempo que tarda en recorrer esa distancia (s)

¿CÓMO SE MIDE?

Se coloca un sismógrafo en un punto A y otro en un punto B a una distancia conocida (d). Cuando llega la onda a A y luego a B, se registra el tiempo (t) que tarda en ir de A a B.



TIPOS DE ONDAS SÍSMICAS

Hay diferentes tipos de ondas que viajan a distintas velocidades.

- **Ondas P (primarias):**
Son las más rápidas.
Viajan por sólidos y líquidos.
- **Ondas S (secundarias):**
Son más lentas que las P.
Solo viajan por sólidos.

¿DE QUÉ DEPENDE LA VELOCIDAD DE ONDA?

La velocidad depende de las propiedades del suelo o roca.

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS	VELOCIDAD APROXIMADA DE ONDAS P (m/s)	VELOCIDAD APROXIMADA DE ONDAS S (m/s)	EXPLICACIÓN
ROCA DURA	Muy compacta, poca deformación	2,000 – 6,000	1,200 – 3,500	Las ondas viajan muy rápido porque las partículas están muy juntas y firmes.
GRAVA Densa	Compacta, poca agua	700 – 2,000	400 – 1,000	Velocidad intermedia.
ARENA	Menos compacta, puede tener agua	300 – 700	150 – 400	Más porosa, la onda se mueve más lento.
LIMO O SUELO BLANDO	Poco compacto, más agua	150 – 300	50 – 150	La onda viaja lento.
AGUA	Líquido	1,400 – 1,600	– (no viajan)	Las ondas S no viajan en líquidos.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

- Suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y pueden causar más daño.
- Conocer la velocidad ayuda a diseñar construcciones más seguras.
- Se usa para estudios geotécnicos y de peligro sísmico.

IDEA CLAVE

A mayor rigidez y compactación del suelo o roca, mayor velocidad de onda.

Fuente: Creado Usando ChatGPT

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro

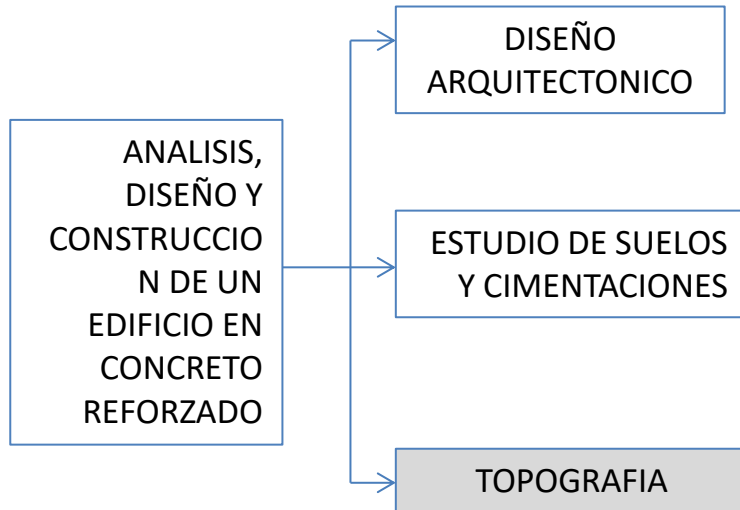
Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.



La topografía es fundamental en la construcción de edificios de concreto reforzado porque permite conocer con precisión **las características geométricas y físicas del terreno donde se desarrollará el proyecto**, garantizando un diseño y ejecución adecuados. A través de estudios topográficos se obtienen variables clave como la **altimetría** (niveles y pendientes del terreno), **planimetría** (ubicación y dimensiones en planta), coordenadas georreferenciadas, perfiles longitudinales y transversales, y la identificación de accidentes naturales o artificiales. Esta información es esencial para definir la ubicación exacta de la estructura, el movimiento de tierras, el diseño de cimentaciones y la correcta alineación de los elementos estructurales, reduciendo riesgos constructivos, optimizando costos y asegurando la estabilidad y seguridad del edificio.

ESTUDIO DE TOPOGRAFIA

Necesario para establecer el área,
los linderos y los niveles del área
del lote.



El levantamiento topográfico

Características:
Físicas
Geográficas
Geológicas

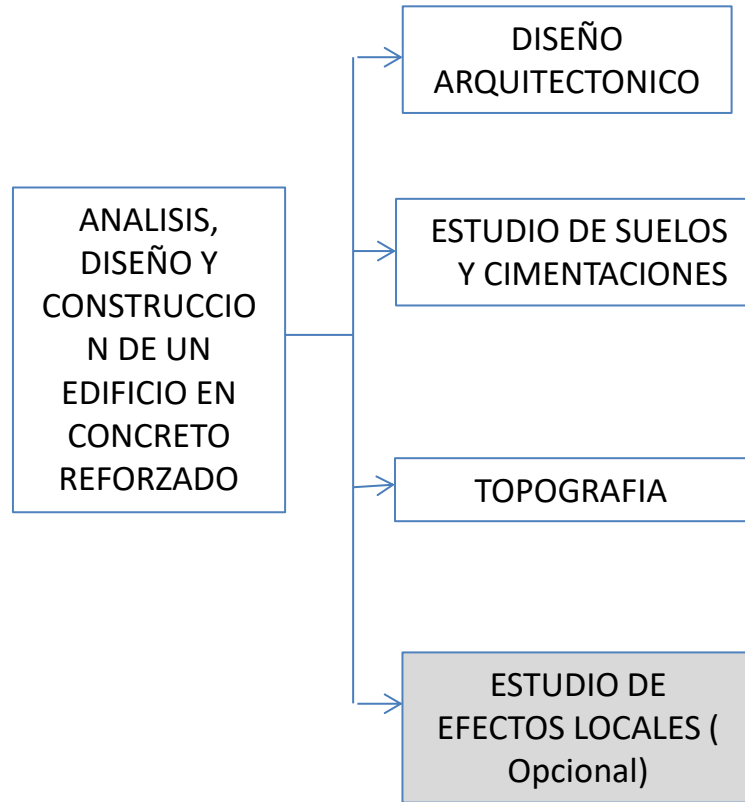
El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno



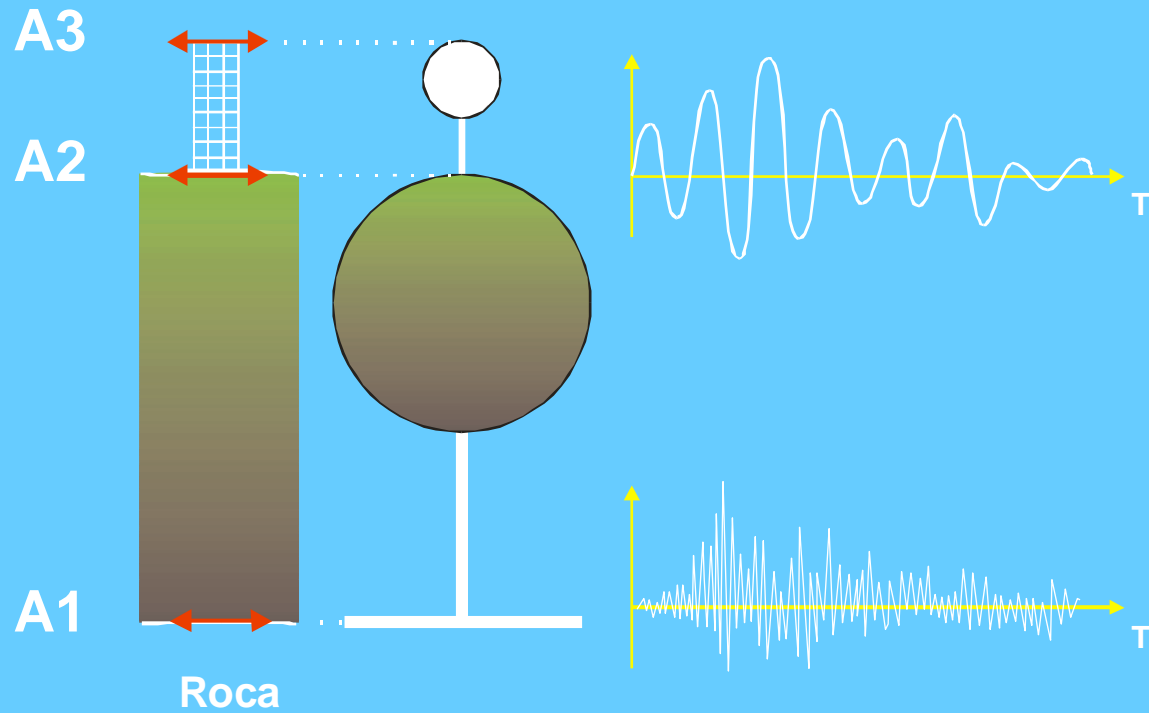
- También sus variaciones y alteraciones.
- Se denomina a este acopio de datos o plano
- Refleja al detalle y sirve como instrumento de planificación para edificaciones y construcciones.



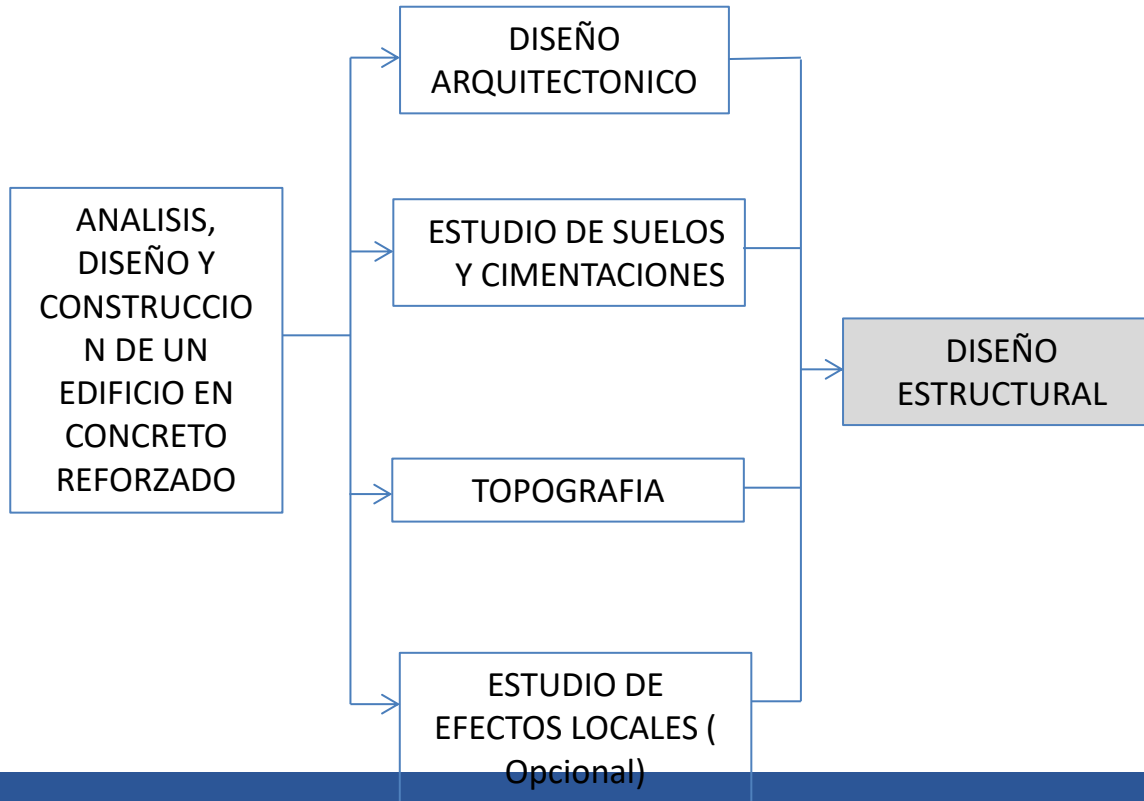
Fuente: Creado
Usando ChatGPT



Un estudio de efectos locales para determinar el espectro de diseño en una edificación comprende varias etapas integradas: primero, la **recopilación de información existente**, incluyendo estudios geológicos, geotécnicos y sismológicos de la zona; luego, la **caracterización del sitio**, mediante exploración de campo (perforaciones, ensayos SPT/CPT, medición de velocidades de onda como V_{s30}) y definición de los perfiles estratigráficos del suelo; posteriormente, la **definición de la amenaza sísmica de referencia**, basada en la normativa vigente y registros sísmicos representativos; a continuación, se realiza el **análisis de respuesta sísmica local**, utilizando modelos unidimensionales o bidimensionales para evaluar cómo las ondas sísmicas se amplifican o modifican al atravesar los suelos; con estos resultados se procede a la **obtención del espectro de respuesta del sitio**, ajustando aceleraciones, periodos y factores de amplificación; y finalmente, se define el **espectro de diseño**, que servirá como base para el análisis estructural, garantizando que la edificación considere adecuadamente los efectos del suelo y cumpla con criterios de seguridad y desempeño sísmico.



