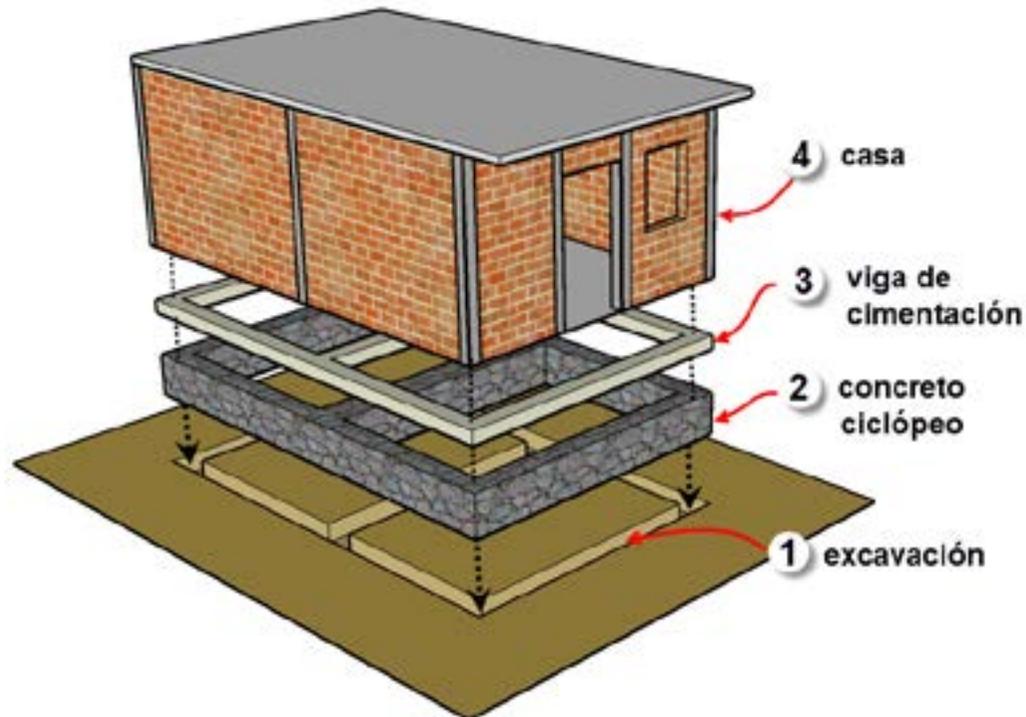


**PRO-SOFI**  
*La sabiduría popular y académica  
en beneficio de las comunidades*



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

## CARTILLA DE AUTOCONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDA DE UNO Y DOS PISOS



## EQUIPO DE COLABORADORES

### Líder del Proyecto

Ing. José Antonio Magallón Gudiño. Departamento Ingeniería Civil. PUJ

### Profesores asesores

Arq. Cecilia López Pérez. Profesora Depto. Arquitectura. PUJ.

Ing. Carlos Rodriguez. Profesor Depto. Ingeniería Civil. PUJ.

Ing. Edgar Muñoz. Profesor Depto. Ingeniería Civil. PUJ.

Ing. Adriana Gómez. Profesora Depto. Ingeniería Civil. PUJ.

Ing. Miguel Ortega. Profesor Depto. Ingeniería Civil. PUJ.

### Estudiantes Universitarios

Angela Maria Polanco. Ing. Civil

Andrés Mauricio Quiroga. Ing. Civil

Julián Camilo Sarmiento Ing. Civil

Juan Sebastián Socha Ing. Civil

Alejandra Trujillo López Ing. Civil

Paula Andrea Rodríguez Pardo Ing. Civil.

Andres Mauricio Medina Arq.

María Paula Mejía Vanegas Arq.

Natalia Andrea Alonso Ramírez

### Programa Social PROSOFI – Facultad de Ingeniería

Ing. Alex Linares Bautista. Coordinador General.

Soc. Blanca Cecilia Pérez Muzuzu. Coordinadora Social.

Soc. Elena Torres González. Gestora Social.

### Comunidad Usme

Jason Satizabal - Cristóbal Rodríguez

Martha Cardona - Sully Cardona

Blanca Amelia Pérez - Anny Marín Castañeda

Lucila Novoa - Milvia Rosa Uribe

Cristóbal Rodríguez – Jerónimo Sánchez

Isabel Avella - Jenny Pacheco

Jorge Polo - Querly Alape Ariza

Luz Mery Alarcón Puentes

Juan Evangelista Alfonso Jimenez

José Arias Zarate

Humberto Manuel Blanco Salazar

Luz Dary Cárdenas Figueroa

Jose Antonio Chipatecua

Sonia Clavijo García

Máximo de León García

Jefferson Stiven Miranda Cárdenas

Maria Isabel Moreno Lozano

Eulalia Osorio Ramírez

Gustavo Pinzón Torres

Yadira Rangel López

Félix Humberto Suárez

Julián David Suárez Rangel

Alejandro Florez Garzón

Jeisson Florez Garzón

Andrés Florez Garzón

Alvaro García Trujillo

Reservados todos los derechos

Facultad de Ingeniería - Pontificia Universidad Javeriana

## PRESENTACIÓN

El objetivo de elaborar una cartilla de autoconstrucción, basado en el *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Tomo 3, Título E Casas de uno y dos pisos*, es brindar a las comunidades y a los facilitadores de capacitación en procesos de autoconstrucción, una guía metodológica para la enseñanza y el aprendizaje en un nivel básico.