AMPLIFICACION DE LA ONDA SISMICA



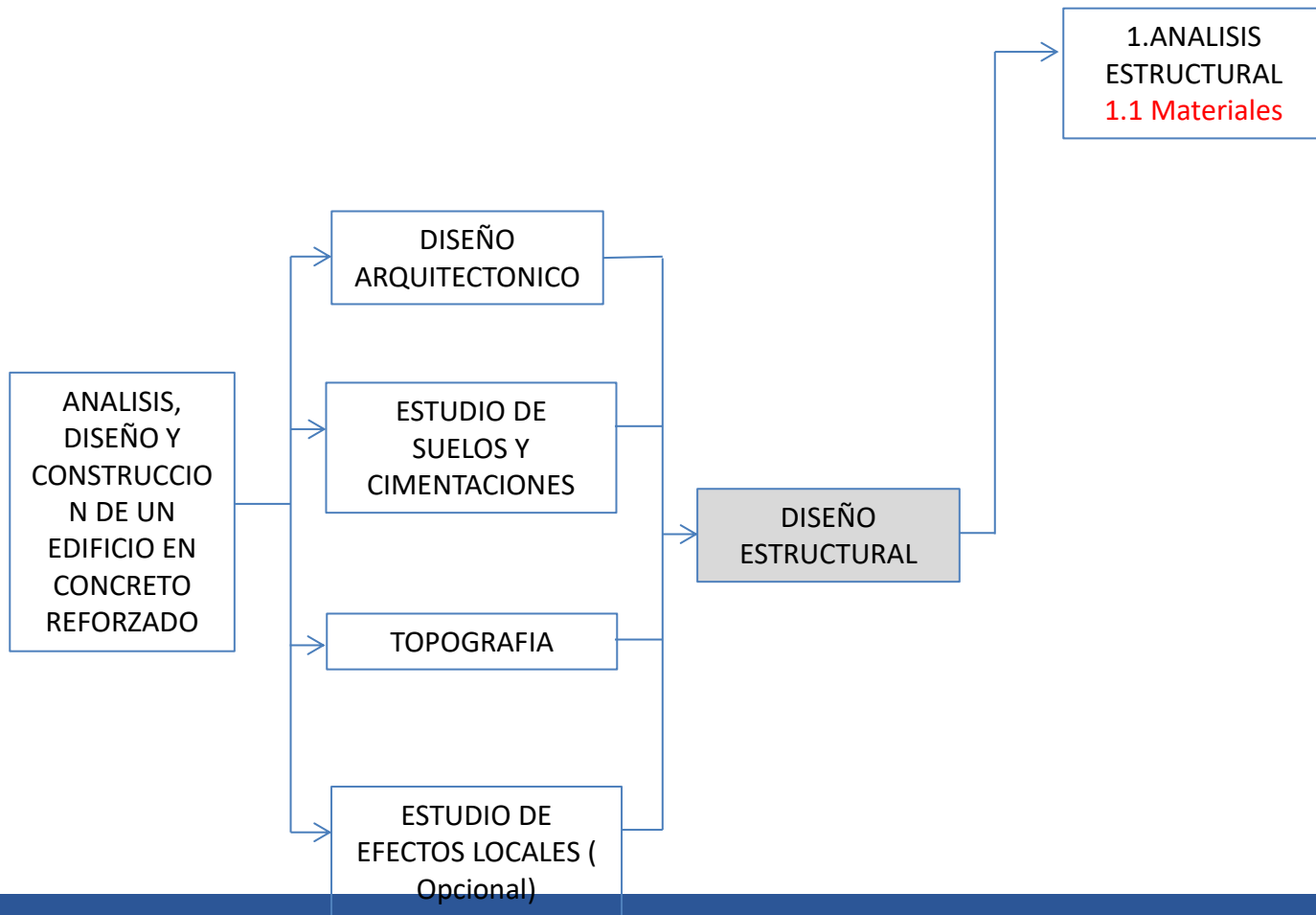
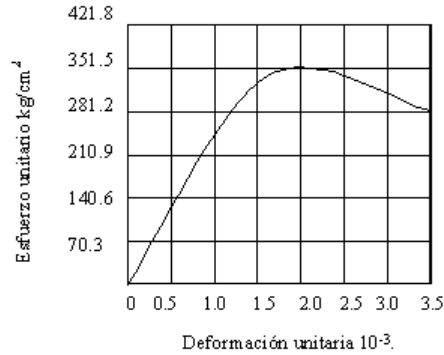
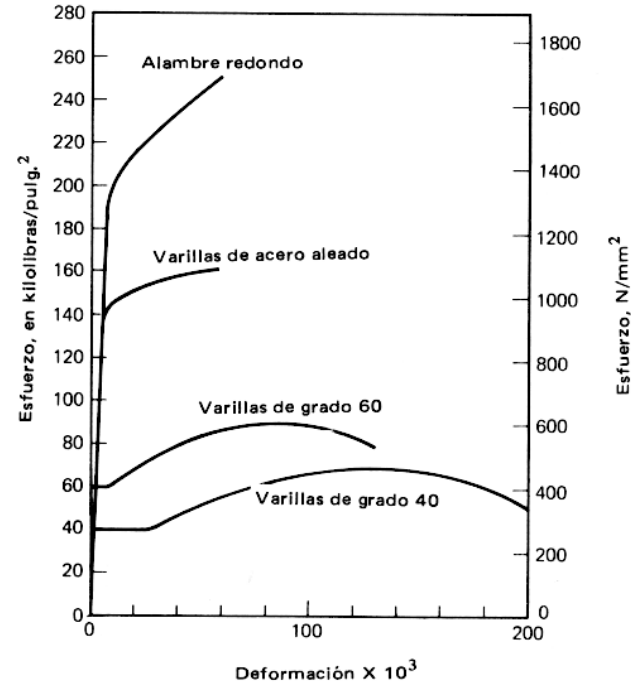


DIAGRAMA ESFUERZO DEFORMACION

Concreto (fc de 21,28,35 MPa)



Acero (240 y 420 MPa)



Módulo de elasticidad

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c}$$

Componentes del Concreto

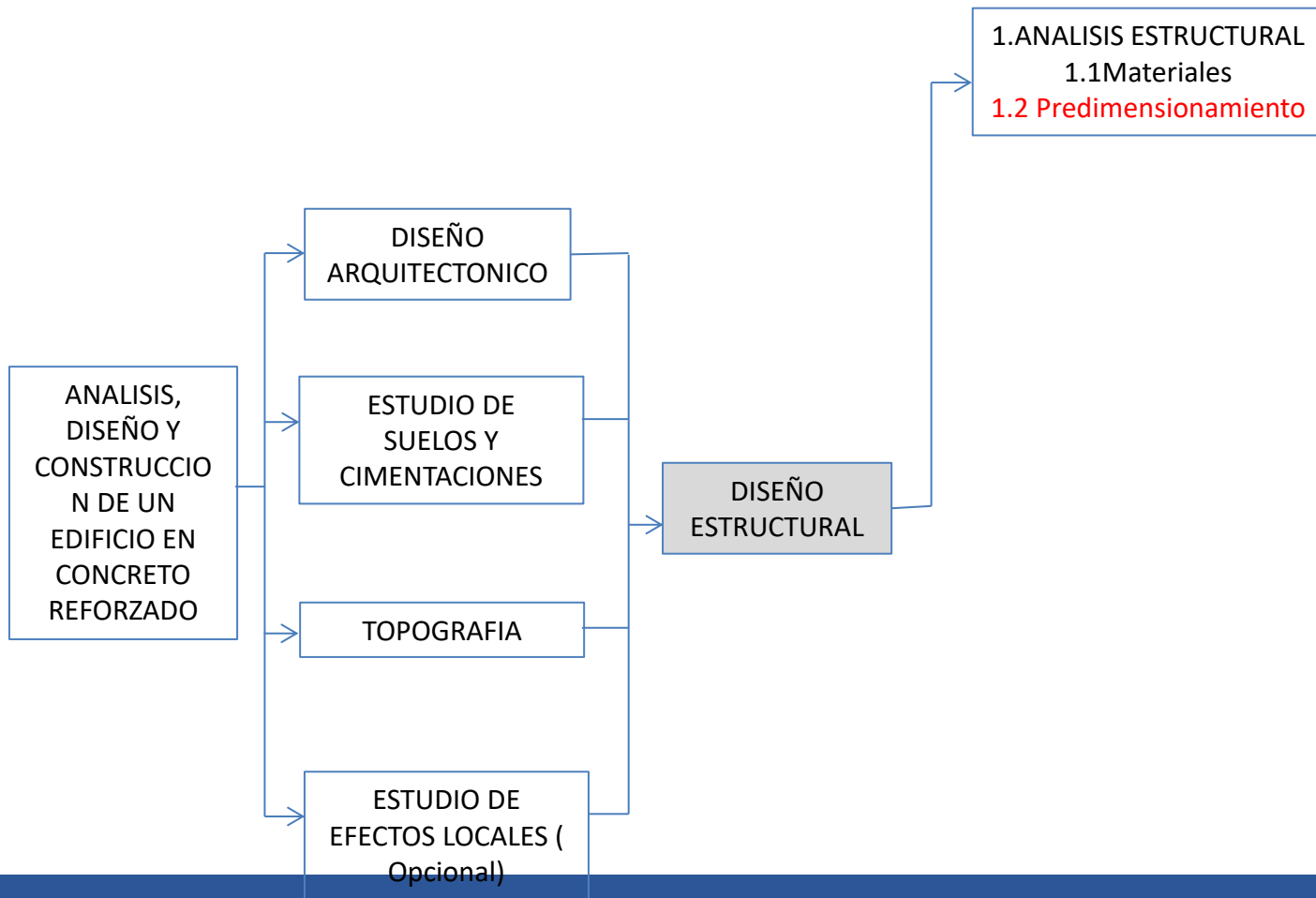
Concreto= Cemento + Agua + Grava + Arena + **Aditivos**

Mortero= Cemento + Agua + Arena

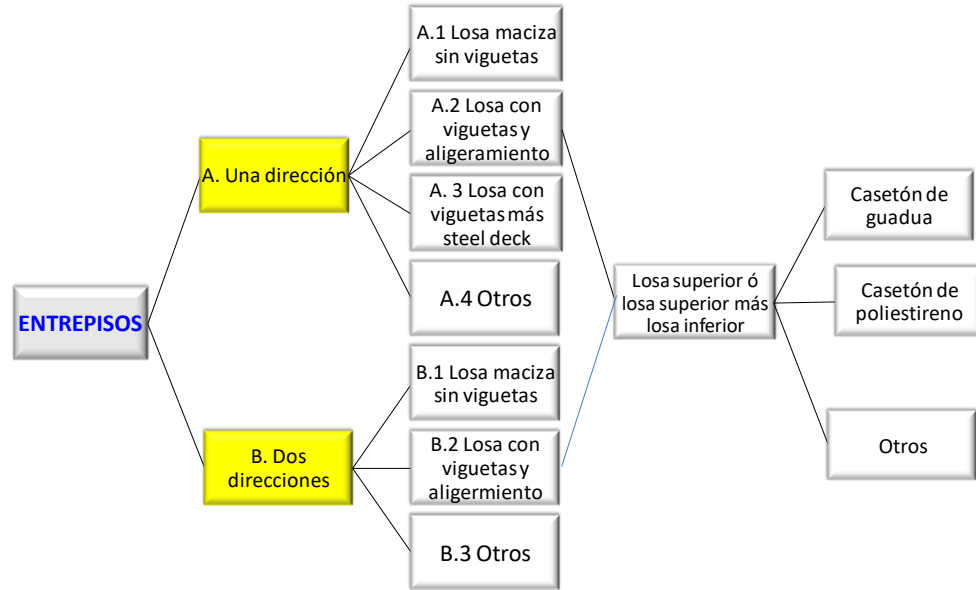
Pasta o Lechada= Cemento + Agua



Designación de la barra	Diámetro de referencia en pulgadas	Diámetro (mm)	Area(mm ²)	Peso(kgf/m)
No.2	"1/4	6,4	32	0,250
No.3	"3/8	9,5	71	0,560
No.4	"1/2	12,7	129	0,994
No.5	"5/8	15,9	199	1,552
No.6	"3/4	19,1	284	2,235
No.7	"7/8	22,2	387	3,042
No.8	"1	25,4	510	3,973
No.9	"1-1/8	28,7	645	5,060
No.10	"1-1/4	32,3	819	6,404
No.11	"1-3/8	35,8	1006	7,907
No.14	"1-3/4	43	1452	11,380
No.18	"2-1/4	57,3	2581	20,240

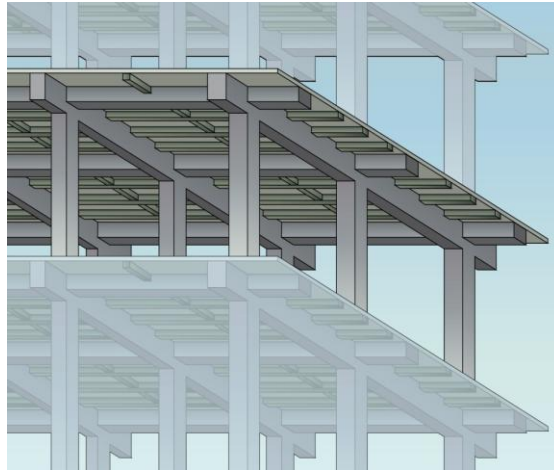


1. Seleccionar el tipo de entropiso
2. Definir su altura y distribución (Norma, modelos, otros)

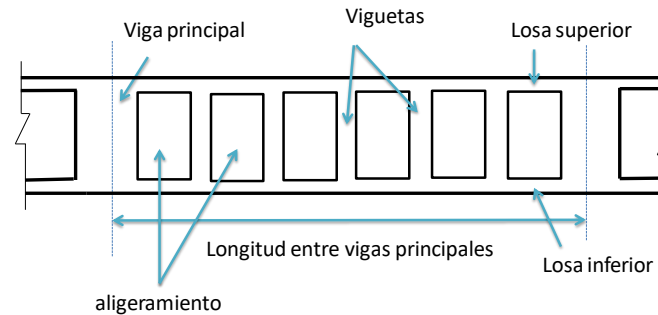


- **Losa maciza sin viguetas:** Son losas con refuerzo principal en una sola dirección, que se construyen como entrepisos de casas, bodegas, estructuras industriales, entre otros. Estos elementos pueden ser simplemente apoyados o continuos, y se apoyan en muros de mampostería, vigas principales, etc.
- **Losa con viguetas y/o aligeramiento:** Este tipo está compuesto por una losa o loseta en la parte superior e/o inferior y viguetas o nervaduras en una sola dirección. Además incluye elementos tipo riostras que son de menor rigidez y perpendiculares a las viguetas, que tiene la función de colaborar en la distribución de las cargas. Los aligeramientos puede ser de casetón de guadua o icopor envuelto en polietileno, los cuales quedan embebidos en el entrepiso cuando el entrepiso es de losa superior e inferior. Son usados temporalmente y reutilizados para cada piso cuando es un entrepiso con losa superior solamente.

- **Losa maciza sin viguetas:** Son losas con refuerzo principal en una sola dirección, que se construyen como entrepisos de casas, bodegas, estructuras industriales, entre otros. Estos elementos pueden ser simplemente apoyados o continuos, y se apoyan en muros de mampostería, vigas principales, etc.
- **Losa con viguetas y/o aligeramiento:** con losa superior solamente.

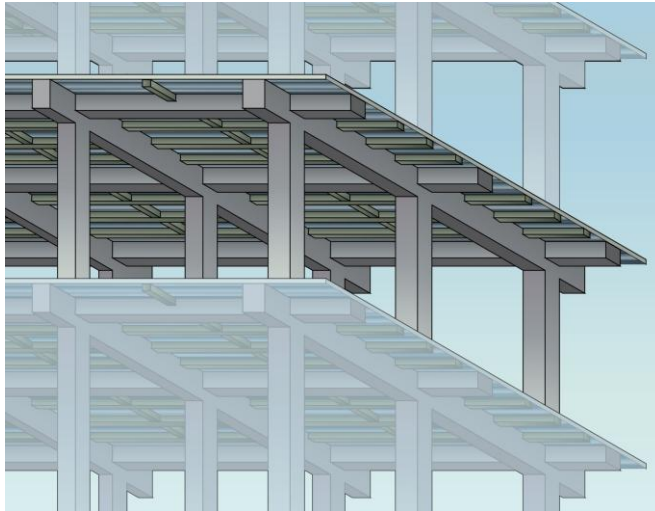


- **Losa con viguetas y/o aligeramiento:** Este tipo está compuesto por una losa o loseta en la parte superior e/o inferior y viguetas o nervaduras en una sola dirección. Además incluye elementos tipo riostras que son de menor rigidez y perpendiculares a las viguetas, que tiene la función de colaborar en la distribución de las cargas. Los aligeramientos puede ser de casetón de guadua o icopor envuelto en polietileno, los cuales quedan embebidos en el entrepiso cuando el entrepiso es de losa superior e inferior. Son usados temporalmente y reutilizados para cada piso cuando es un entrepiso con losa superior solamente.

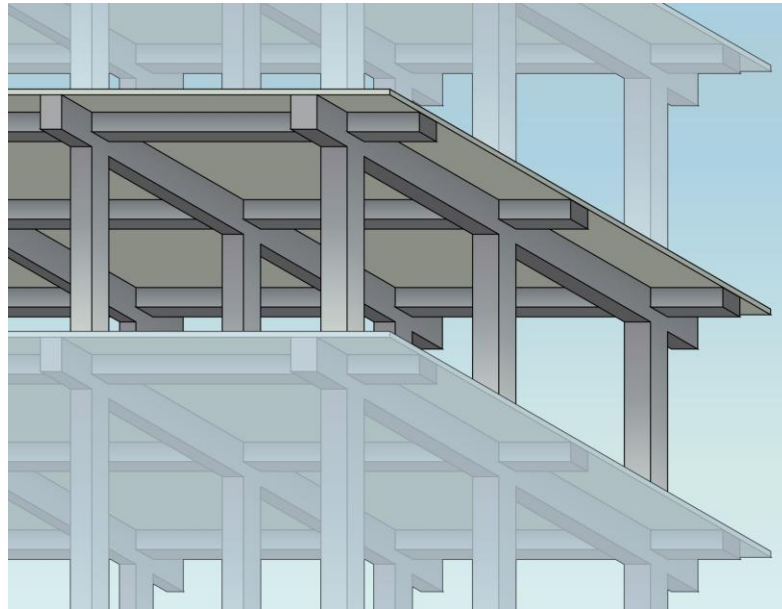


- **Losa maciza sin viguetas:** Son losas con refuerzo principal en una sola dirección, que se construyen como entrepisos de casas, bodegas, estructuras industriales, entre otros. Estos elementos pueden ser simplemente apoyados o continuos, y se apoyan en muros de mampostería, vigas principales, etc.

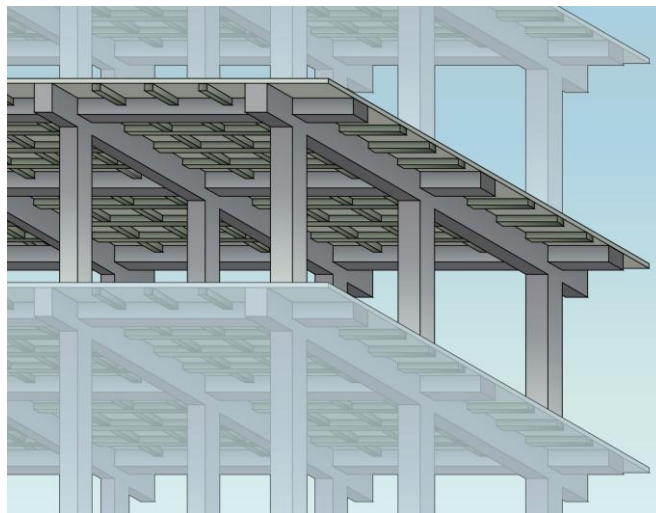
- **Losa con viguetas más “steel deck”**: Está compuesto por una losa superior en concreto reforzado más un “steel deck” apoyado en viguetas en concreto reforzado en una dirección como se observa en las siguientes figuras. El steel deck es una lámina de acero desplegada que sirve como formaleta y refuerzo de la losa.

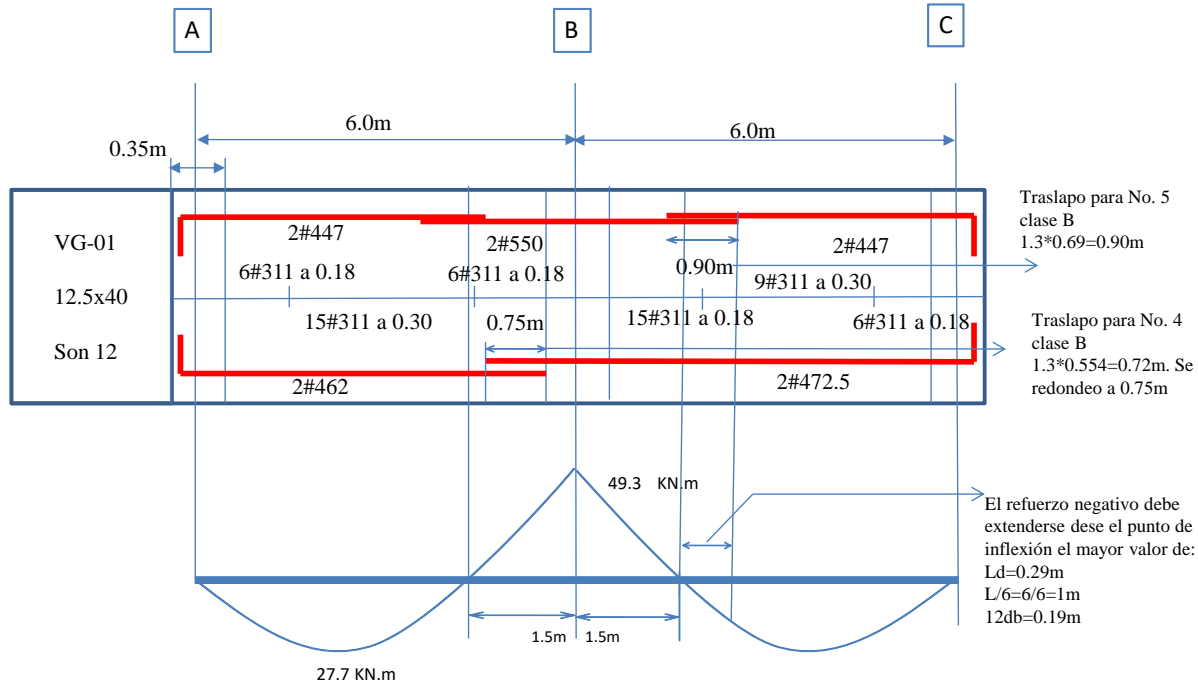


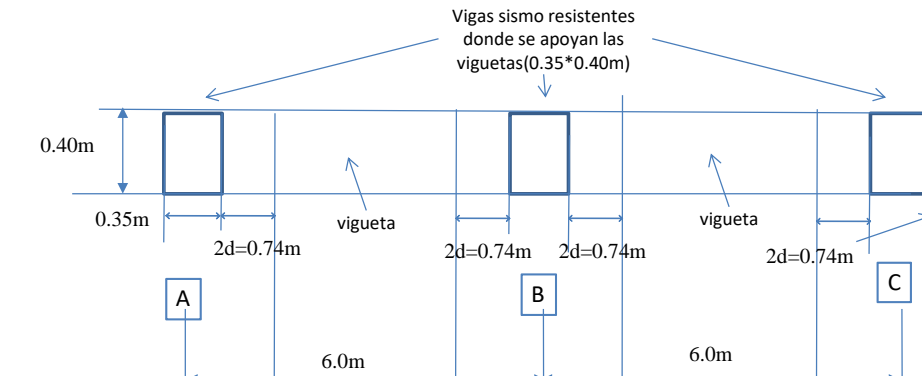
- **Losa maciza sin viguetas:** Son losas sin nervaduras o viguetas con refuerzo principal en las dos (2) direcciones como se observa en la siguiente figura. Su refuerzo principal puede estar compuesto por mallas electrosoldada en la parte superior e inferior.



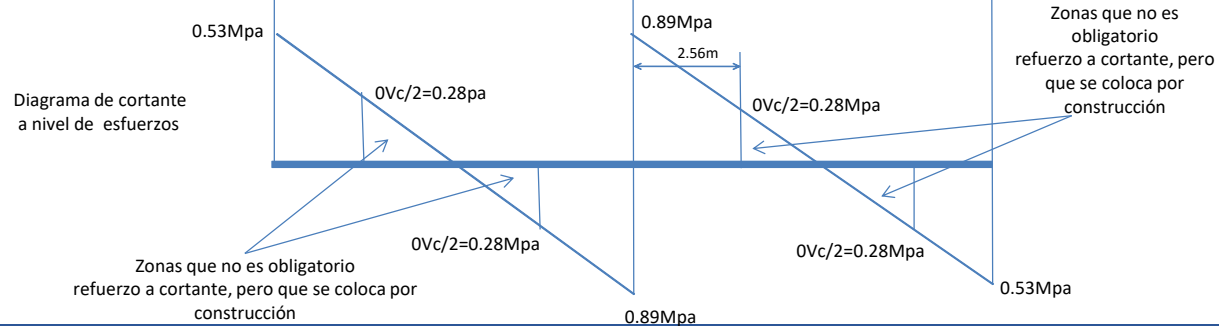
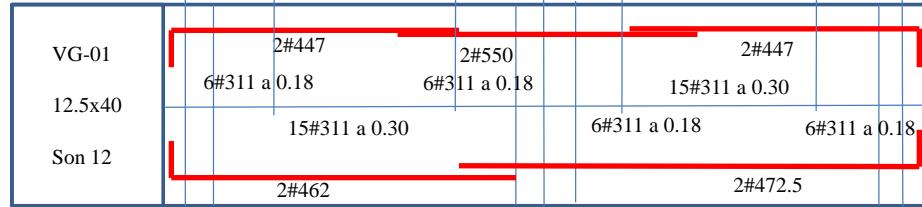
- **Losa con viguetas y aligeramiento:** Este tipo está compuesto por una losa o loseta en la parte superior y viguetas o nervaduras en las dos(2) direcciones como se observa a continuación. Además incluye elementos tipo riostras que son de menor rigidez y perpendiculares a las viguetas. Incluye los mismos tipos de aligeramientos explicados anteriormente.

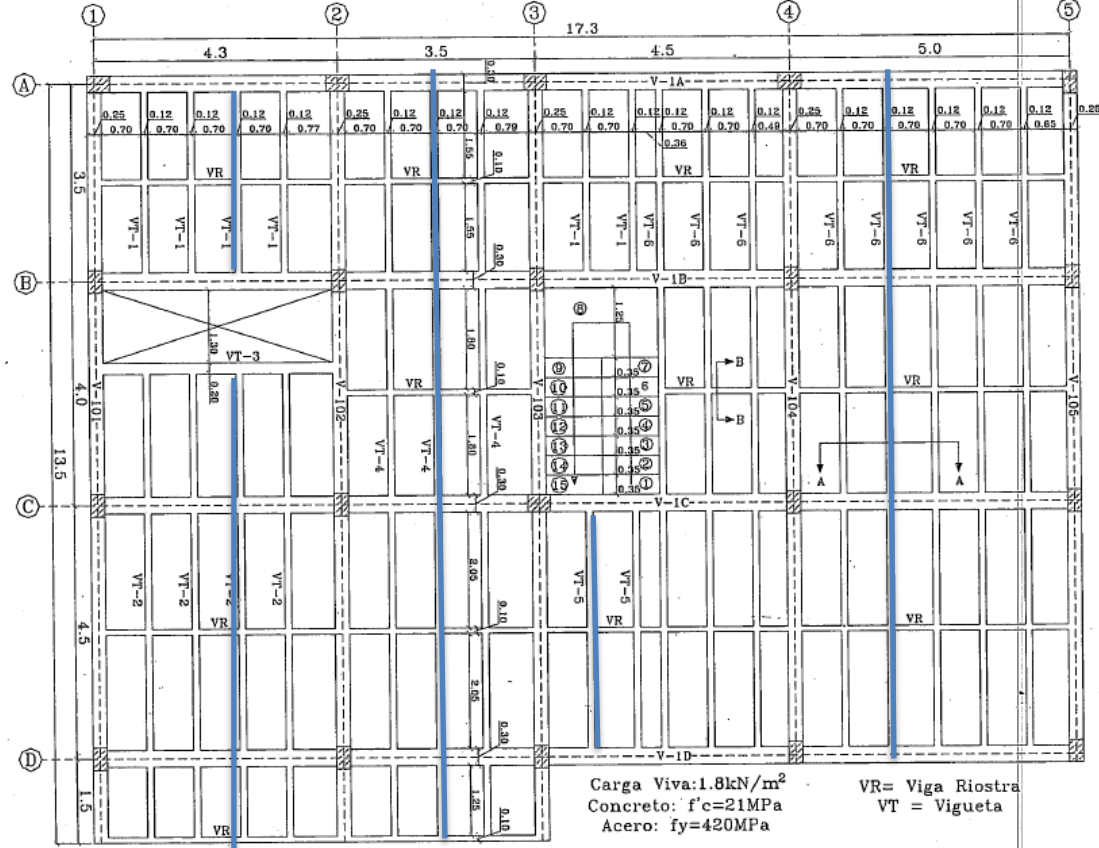


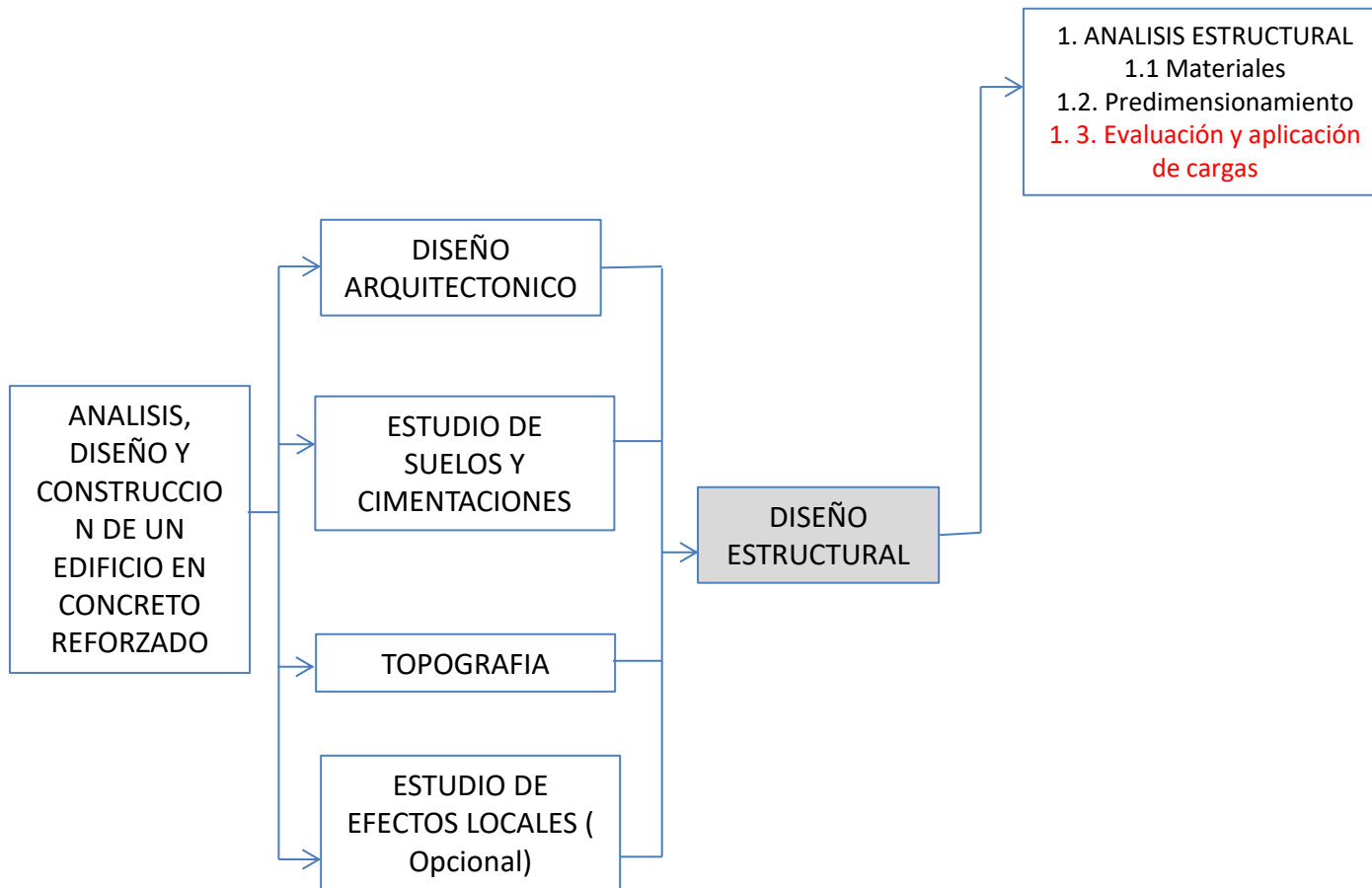




Se decidió colocar refuerzo a cortante basados en lo sugerido con una separación de $S=d/2=0.18m$, con lo cual se cumple también el requisito de resistencia para este caso