La Cartilla de Autoconstrucción, es parte de la producción académica de alumnos y profesores de la Pontificia Universidad Javeriana en el marco del Programa Social PROSOFI. Se contó con la validación y aportes experienciales de las comunidades del sector Bolonia en la localidad de Usme, Bogotá D.C., a través de su participación en un proceso formativo en 2013.

Ésta publicación es posible gracias al apoyo de la Rectoría de la Pontificia Universidad Javeriana, mediante la convocatoria de los proyectos de Presupuesto Social "San Francisco Javier - 2013", como expresión de la Responsabilidad Social Universitaria.

## INTRODUCCIÓN

Esta cartilla se organiza por capítulos de una manera secuencial, conforme a la lógica de autoconstrucción. En el primer capítulo, se describen los requisitos de orden legal y técnico, que deben considerarse previo a iniciar un proceso de autoconstrucción, tomando en cuenta los requerimientos de las Curadurías Urbanas, entre otros.

En el segundo capítulo, se ilustran los principios básicos del diseño arquitectónico para una vivienda de uno o dos pisos, considerando las necesidades de habitabilidad, los espacios, sus funciones y relaciones. En el tercer capítulo, se abordan los conceptos mínimos de sismo resistencia, con el fin de sensibilizar la importancia de construir de acuerdo a las normas de sismo resistencia.

En el cuarto capítulo, se explican las características típicas de los materiales a utilizar en una obra de construcción de vivienda, con la intención de concientizar la utilización de materiales óptimos para una construcción segura.

En el quinto capítulo, se describe las características de los suelos y las especificaciones para la cimentación y su correspondiente proceso constructivo.

En el sexto capítulo, se ilustran las especificaciones de los muros estructurales y su dimensionamiento, para tratar en el capítulo séptimo los elementos estructurales para reforzar los muros (Mampostería confinada), *con la novedad de incorporar muros con bloques de perforación horizontal.*

En el octavo capítulo, se abordan el dimensionamiento y refuerzo de las placas de entrepiso y cubierta de concreto.

Finalmente en el noveno capítulo, como innovación en las cartillas de este tipo, se encuentra un Glosario de los términos técnicos y coloquiales comúnmente utilizados en las obras de construcción.

## TABLA DE CONTENIDO

### TABLA DE CONTENIDO

<b>1. REQUISITOS DE ORDEN LEGAL Y TÉCNICO</b>	<b>13</b>
1.1 LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	13
1.1.1 Requisitos para solicitud licencias de construcción	13
1.1.2 Requisitos para solicitud licencias de reconocimiento de la existencia de edificaciones	14
1.1.3 Para cualquier tipo de licencia	14
1.2 ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO	15
1.2.1 Requisitos comunes a los trámites del proceso constructor	15
1.2.2 Requisitos específicos para la solicitud de servicio temporal	15
1.2.3 Requisitos específicos para la solicitud de servicio temporal	15
<b>2. PRINCIPIOS BASICOS DE DISEÑO</b>	<b>16</b>
2.1 PROYECTO POR NECESIDADES	16
2.1.1 Diseño previo	16
2.1.2 Desarrollo progresivo	16
2.1.3 Utilidad de los planos	16
2.2 ESPACIOS Y FUNCIONES	16
2.2.1 Ubicación de la casa	16
2.2.2 LAs zonas de una casa	17
2.3 RELACIONES FUNCIONALES	18
2.4 CARACTERISTICAS DE LOS ESPACIOS	19
2.5 VIVIENDA SEGURA Y MANTENIMIENTO	23
2.5.1 Seguridad	23
2.5.1.1 Instalaciones eléctricas y aparatos	23
2.5.1.2 Protección contra el fuego	23
2.5.1.3 Instalaciones hidráulicas	23
2.5.2 Calidad de los materiales	24
2.5.3 Mano de obra no calificada	24
2.5.4 Mantenimiento preventivo	24
<b>3. SISMO RESISTENCIA</b>	<b>26</b>
3.1 SISMOS (GENERALIDADES)	26
3.2 LOCALIZACIÓN DE ACUERDO A LA ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	27