1.3. Evaluación y aplicación de cargas

1.3.1 Muerta

- Esqueleto
- Escalera
- Entrepiso
- Fachada

B.3.2 – MASA DE LOS MATERIALES

Al calcular las cargas muertas deben utilizarse las densidades de masa reales de materiales. Pueden usarse como guía los valores mínimos siguientes:

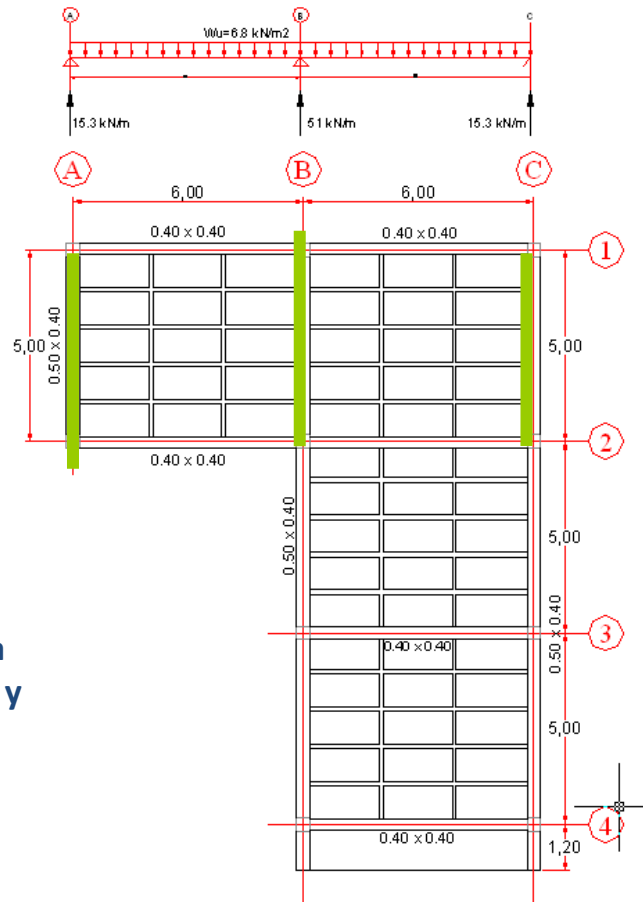
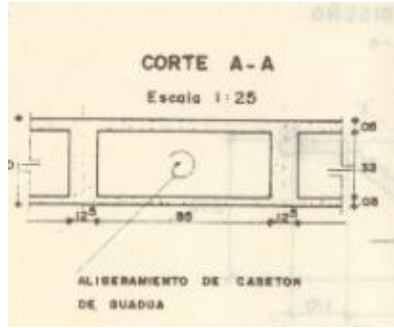
Material	Densidad	Material	Densidad
Acero	7 800 kg/m ³	Madera, densa, seca	750 kg/m ³
Agua dulce	1 000 kg/m ³	Madera, densidad baja, seca	450 kg/m ³
Agua marina	1 030 kg/m ³	Madera, densidad media, seca	600 kg/m ³
Aluminio	2 700 kg/m ³	Mampostería de ladrillo hueco	1 300 kg/m ³
Asfalto	1 300 kg/m ³	Mampostería de ladrillo macizo	1 800 kg/m ³
Baldosín cerámico	2 400 kg/m ³	Mampostería de piedra	2 200 kg/m ³
Cal, hidratada, compacta	730 kg/m ³	Mampostería de concreto	2 150 kg/m ³
Cal, hidratada, suelta	500 kg/m ³	Mortero de inyección para mampostería	2 250 kg/m ³
Carbón (apilado)	800 kg/m ³	Mortero de pega para mampostería	2 100 kg/m ³
Cobre	9 000 kg/m ³	Plomo	11 400 kg/m ³
Concreto Reforzado	2 400 kg/m ³	Tierra: Arcilla y grava, seca	1 600 kg/m ³
Concreto Simple	2 300 kg/m ³	Tierra: Arcilla, húmeda	1 750 kg/m ³
Enchape Arenisca	1 350 kg/m ³	Tierra: Arcilla, seca	1 000 kg/m ³
Enchape Granito	1 550 kg/m ³	Tierra: Arena y grava, húmeda	1 900 kg/m ³
Enchape Mármol	1 500 kg/m ³	Tierra: Arena y grava, seca, apisonada	1 750 kg/m ³
Escoria	1 550 kg/m ³	Tierra Arena y grava, seca, suelta	1 600 kg/m ³
Hielo	920 kg/m ³	Tierra: Limo, húmedo, apisonado	1 550 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción baja	2 000 kg/m ³	Tierra: Limo, húmedo, suelto	1 250 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción media	1 850 kg/m ³	Vidrio	2 560 kg/m ³
Ladrillo de Arcilla, absorción alta	1 600 kg/m ³	Yeso, suelto	1 150 kg/m ³
Madera, laminada	600 kg/m ³	Yeso, tablero para muros	800 kg/m ³

B.3.4 – FACHADAS, MUROS DIVISORIOS Y PARTICIONES

B.3.4.1 – FACHADAS – La carga muerta causada por las fachadas de la edificación debe evaluarse como una carga por metro lineal sobre el elemento estructural de soporte al borde de la losa, o como una carga concentrada en el extremo exterior cuando se trate de elementos en voladizo. Pueden emplearse los siguiente valores mínimos, por m² de área de fachada alzada:

Fachadas en ladrillo tolete a la vista y pañetado en el interior	3.00 kN/m ²	(300 kgf/m ²)
Fachadas en ladrillo tolete a la vista, más muro adosado en bloque de perforación horizontal de arcilla de 100 mm de espesor, pañetado en el interior.....	4.50 kN/m ²	(450 kgf/m ²)
Fachadas bloque de perforación horizontal de arcilla de 120 mm de espesor, pañetado en ambas caras	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Ventanas incluye el vidrio y el marco	0.45 kN/m ²	(45 kgf/m ²)
Lámina de yeso de 16 mm (5/8") protegida, al exterior, costillas de acero y lámina de yeso de 10 mm al interior	1.00 kN/m ²	(100 kgf/m ²)
Lámina de yeso de 16 mm (5/8") protegida, mas enchape cerámico al exterior, costillas de acero y lámina de yeso de 10 mm al interior.....	2.50 kN/m ²	(250 kgf/m ²)
Enchapes en granito; adicional a la fachada, por cada mm de espesor del enchape	0.017/mm kN/m ²	(1.7/mm kgf/m ²)
Enchapes en mármol; adicional a la fachada, por cada mm de espesor del enchape	0.015/mm kN/m ²	(1.5/mm kgf/m ²)
Enchapes en piedra arenisca; adicional a la fachada, por cada mm de espesor del enchape	0.013/mm kN/m ²	(1.3/mm kgf/m ²)
Enchape cerámico, adicional a la fachada	1.50 kN/m ²	(150 kgf/m ²)

B.3.4.2- DIVISIONES Y PARTICIONES DE MATERIALES TRADICIONALES - La carga muerta producida por muros divisorios y particiones de materiales tradicionales, cuando éstos no hacen parte del sistema estructural, debe evaluarse para cada piso y se puede utilizar como carga distribuida en las placas. Si se hace dicho análisis, éste debe figurar en la memoria de cálculos y además debe dejarse una nota explicativa en los planos. Cuando no se realice un análisis detallado pueden utilizarse, como mínimo, 3.0 kN/m² (300 kgf/m²) de área de placa, cuando se trate de muros de ladrillo bloque hueco de arcilla o concreto y 3.5 kN/m² (350 kgf/m²) de área de placa, cuando se trate de muros de ladrillo macizo, tolete, de arcilla, concreto o silical. Estos valores hacen referencia a alturas libres de entrepiso de 2.20 m, cuando haya una mayor altura libre deben utilizarse valores proporcionales a la mayor altura. Cuando el muro haga parte del sistema estructural su peso debe contabilizarse dentro del peso propio del elemento y se exime de tener que usar los valores mínimos dados.



Zona donde se aplica dicha carga, valido para el piso 1 y 2.

Mapa concept

1.3. Evaluación y aplicación de cargas

1.3.1 Muerta

- Esqueleto
- Escalera
- Entrepiso
- Fachada

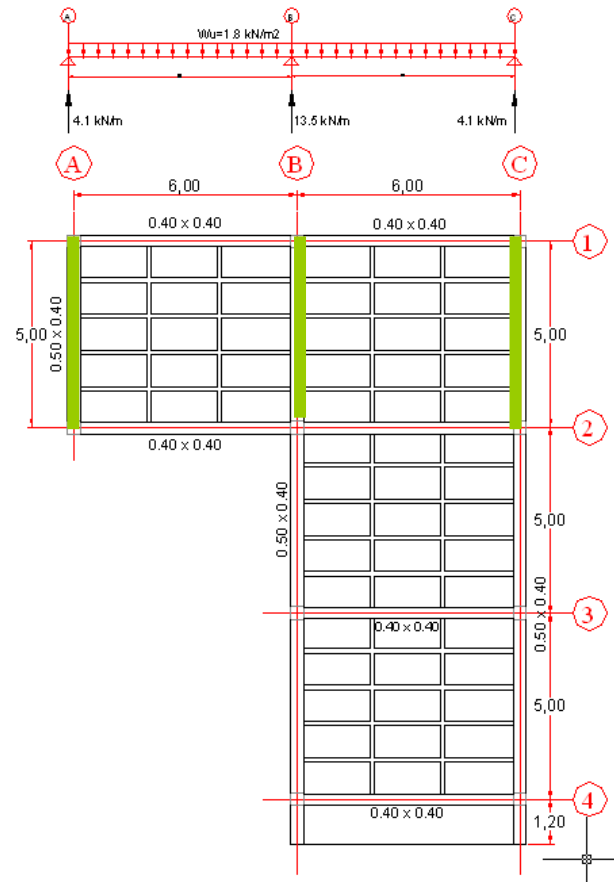
- 1.3.2 Viva
- Uso – Clase
 - Escalera

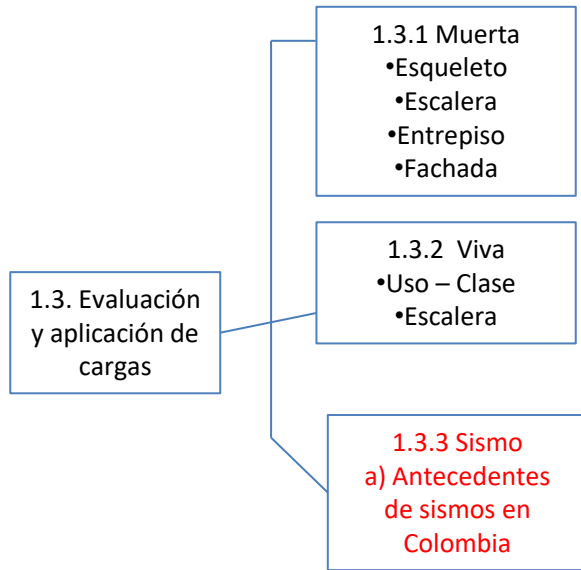


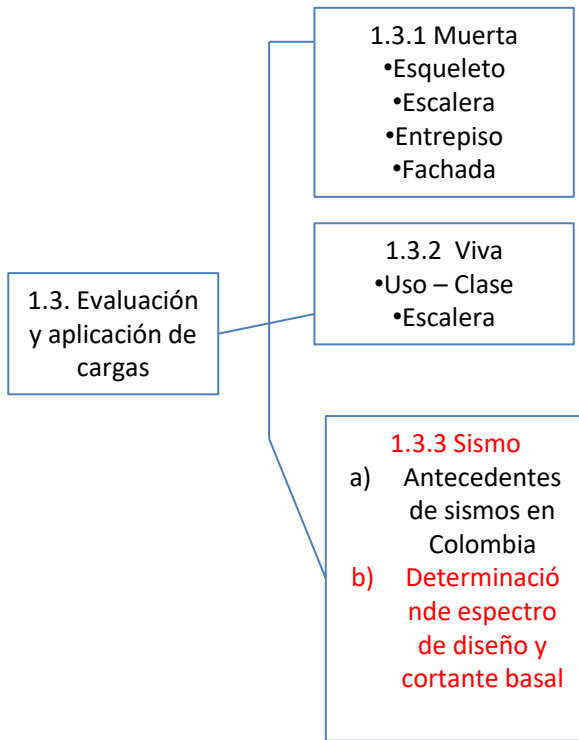
B.4.2.1 - CARGAS VIVAS REQUERIDAS - Las cargas vivas que se utilicen en el diseño de la estructura deben ser las máximas cargas que se espera ocurran en la edificación debido al uso que ésta va a tener. En ningún caso estas cargas vivas pueden ser menores que las cargas vivas mínimas que se dan a continuación:

Vivienda	1.80 kN/m ²	(180 kgf/m ²)
Oficinas	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Escaleras en oficinas y vivienda.....	3.00 kN/m ²	(300 kgf/m ²)
Salones de Reunión		
- Con asientos fijos (anclados al piso).....	3.00 kN/m ²	(300 kgf/m ²)
- Sin asientos fijos	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
Hospitales		
- Cuartos	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
- Salas de operaciones	4.00 kN/m ²	(400 kgf/m ²)
Coliseos y Estadios		
- Graderías.....	4.00 kN/m ²	(400 kgf/m ²)
- Escaleras	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
Garajes		
- Automóviles	2.50 kN/m ²	(250 kgf/m ²)
- Vehículos pesados	Según uso	
Hoteles.....	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Escuelas, Colegios y Universidades.....	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
Bibliotecas		
- Salas de lectura	2.00 kN/m ²	(200 kgf/m ²)
- Depósitos de libros	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación	
Cubiertas inclinadas de estructuras metálicas y de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la acá estipulada:		
- si la pendiente es mayor del 20%	0.35 kN/m ²	(35 kgf/m ²)
- si la pendiente es menor del 20%	0.50 kN/m ²	(50 kgf/m ²)
Fábricas		
- Livianas	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
- Pesadas	10.00 kN/m ²	(1000 kgf/m ²)
Depósitos		
- Livianos	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)
- Pesados	10.00 kN/m ²	(1000 kgf/m ²)
Almacenes		
- Detall	3.50 kN/m ²	(350 kgf/m ²)
- Por Mayor	5.00 kN/m ²	(500 kgf/m ²)

Zona donde se aplica dicha carga.