3.3 DISTRIBUCIÓN DE MUROS ESTRUCTURALES PARA RESISTIR SISMO	27	7.2 VIGAS DE CONFINAMIENTO A NIVEL DE DE CIMENTACIÓN	57
3.3.1 Muros en el sentido corto de la casa	28	7.3 COLOMNAS DE CONFINAMIENTO	58
3.3.2 Muros en el sentido largo de la casa	29	7.4 VIGAS DE CONFINAMIENTO A NIVEL DE CUBIERTA Y ENTREPISO	59
3.3.3 Casa con pocos muros en el sentido corto	30	<b>8. PLACAS DE ENTREPISO</b>	63
3.3.4 Casa que carece de muros en el sentido corto	31	8.1 PLACAS MACIZAS	63
3.4 PLACAS DE ENTREPISO Y CUBIERTA (DIAFRAGMAS)	32	8.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS PLACAS MACIZAS	68
3.5 SIMETRÍA - FORMAS REGULARES DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA	32	<b>9. GLOSARIO</b>	71
3.6 CONTINUIDAD VERTICAL DE LA ESTRUCTURA	32	<b>10. BIBLIOGRAFIA</b>	75
3.7 DISTRIBUCIÓN DE LOS MUROS ESTRUCTURALES	33		
<b>4. MATERIALES</b>	35		
4.1 ARENA (AGREGADO FINO)	35		
4.2 GRAVA (AGREGADO GRUESO)	35		
4.3 CEMENTO	35		
4.4 AGUA	35		
4.5 CONCRETO	35		
4.6 CONCRETO CICLÓPEO	37		
4.7 ACERO - VARILLAS DE ACERO CORRUGADO (HIERRO)	37		
4.8 MORTERO DE PEGA	37		
4.9 LADRILLOS DE PERFORACIÓN HORIZONTAL (MAMPOSTERÍA DE LADRILLO)	38		
<b>5. CIMENTACIÓN</b>	39		
5.1 ASPECTOS GENERALES	39		
5.2 ESPECIFICACIONES PARA LA CIMENTACIÓN	39		
5.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIÓN	47		
<b>6. MUROS</b>	51		
6.1 GENERALIDADES	51		
6.2 CANTIDAD DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN DE LA CASA	52		
6.3 ESPESOR DE MUROS	53		
6.4 ABERTURAS EN LOS MUROS	54		
6.5 LONGITUD MÍNIMA DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN PRINCIPAL	55		
<b>7. ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO EN MAMPOSTERÍA CONFINADA</b>	57		
7.1 GENERALIDADES	57		

## 1. REQUISITOS PARA TENER EN CUENTA ANTES DE CONSTRUIR

### 1.1 LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN

La licencia de construcción es la solicitud para desarrollar edificaciones, áreas de circulación y zonas comunales en uno o varios predios (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C y Secretaría Distrital de Hábitat s.d).

En las licencias de construcción se determina variables como los usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad, entre otros aspectos.

Las licencias de construcción se presentan de acuerdo a su modalidad:

- a. Obra nueva: Es la autorización para adelantar obras de edificación en terrenos no construidos.
- b. Ampliación: Es la autorización para incrementar el área construida de una edificación existente (éstas deben tener licencia de construcción)
- c. Adecuación: Es la autorización para cambiar el uso de una edificación o únicamente parte de ella, ya sea comercial o residencial.
- d. Modificación: Es el trámite para variar el diseño arquitectónico o estructural de una edificación ya existente sin incrementar su área construida.
- e. Restauración: Es la autorización a realizar mejoras a un bien de interés cultural (recuperar y adaptar una construcción o parte de ella). Esta licencia aplica únicamente para edificaciones históricas o culturales.

f. Reforzamiento estructural: Es la autorización para intervenir o reforzar la estructura, buscando acondicionar a niveles adecuados de seguridad sismo resistente.

g. Demolición: Es la autorización para derribar total o parcialmente una o varias edificaciones existentes, en uno o varios predios. Ésta licencia se concede de manera simultánea con cualquier otra modalidad de licencia de construcción.

h. Cerramiento: Se requiere para encerrar un predio de propiedad privada. El ente encargado de otorgar la licencia es la Curaduría Urbana. Para esto, exige una serie de documentos y requisitos según la modalidad que se expida.

i. Reconstrucción: Es la autorización que se otorga para volver a construir edificaciones que contaban con licencia o acto de reconocimiento y que fueron afectadas por algún siniestro.

Éste tipo de licencia autorizará la reconstrucción de la edificación en las mismas condiciones aprobadas por la licencia original, los actos de reconocimiento y sus modificaciones.

A continuación se presentan los requisitos para construcción de obra nueva, reconocimiento de existencia de edificación y resumen general para el trámite de cualquier modalidad de licencia.

#### 1.1.1 Requisitos para solicitud licencias de construcción

(Alcaldía Mayor de Bogotá D.C y Secretaría Distrital del Hábitat s.d.)

- 1. Formulario único nacional para la solicitud

de licencias de urbanísticas debidamente diligenciado por el solicitante.

2. Certificado de libertad y tradición del predio: copia del certificado de libertad del inmueble o inmueble objeto a la solicitud. La fecha de expedición del certificado no debe ser superior a un mes de la fecha de solicitud.
3. Copia de la cédula de ciudadanía del solicitante titular de la licencia (personas naturales o certificado de existencia y representación legal personas jurídicas – expedida por la cámara de comercio). La fecha de expedición del certificado no debe ser superior a un mes.
4. Poder o autorización debidamente otorgado (con presentación personal de quien lo otorgue).
5. Copia del documento o declaración probada del impuesto predial de los últimos cinco años en relación con el inmueble o inmuebles objeto de la solicitud donde figure la nomenclatura alfanumérica o identificación del predio o copia del acuerdo de pago donde conste el cumplimiento del pago.
6. Relación de la dirección de los predios colindantes al proyecto.
7. Copia de los planos estructurales del proyecto, firmados y rotulados por el profesional que los elaboró.
8. Una copia en medio impreso del proyecto arquitectónico debidamente rotulado y firmado por un arquitecto con matrícula profesional. Éstos deben contener como mínimo: localización, plantas, alzados o cortes de la edificación

relacionados con la vía pública o privada a escala formal. (si el proyecto está localizado en suelo inclinado, los cortes deben indicar la inclinación real del terreno), fachadas, planta de cubiertas y cuadro de áreas.

Nota: Para intervenciones diferentes a obras nuevas (modificación, ampliación, reforzamiento estructural, adecuación, restauración y reconstrucción), si la solicitud de licencia se presenta ante una autoridad diferente a la que la otorgo inicialmente, se deben adjuntar las licencias anteriores junto con sus respectivos planos.

#### 1.1.2 Requisitos para solicitud licencias de reconocimiento de la existencia de edificaciones

La licencia de reconocimiento se refiere a la actuación por medio de la cual el curador urbano declara la existencia de los desarrollos arquitectónicos que se ejecutaron sin obtener licencias urbanísticas, siempre y cuando cumplan con el uso previsto por las normas urbanísticas vigentes.

Además, se establecen (si es necesario) las obligaciones para la adecuación posterior de la edificación de acuerdo al reglamento sismo resistente vigente (NSR-10).

#### 1.1.3 Para cualquier tipo de licencia

Desde el día siguiente a la fecha de radicación en legal y debida forma de las solicitudes, el peticionario de la licencia debe instalar una valla resistente a la intemperie, de fondo amarillo y letras negras con una dimensión mínima de un metro (1 m) por setenta centímetros (70 cm) en lugar visible desde la vía pública, en la cual se debe advertir a terceros

sobre la iniciación del trámite administrativo tendiente a la expedición de la licencia indicando:

- Número de radicación.
- Fecha de radicación.
- Autoridad ante la cual se tramita la solicitud (curaduría urbana).
- Uso y características básicas del proyecto.

#### 1.2 ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Proceso constructor o acometidas definitivas: Es el conjunto de etapas o actividades que debe adelanta el constructor ante la EAAB, luego de haber sido expedida la licencia de construcción, con el fin de obtener la aprobación de cometidas de acueducto o alcantarillado, instalación de medidores y totalizador, y la activación de cuentas para la prestación del servicio definitivo de acueducto y alcantarillado.

Requisitos para el proceso constructor o acometidas definitivas (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. & Secretaria Distrital del Hábitat s.d.)

##### 1.2.1 Requisitos comunes a los trámites del proceso constructor

- Licencia de construcción o urbanismo vigente.
- Certificado de libertad y tradición.
- Boletín nomenclatura oficial.
- Certificado de existencia y representación legal.
- Autorización para quien vaya a hacer el trámite en nombre del solicitante.
- Plano geo-referenciado físico y digital.
- Plano urbanístico.

##### 1.2.2 Requisitos específicos para la solicitud de servicio temporal

- Solicitud de servicio temporal.
- Memoria de cálculo de la capacidad hidráulica de las acometidas domiciliarias existentes y proyectadas.
- Descripción de las medidas, elementos o estructuras que se van a usar para evitar desperdicios y contaminación del agua.
- Para entidades públicas se requiere copia del contrato de obra y licencia de excavación.
- Cronograma de ejecución de obra.
- Carta de autorización para realizar cargue de costos de conexión a cuenta contrato temporal.

##### 1.2.3 Requisitos específicos para la solicitud de servicio temporal

- Solicitud de aprobación de acometidas definitivas.
- Relación de acometidas internas solicitadas.
- Certificado de estrato del predio.
- Último recibo de pago del servicio temporal.
- Esquema de diseño de la conexión domiciliaria de alcantarillado existente o propuesta.

## 2. PRINCIPIOS BASICOS DE DISEÑO PROYECTANDO UNA VIVIENDA

### 2.1 PROYECTO POR NECESIDADES

El desarrollo de un proyecto debe comprender el carácter y peculiaridades del lugar en donde se construye preparando y/o trazando un plan de obra; procurando obtener confort y comodidad optimizando los espacios, aprovechando materiales y servicios disponibles.