Paso 1 - Localización, nivel de amenaza sísmica y valor del A_a

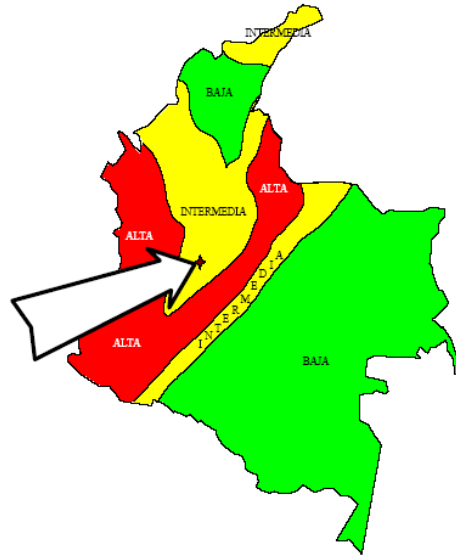


Figura 1 - Representación esquemática ilustrativa del procedimiento de localización dentro del mapa de zonificación sísmica de la Figura A.2-1

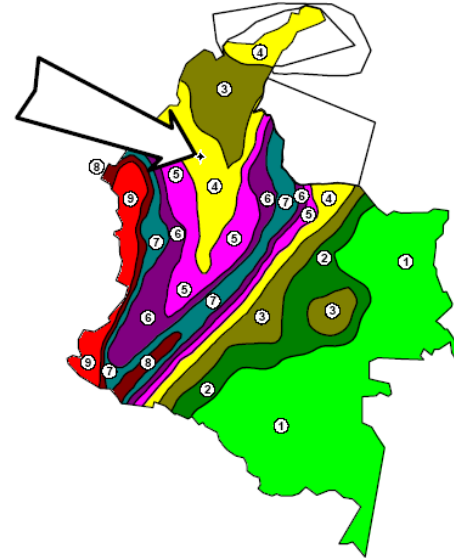


Figura 2 - Representación esquemática ilustrativa del procedimiento de localización dentro del mapa de valores de A_a de la Figura A.2-2

PLACAS TECTÓNICAS CERCA DE COLOMBIA



Paso 2 - Definición de los movimientos sísmicos de diseño

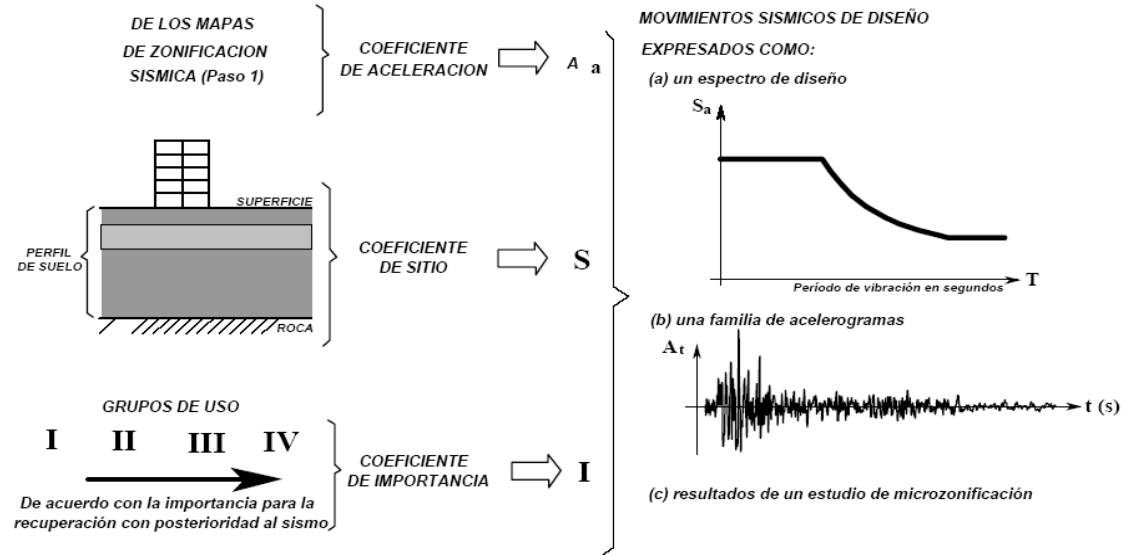


Figura 3- Procedimiento para obtener los movimientos sísmicos de diseño

$$T_L = 2.4F_v \quad (\text{A.2.6-4})$$

y

$$S_a = \frac{1.2A_v F_v T_L I}{T^2} \quad (\text{A.2.6-5})$$

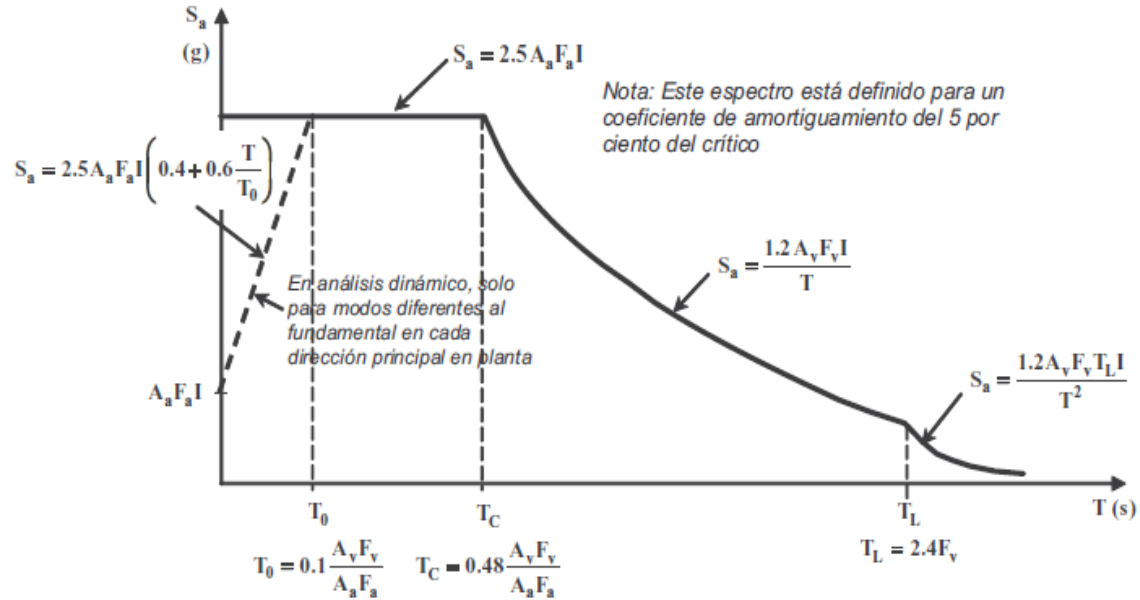
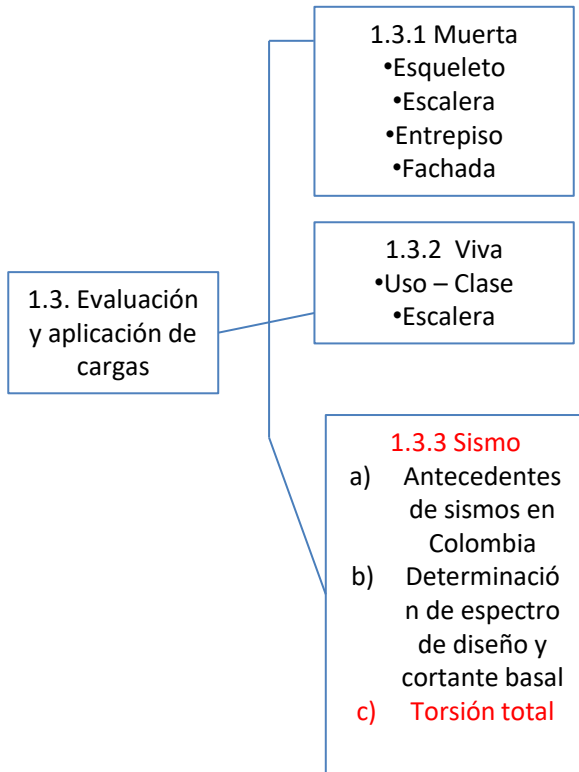
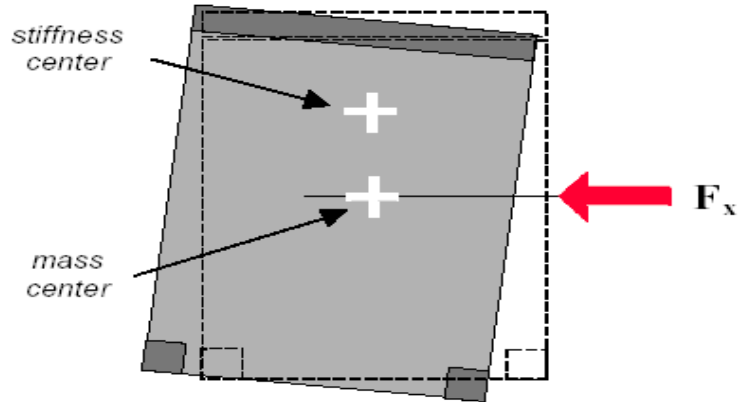


Figura A.2.6.4 Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como función de T



Floor Diaphragm Effect

The inertial forces act as if concentrated in the mass center (for rigid diaphragms only). The structure rotates around the stiffness center



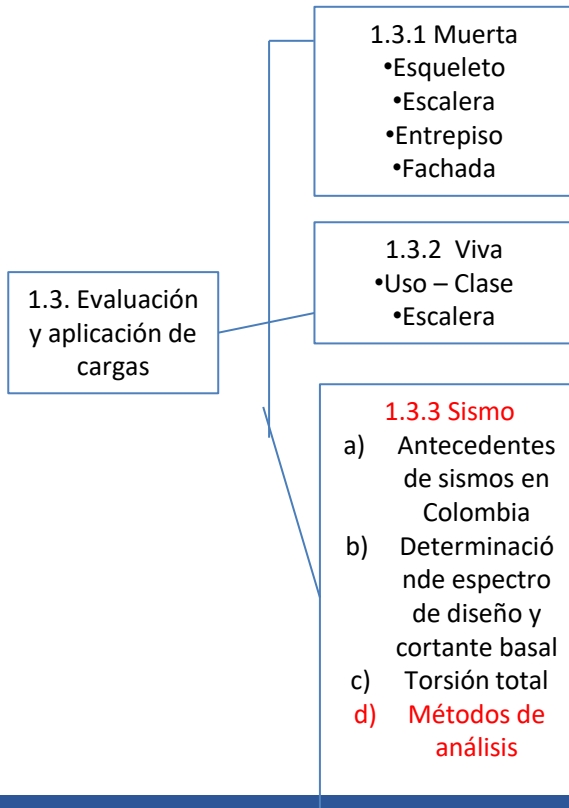
Torsion of the structure as a whole



TORSION ACCIDENTAL

Con base en las recomendaciones de la NSR-98 se debe evaluar la torsión accidental, debido a la incertidumbre en la localización de las masas dentro de los pisos. Para esto se supone que el centro de masa se desplaza transversalmente (en dos direcciones y alejándose del centro de rigidez), una distancia igual al 5 por ciento de la dimensión perpendicular al caso de estudio