#### 2.1.1 Diseño previo

- Identifique los límites de su predio: dirección, dimensiones, linderos, pendiente del terreno, orientación solar, vientos, acceso a vías, tipos de servicios públicos que posee, vegetación, rocas, tipo de suelo.
- Características de predios vecinos: usos, alturas, voladizos, retrocesos, servicios que posee.
- Identificación de necesidades: Número de miembros de la familia, actividades frecuentes, preferencias espaciales, artículos almacenar, características arquitectónicas que produzcan bienestar, mobiliario
- Esquema de propuesta que permita determinar la ubicación de los espacios y dimensiones hasta obtener una distribución de conformidad con los requerimientos espaciales y constructivos.

#### 2.1.2 Desarrollo progresivo

El desarrollo de una construcción debe ser planificado de manera que se pueda determinar de manera previa las características de la edificación

y de ser necesario ser realizado por etapas. (Flexibilidad de diseño)

#### 2.1.3 Utilidad de los planos

Los planos arquitectónicos, permiten mostrar a escala cómo será la casa, como serán los espacios y donde están ubicadas. Los planos estructurales, indicarán cuales son los muros portantes, como son los refuerzos de entresijos, columnas, vigas y cubiertas. Los planos de instalaciones, permiten determinar los lugares en donde estarán localizadas las redes de distribución eléctrica e hidráulica. y En síntesis, los planos permitirán saber si la vivienda responderá a las necesidades de la familia, materiales requeridos para su desarrollo, calcular los costos y planificar el desarrollo de la vivienda.

### 2.2. ESPACIOS Y FUNCIONES

#### 2.2.1 Ubicación de la casa

Identificar las características físicas y topográficas del predio es un punto de partida muy importante a la hora de evaluar las posibilidades de desarrollo espacial del predio. Las características nos permitirán determinar el uso de las superficies, edificabilidad, accesibilidad y la orientación adecuada. Existen cuatro factores que contribuyen a determinar la mejor localización de una vivienda: Topografía, ventilación, iluminación y zonas de ruido.

**Topografía:** Determinar los niveles, áreas inundables, pendientes mayores a 45°, excavaciones, rellenos y terraplenes que posee el lote.

**Ventilación:** Es conveniente hacer uso en la vivienda de la ventilación natural. Se puede aprovechar las diferencias de temperatura que se producen a

lo largo del día para mantener la edificación y sus habitantes saludables.

La ventilación o renovación de aire por puertas, ventanas y patios debe permitir la entrada de aire fresco en todas las alcobas de forma controlada, ver figura 1. En las zonas de baños, cocinas y lavaderos la circulación de aire debe ser permanente.

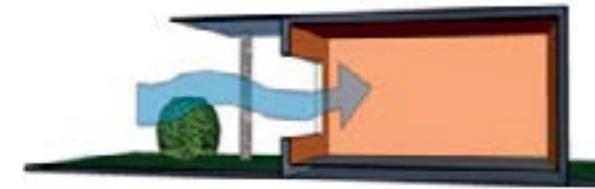


Figura 1. Ventilación

**Luz:** La exposición directa del ser humano a la radiación solar es esencial para la vida. Las deficiencias de luz solar y mala iluminación agravan enfermedades crónicas, producen desordenes nerviosos y deficiencia de vitamina D y calcio necesarios para el sistema óseo.<sup>1</sup>

Adicionalmente, el cambio de temperatura de una habitación, generado por el calor producido por la luz, permite el movimiento del aire y la eliminación de microorganismos.

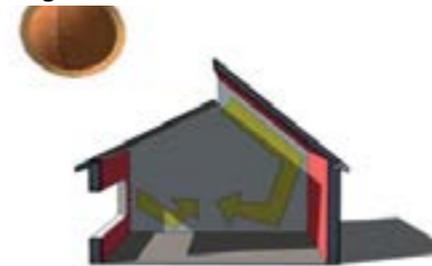


Figura 2. Iluminación.

La luz puede llegar de dos formas: directa o indirecta. La directa es a través de ventanas, puertas o patios; la indirecta es a través de otro espacio o circulaciones, ver figura 2.

**Ruidos:** Las molestias producidas por el ruido son consideradas una de las formas más graves de contaminación del medio ambiente, porque disminuye el bienestar de una vivienda.

Se recomienda dejar las zonas o espacios de actividades en grupo y circulaciones en las áreas más expuestas al ruido y las zonas de actividades individuales en las áreas de menor ruido.