Paso 6 - Análisis de la estructura y Paso 7 - Desplazamientos horizontales

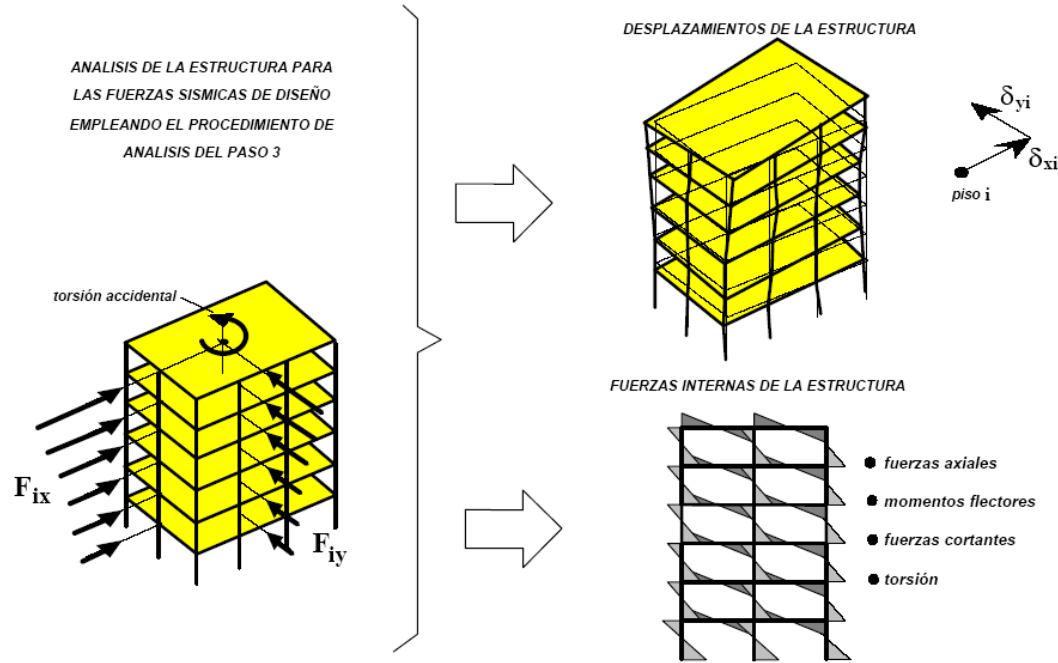
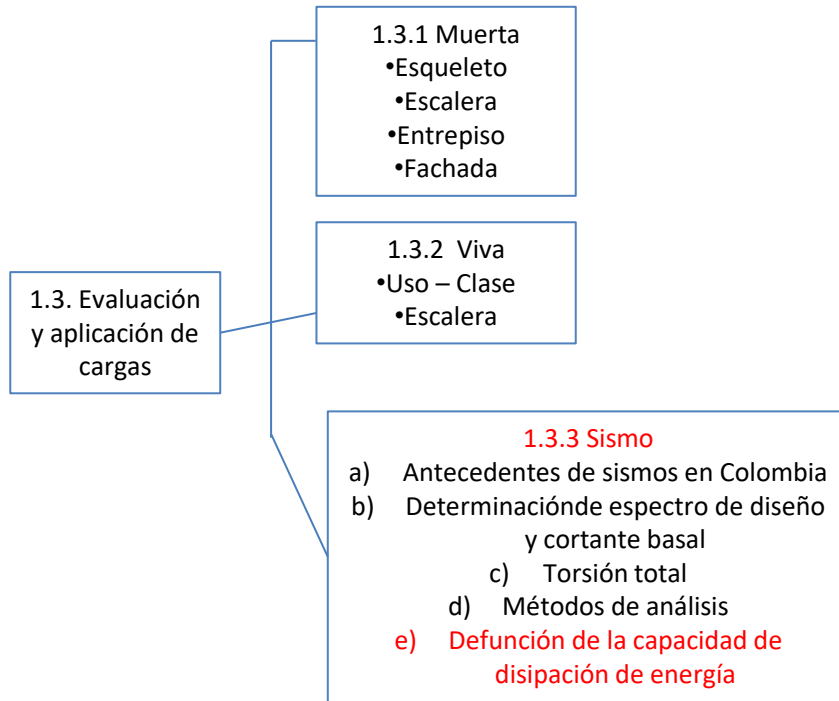


Figura 11 - Representación esquemática ilustrativa del procedimiento de análisis de la estructura



**Paso 3 - Definición de las características de la estructuración
y del material estructural empleado**

CAPACIDAD DE DISIPACION ENERGIA	ZONA DE AMENAZA SISMICA		
	BAJA	INTERMEDIA	ALTA
MINIMA DMI	✓	no	no
MODERADA DMO	✓	✓	no
ESPECIAL DES	✓	✓	✓

Figura 8 - Restricciones al uso de sistemas y materiales estructurales

Paso 3 - Definición de las características de la estructuración y del material estructural empleado

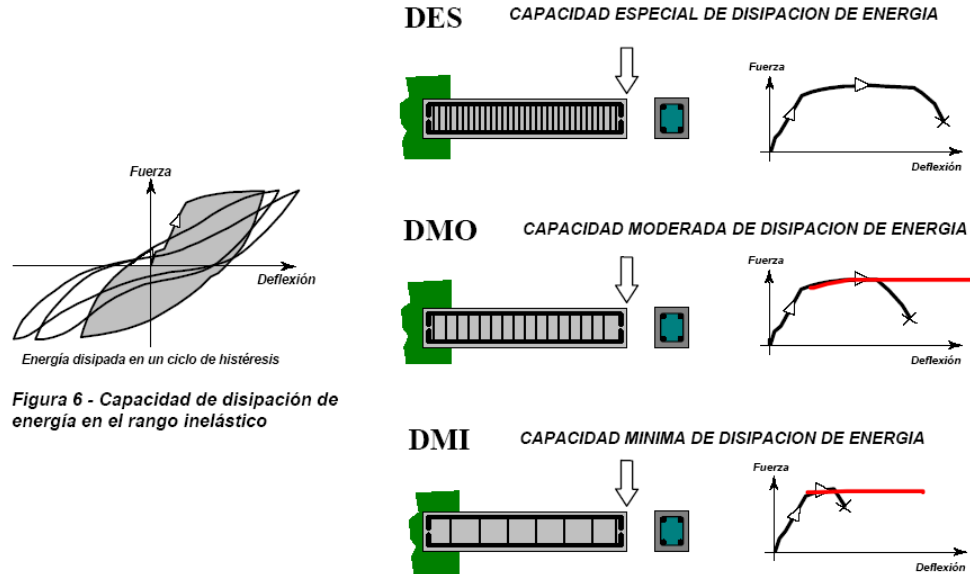
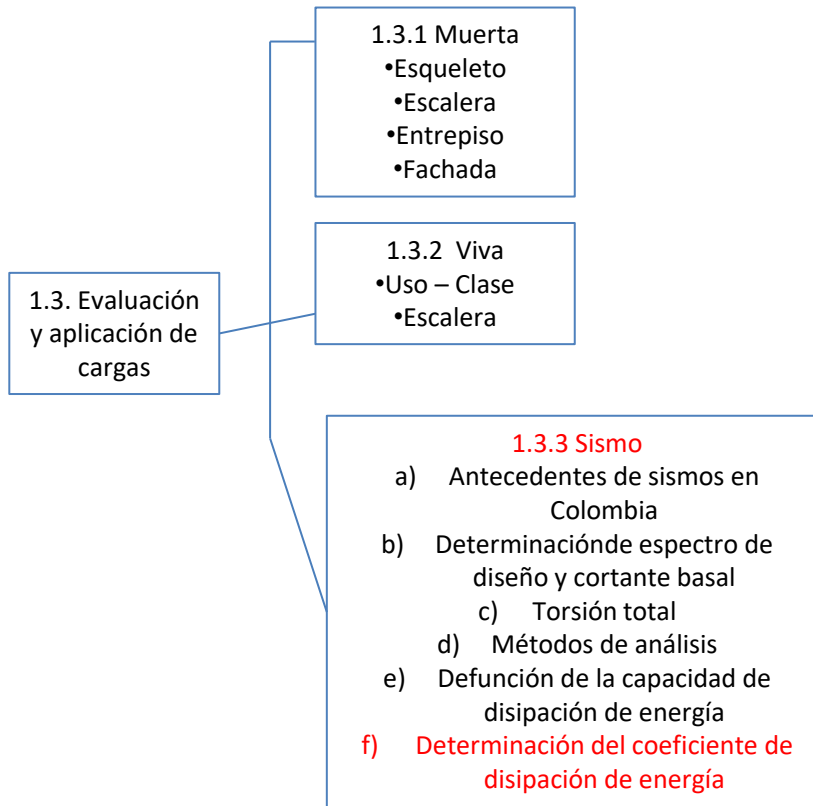
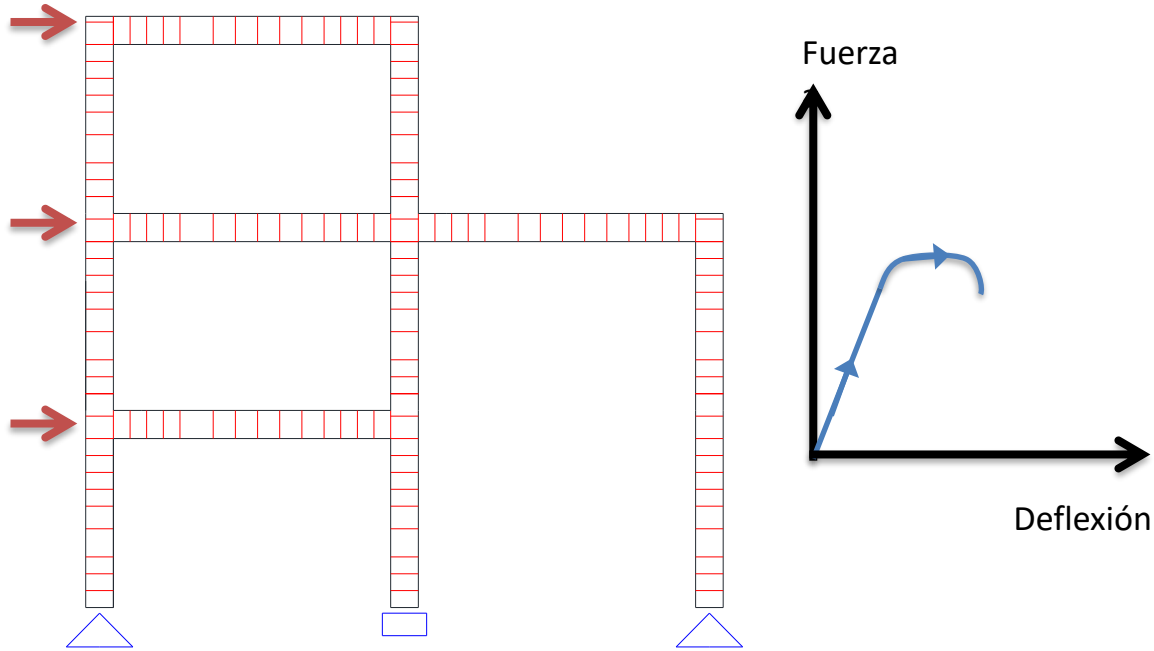


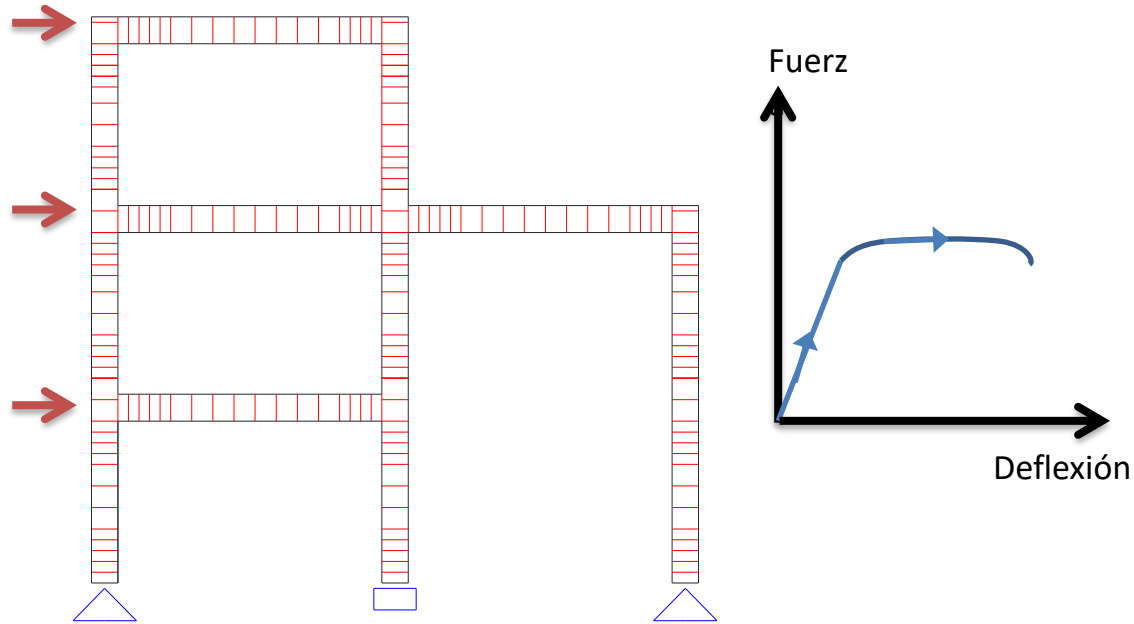
Figura 6 - Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico

Figura 7 - Definición de la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico





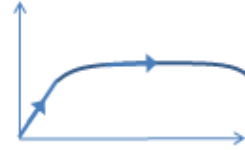
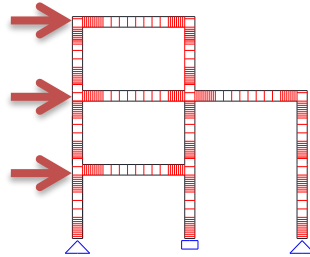
Capacidad mínima de disipación de energía en un pórtico (DMI)



Capacidad moderada de disipación de energía en un pórtico (DMO)

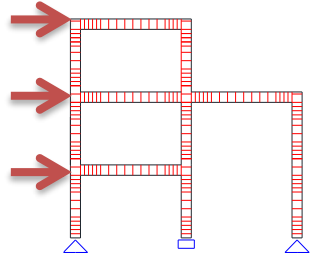
Columnas – Análisis estructural del edificio

Capacidad **especial** de disipación de energía en un pórtico (DES)



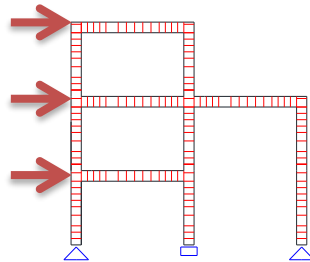
$R_o=7$

Capacidad **moderada** de disipación de energía en un pórtico (DMO)

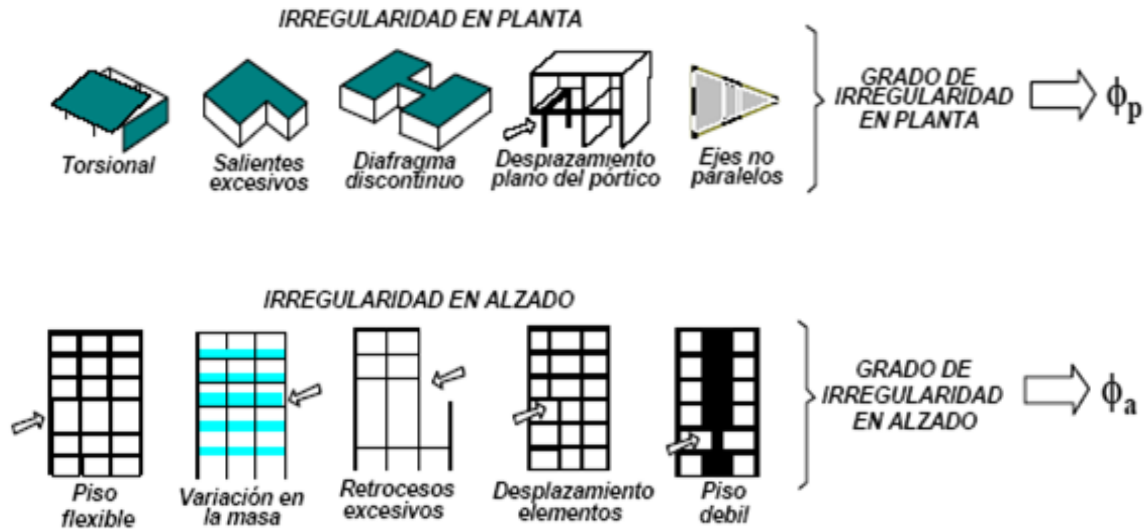


$R_o=5$

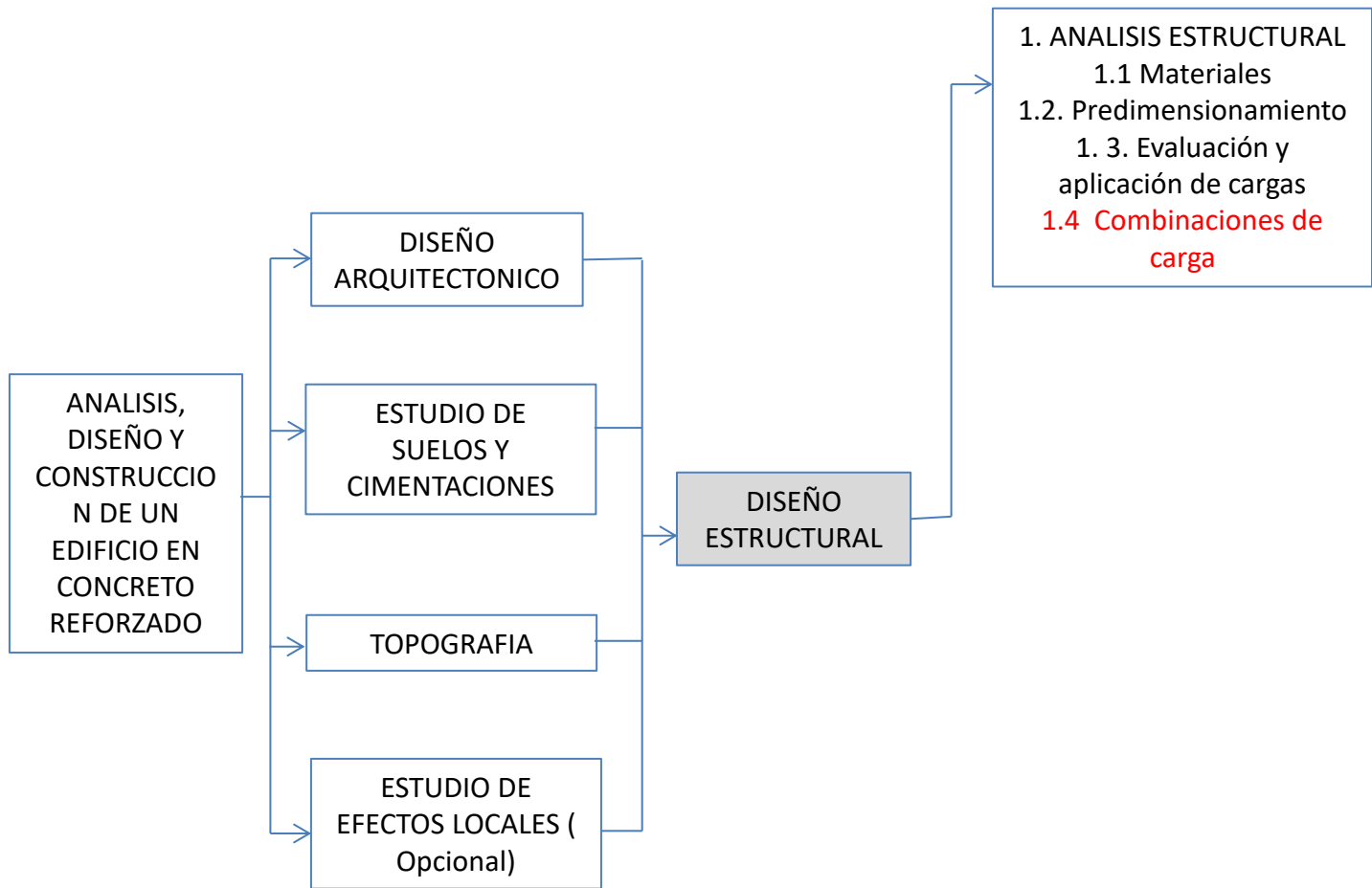
Capacidad **mínima** de disipación de energía en un pórtico (DMI)

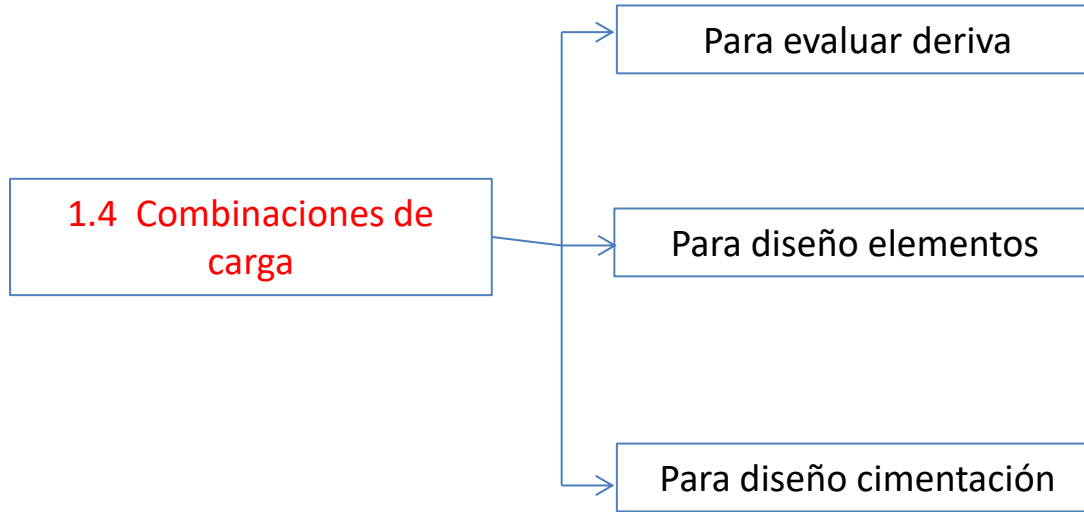


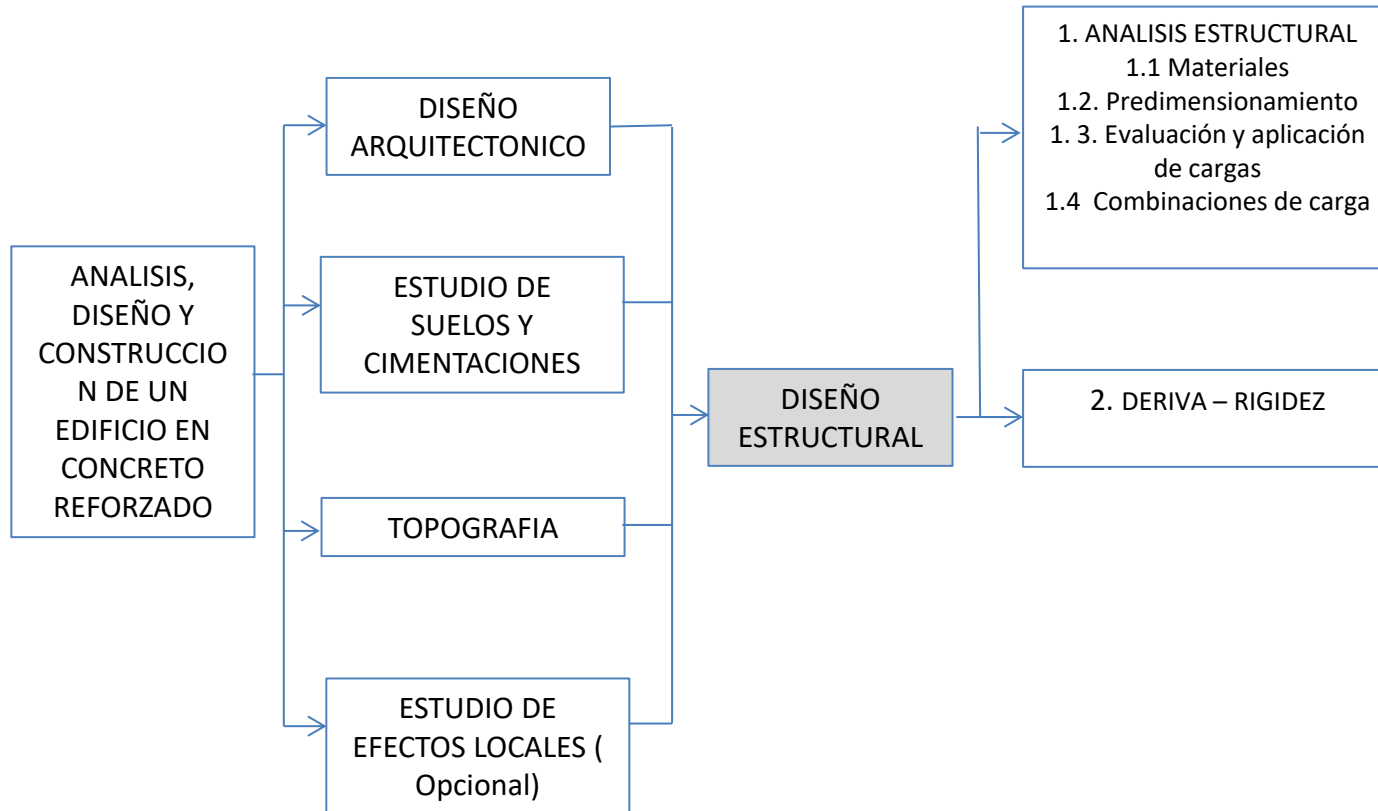
$R_o=2.5$



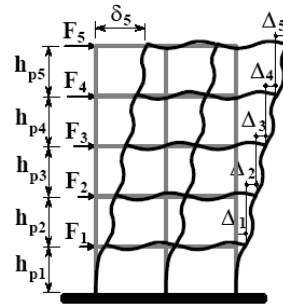
$$R = R_0 \phi_p \phi_a \phi_r$$







Paso 8 - Verificación de derivas



Definición de la deriva

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$$

La deriva debe incluir los efectos torsionales de toda la estructura y el efecto P-Delta

Máxima deriva admisible

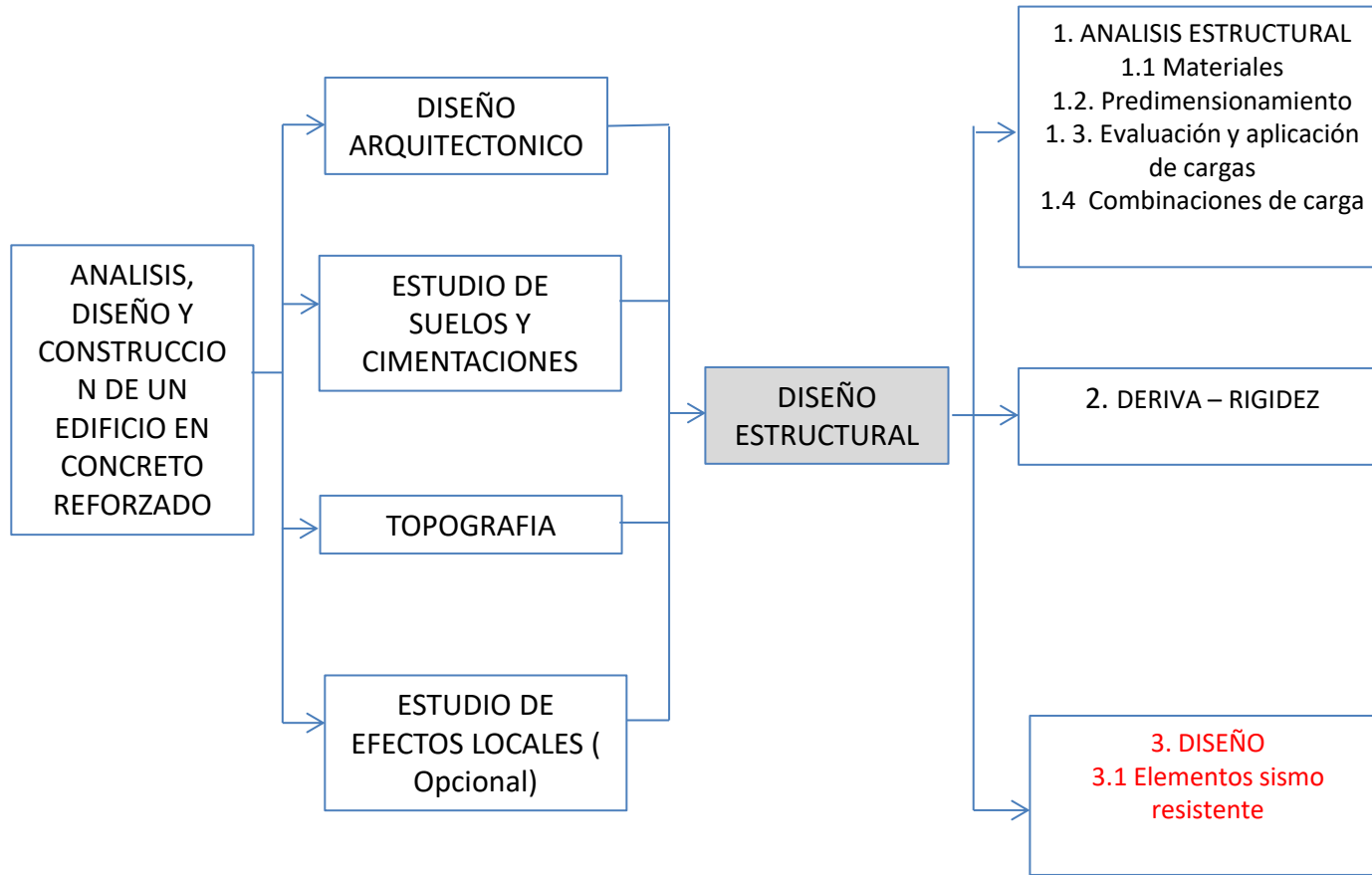
$$\Delta_i \leq 0.01 h_{pi}$$

1% de la altura del piso (h_{pi})

para mampostería estructural este límite es 0.5% de h_{pi}

Si la deriva es mayor que la máxima deriva admisible debe rigidizarse la estructura