#### 2.2.2 Las zonas de una casa

En una vivienda, se identifican dos grupos de espacios: espacios para la vida en grupo y espacios para la vida individual

Área	Tipo de actividad	Actividad	Espacios
Vida en grupo (Zonas sociales)	Pasivas	Conversaciones grupales, estudio, música, ver TV, trabajar, cocinar	Comedor, salón, garaje
	Activas	Juegos	Patios, jardines, terrazas
Vida individual (Zona privada)	Pasivas	Conversaciones privadas, lectura, música, descanso, ver TV	Alcoba,
Zona de servicios		Comer, lavar, necesidades fisiológicas	Lavadero, cocina, baño
Circulaciones	Transición	Lugares de conexión	Escaleras, pasillos, corredores, zaguanes

Tabla 1. Tipos de espacios

### 2.3 RELACIONES FUNCIONALES

Las relaciones funcionales son aquellos enlaces o vinculaciones que se establecen entre una actividad y otra, e interactúan entre ellas, ver figura 3

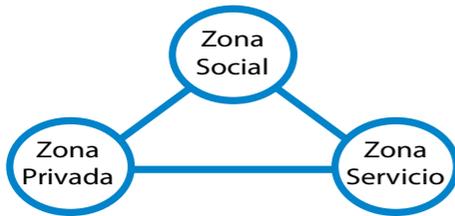


Figura 3. Relaciones funcionales

Las características de diseño determinadas para estas funciones son:

- **Cocina-comedor:** La relación debe ser directa, sin cruces de circulación.

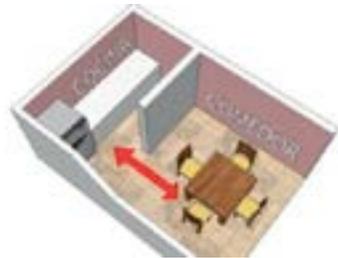


Figura 4. Relación cocina-comedor recomendable



Figura 5. Relación cocina-comedor no recomendable

- **Salón- Acceso:** debe tener una relación directa con la calle o acceso principal
- **Alcoba-baño:** Debe existir una relación directa entre el baño y el área de alcobas

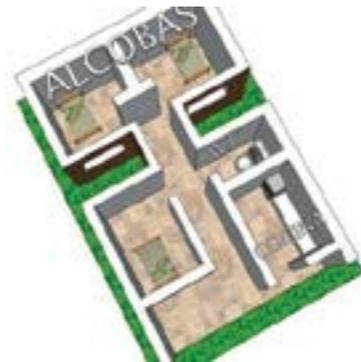


Figura 6. Relación alcobas-baño recomendable

- **Cocina- acceso principal:** El acceso a la cocina debe estar cerca del acceso principal de la vivienda.
- **Garaje-Interior vivienda:** Se debe tener un acceso controlado entre el garaje y la vivienda.

Esto con el objeto de controlar el monóxido de carbono que producen los vehículos y dar seguridad al interior de la vivienda.



Figura 7. Garage recomendable

- Espacios poli-funcionales y acceso:

Dependiendo del uso de los espacios poli-funcionales se recomienda la cercanía al acceso de la vivienda. Se espera que la actividad que allí se realice no ponga en peligro la salud y seguridad de sus habitantes; para ello, se debe prever un acceso controlado a la vivienda.

### 2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPACIOS

Para tener un adecuado bienestar y confort en la vivienda se debe tener en cuenta en los espacios las siguientes características:

Cocina: en una cocina existen tres tipos de funciones o actividades:

- **Refrigeración y conservación:** Nevera, cajas, anaqueles o despensas
- **Lavado:** Lavaplatos o poceta
- **Cocción-preparación:** Estufa, área de manipulación. utensilios y aparatos ( anaqueles o despensas)

Estas tres funciones forman el triángulo de actividades. Estas tres actividades se deben realizar sin retrocesos y sin interrumpir su continuidad.

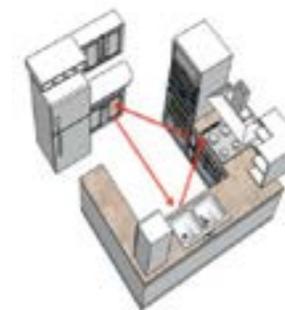


Figura 8. Diagrama de proceso en cocina

Adicionalmente debe existir el área para basuras: cubos o canecas de recolección de desechos que debe estar localizada cerca del área de preparación y lavado.

En esta área la ventilación debe ser permanente y la iluminación directa.

**Comedor:** Es conveniente tener circulación perimetral a la mesa.

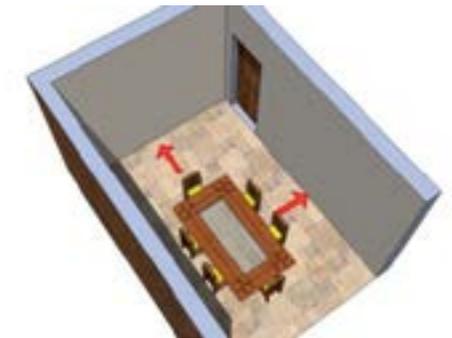


Figura 9. Circulaciones en comedor

Se debe procurar dejar espacio para tener una mesa y asiento auxiliar y estar iluminada de manera directa.

**Salón:** El área debe tener el espacio suficiente para albergar un sillón doble, una silla y una mesa auxiliar. Adicionalmente, poseer iluminación directa y acceso a la calle.

**Alcobas:** El espacio debe permitir tener cama, closet o armario, silla y mesa auxiliar. Localizados lejos del ruido y poseer ventilación e iluminación directa. Las habitaciones serán independientes entre sí, sin que para pasar a una alcoba se deba pasar a través de otra.

Se debe procurar que las habitaciones reciban el sol de la tarde, con una altura mínima libre permitida es de 2.10 m y un área mínima de alcoba será de 4 m<sup>2</sup> para alcoba sencilla, siendo el ancho mínimo de 1.80 m

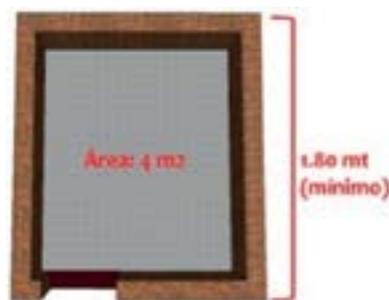


Figura 10 a



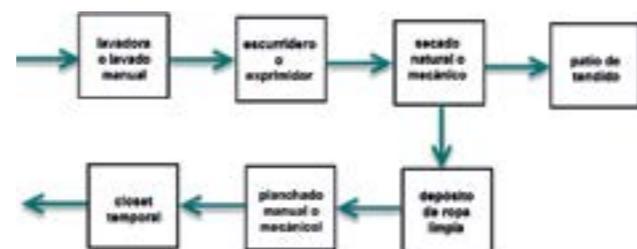
Figura 10 b

Figura 10. Dimensiones en alcobas

**Baños:** El área debe tener capacidad para albergar una ducha, un inodoro y un lavamanos. Puede ubicarse para ser un espacio poli-funcional o como una unidad. El código de construcción establece la construcción de un baño por cada 5 personas. La ventilación e iluminación debe ser directa; en caso de no existir se instalará un ducto de ventilación.

El área mínima de baños será de 2.30 m<sup>2</sup>.

**Lavadero:** Esta zona tendrá un lavadero y espacio para secado. De manera opcional se puede dejar espacio para la instalación de la lavadora. Existirá una relación directa entre el lavadero y la lavadora, sin cruces de circulación. El área de secado debe tener iluminación y ventilación natural.



11. Diagrama de proceso de lavado de ropa

**Garaje:** Las dimensiones mínimas de garaje para un vehículo pequeño es de 2.50 x 5.00 m, esta dimensión no incluye la apertura de la puerta.

Se recomienda que exista una diferencia de nivel de 0.15 m entre el área de la vivienda y el área del garaje.

**Circulación:** Es el área que comunica cada uno de las zonas, áreas y espacios. El ancho mínimo es de 70 cm; en escaleras el ancho mínimo permitido es de 0.75 m

La huella de la escalera debe ser mínimo de 0.28 m y la contrahuella no menor a 0,10 m. Se permiten tramos curvos siempre y cuando en el punto medio tenga una distancia de 0.24 m. El descanso no puede ser menor al ancho de la escalera. Los pasamanos deben colocarse a un altura de 0.75 m

y tener 0.45 m de prolongación del último paso y estar 3.7 cm separados de la pared. La altura libre de escalera debe ser de 2.0 m