Figura 12 - Procedimiento de verificación de las derivas



Paso 9 - Diseño de los elementos estructurales

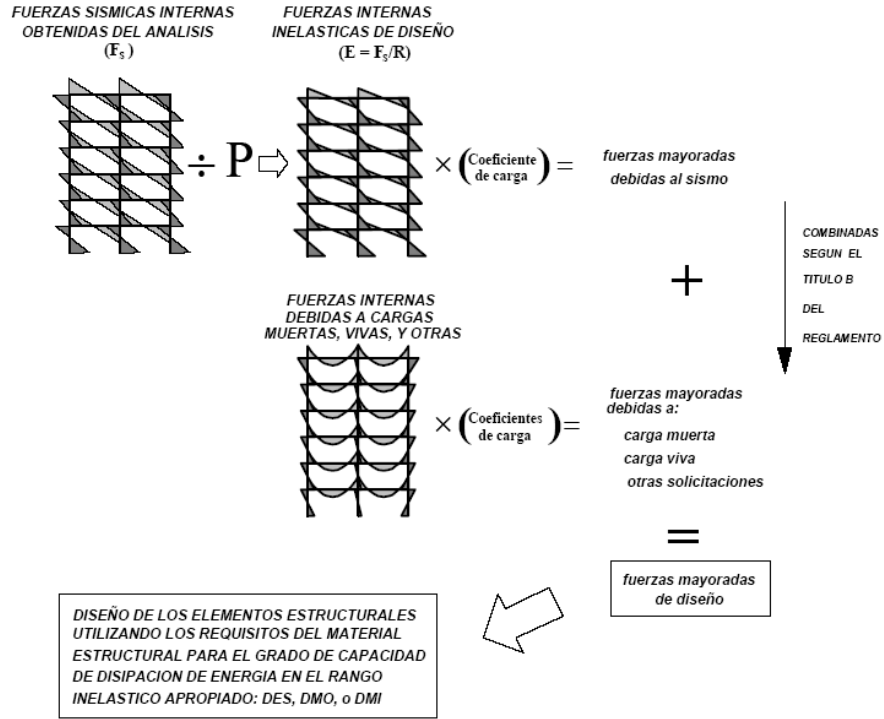


Figura 14 - Procedimiento de obtención de las fuerzas mayoradas de diseño

Paso 10 - Cimentación

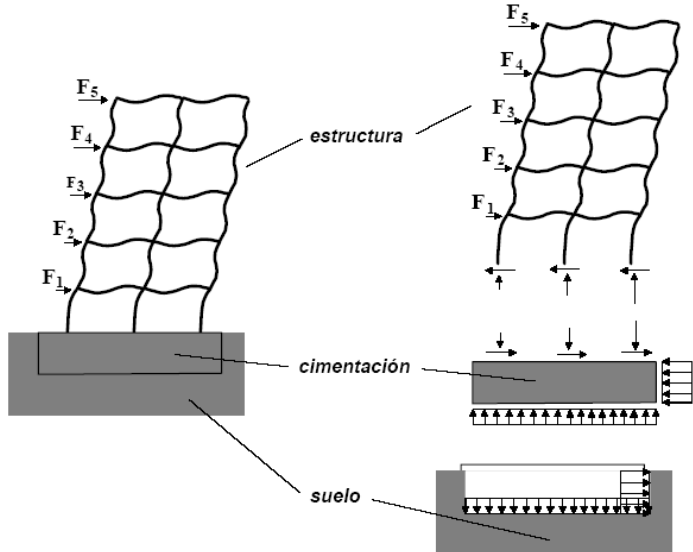
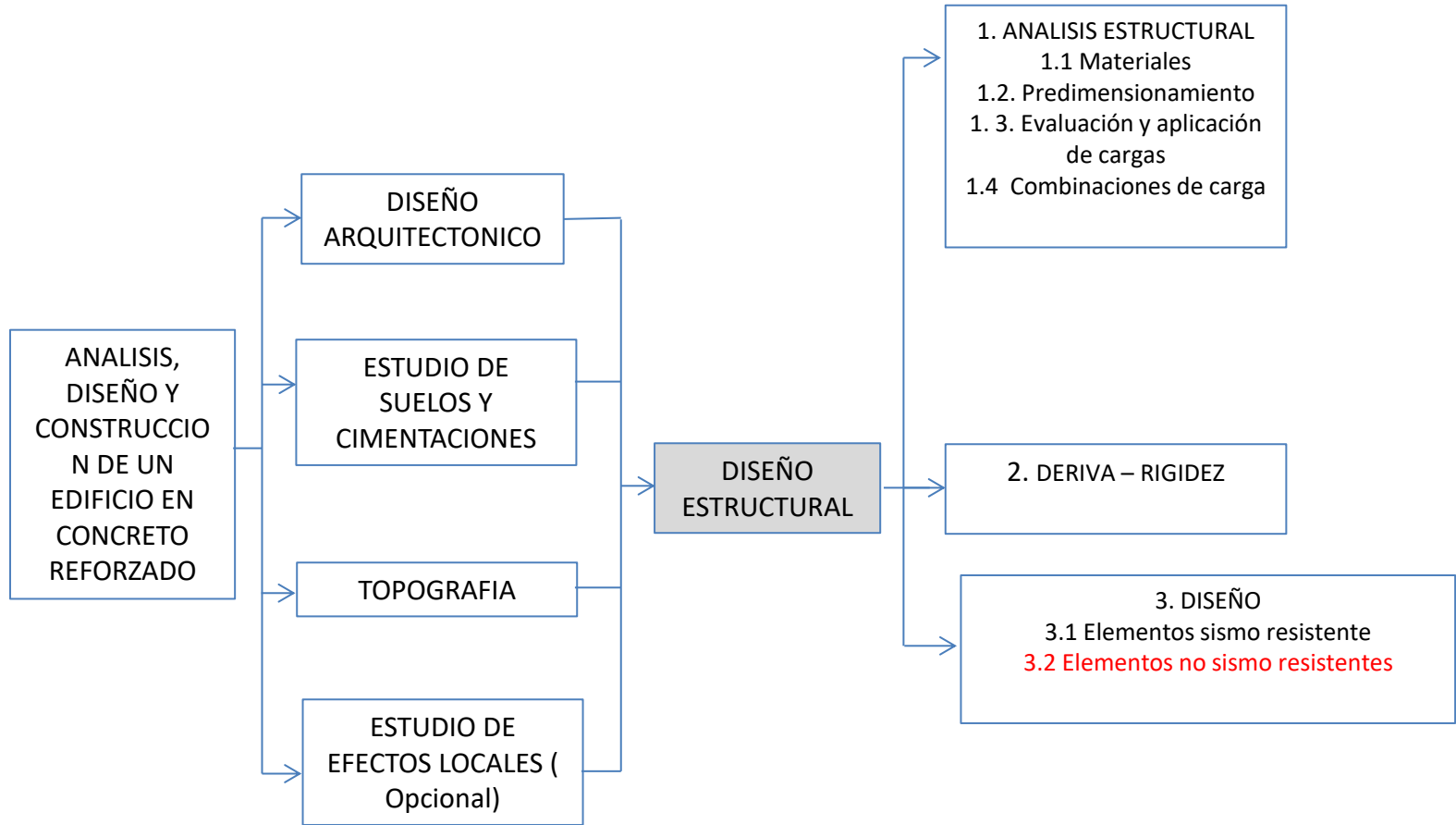
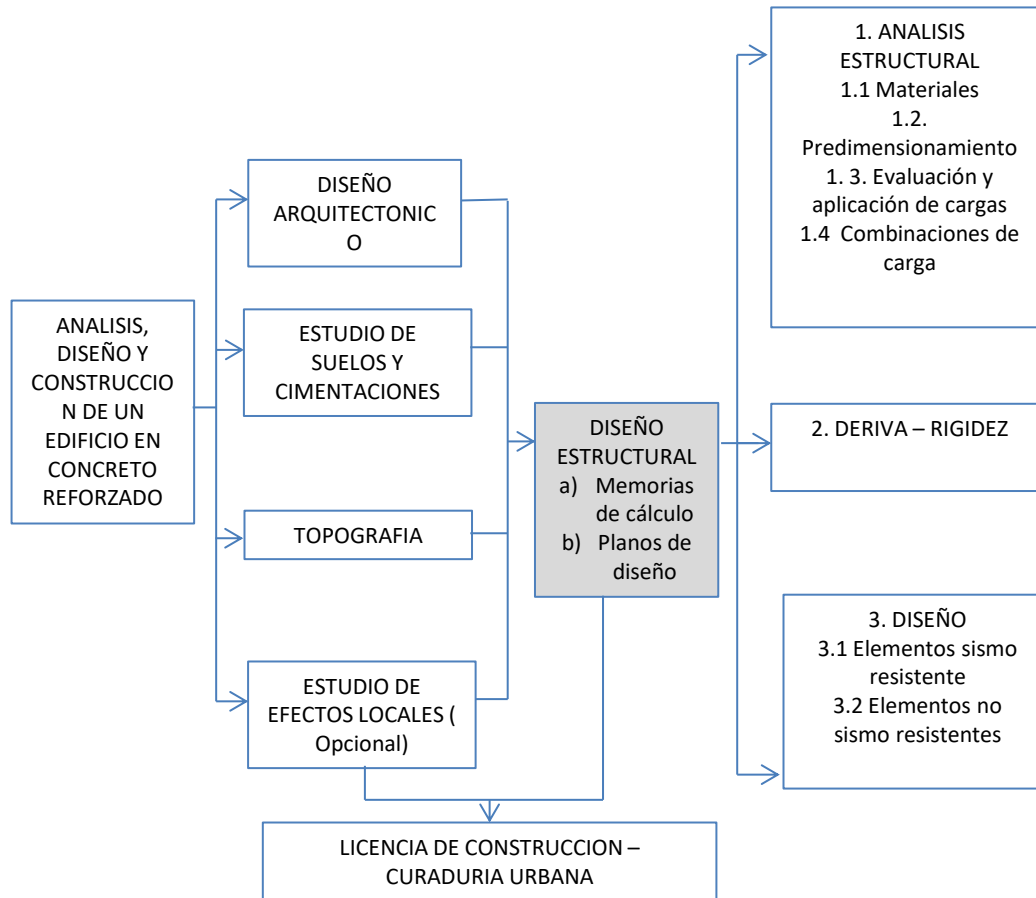
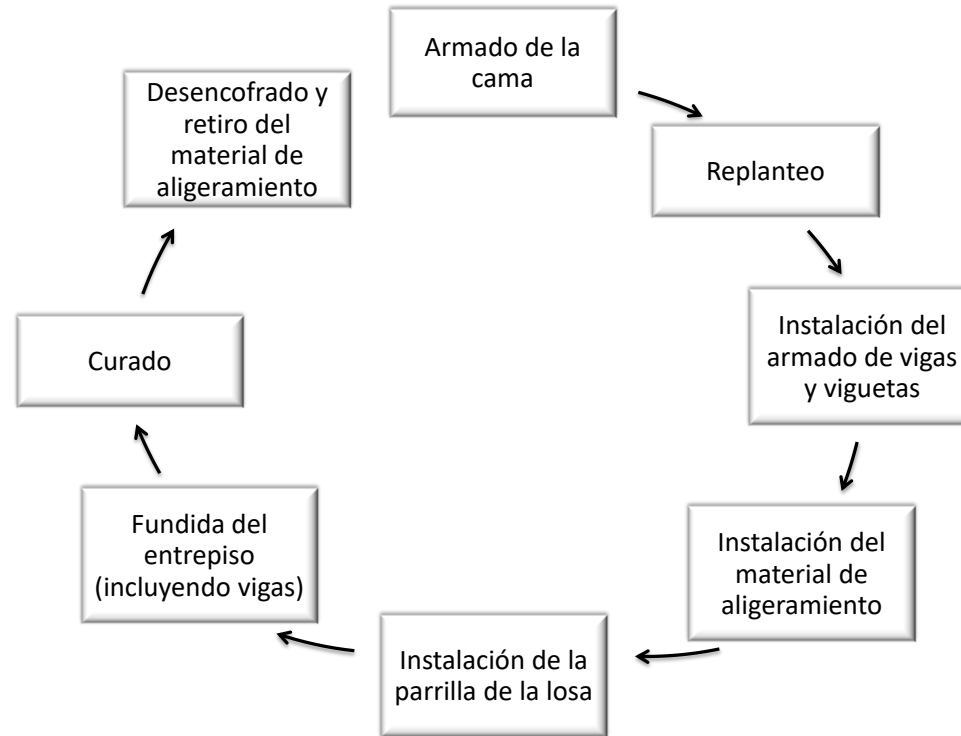


Figura 15 - Procedimiento de obtención de las fuerzas en la cimentación y los esfuerzos sobre el suelo







a) **Armado de la cama:** Lo primero que se debe hacer para construir un entrepiso es generar la superficie de soporte, que va a permitir armar las vigas, las viguetas y la losa como lo indica el diseño. Entonces, sobre la placa o entrepiso que se fundió anteriormente, se apoya el armado vertical de soporte de la cama, que se compone generalmente de: paraleles, cerchas y crucetas. Estos tienen una capacidad de carga y se arman de acuerdo a las dimensiones de la camilla. Se ajustan los paraleles, de tal manera que la cama quede totalmente nivelada. En esta parte es fundamental que el director de obra revise y se asegure que el sistema de armado es adecuado y capaz de resistir el entrepiso durante su construcción.

b) Replanteo: Una vez se tiene la cama, el oficial ejero y la comisión de topografía en caso de ser necesaria, traslada los ejes con los que se ha ido construyendo y procede a hacer el replanteo de las vigas, viguetas y de la losa.

c) Instalación del armado de vigas y viguetas: Se procede a instalar el acero de refuerzo de las vigas y viguetas. En la figura se presenta un entrepiso compuesto por viguetas y losa aligerada, donde se refleja que las viguetas tienen la función de soportar las cargas verticales muerta y viva y transmitírselas a las vigas principales. También se muestra la forma como es el despiece de las viguetas, que está compuesto por dos varillas longitudinales arriba y abajo, y flejes de dos ramas



d. Instalación del material de aligeramiento: Una vez se tiene el armado de las vigas y viguetas, se coloca el material de aligeramiento. Este puede ser casetón de guadua o de poliestireno recubierto con polietileno



e. Instalación de la parrilla de la losa: En esta etapa se instala el acero correspondiente de la losa. En el caso de la losa superior de un entrepiso aligerado combinado con viguetas, se diseña su refuerzo a flexión y se verifica que el espesor de concreto asuma su resistencia a cortante. Es necesario colocar un refuerzo mínimo a este tipo de losa, de tal forma se evita la presencia de fisuras producto de retracción y fraguado del concreto.



f. Fundida del concreto del entrepiso: En este paso se funde la losa junto con las vigas y viguetas. El concreto generalmente es llevado por medio de una bomba hasta el nivel donde se esté fundiendo el entrepiso. Se esparce el concreto mediante palas al mismo tiempo que se hace el proceso de vibrado. Después se va nivelando mediante la boquillera



g) Curado: Después se pasa al proceso de curado, con el cual se debe mantener humedecida la superficie de la losa. Este proceso es muy importante ya que controlara la perdida de humedad en el concreto para que este pueda desarrollar adecuadamente su resistencia.

h) Desencofrado y/o retiro de material de aligeramiento: Para retirar la formaleta de un entrepiso se debe esperar 7 días para que el concreto desarrolle el 70% de su resistencia y pueda soportar las cargas de los pisos superiores. De igual manera se retira el material que se utilizó para aligerar la placa, para el caso de entrepisos sin losa inferior.