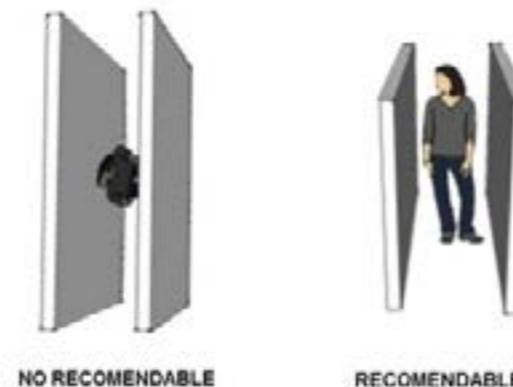


Figura 12. Espacios de circulación

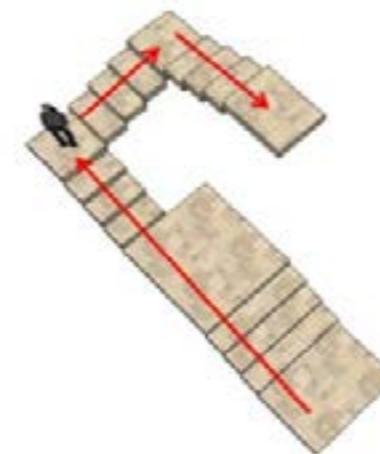


Figura 13. Conservar el mismo ancho de escalera

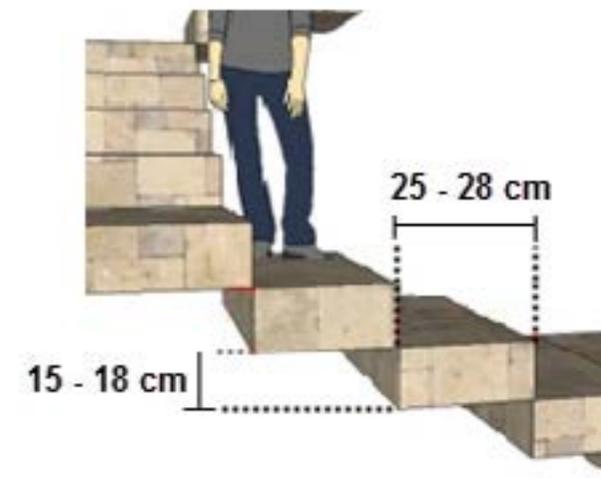


Figura 14. Dimensiones en escaleras



Figura 15. Altura constante en la escalera



Figura 16. Ancho en escaleras de abanico

**Espacios poli-funcionales:** Son aquellos espacios que pueden tener diversos usos como cuarto de estudio, costura, taller artesanal, microindustria o depósito

**Patios:** Proporcionarán luz natural y ventilación, serán abiertos, con puerta de acceso y punto de desagüe.

**General:** En el interior de la edificación y de fácil acceso para los bomberos se instalarán dispositivos para cortar: gas, electricidad y agua.

**Instalaciones:** Las aguas negras o sucias procedentes de las viviendas deben estar conectadas a la tubería de alcantarillado del barrio.

Por cada 100 m<sup>2</sup> de cubierta a desaguar debe haber una bajante de 4" para 100 m<sup>2</sup> o menos.

La capacidad mínima del tanque debe ser igual al consumo de un día. (200-250 litro/7persona). Deben tener un registro para lavado y mantenimiento. Se deben colocar lo más cerca posible los tanques de agua caliente a los lugares de uso .

La tubería de suministro no debe ser inferior a ½ ".El diámetro mínimo de descarga del sifón de un inodoro es de 4 ", ducha y lavamanos de: 2"; lavaderos y lavadoras 3".

**Gas:** Las pipetas de gas deben estar siempre en posición vertical, en lugar seco, con ventilación permanente y lejos de áreas de instalaciones eléctricas. No deben estar expuestos a la lluvia, no debe conectarse más de dos aparatos a la pipeta de gas.

**Puertas:** Las puertas de evacuación deben ser metálicas, nunca de madera o vidrio. A las salidas de evacuación, no se debe acceder a través de cocinas, cuartos de almacenamiento, talleres o estar bajo llave .

Las puertas de evacuación no deben ser enrollables, deslizantes y plegables. Las puertas deben tener un ancho mínimo de 0.80 m y altura de 2.00 m



**Pañetes:** La dosificación recomendada para pañetes es: La primera capa de adherencia, con dosificación 1:1. La segunda capa con dosificación 1:2. La tercera capa de acabado con dosificación 1:3.

**Pisos :** Los pisos deben tener una inclinación mínima de 1 % y máxima de 3 % (CCD).

**Ventanas:** Las ventanas cumplirán una triple función, dan luz, vista y ventilación. Estas deberían tener el ancho de los brazos abiertos de una persona.

Las ventanas que tengan más 1,10 m<sup>2</sup>, deben tener vidrios de más de 3 mm (CCD).

**Ductos:** La cara más corta de un ducto debe tener 0.40 m y debe mantener su dimensión en toda su longitud. Debe sobresalir mínimo 0.50 cm, por encima del nivel más alto de la cubierta.

**Cerramientos:** Los cerramientos deben tener mínimo 2,40 m de altura (CCD).

En la orientación, configuración y cerramiento se debe buscar la máxima iluminación natural, durante el día(CCD).

Para áreas de acceso a parqueaderos la rampa máxima será de 3.00 m (Cartilla de espacio público).

**Andenes:** Preservación contra la humedad, calor y frío: Debe haber un desnivel entre el andén y el nivel interno de por los menos .15 cms.

## 2.5 VIVIENDA SEGURA Y MANTENIMIENTO

Una vivienda además de confort debe ofrecer seguridad a sus habitantes, para ello es fundamental que se hagan chequeos de control a la edificación con el objeto de encontrar anomalías o alteraciones que pongan en peligro a sus ocupantes. Esta inspección se debe hacer no solo a las estructuras sino a los espacios a nivel de instalaciones y protección contra el fuego. Así mismo, se debe hacer una verificación de la calidad de los materiales y mano de obra.

### 2.5.1. Seguridad

Como elementos que garantizan el bienestar de sus ocupantes se deben tener en cuenta la adecuada construcción de las instalaciones.

#### 2.5.1.1. Instalaciones eléctricas y aparatos

- Las instalaciones eléctricas deben estar canalizadas.
- Se debe aislar la instalación eléctrica de la hidráulica.
- En los espacios en donde se emplee pipetas de gas o gas natural se debe tener una ventilación permanente.
- Se recomienda no dejar en muebles bajos, licuadoras, picadoras o elementos corto punzantes.
- Se aconseja no dejar aparatos conectados que no estén en uso.
- El tanque de paso a gas debe tener una adecuada ventilación para garantizar una combustión completa y eliminar el gas quemado.
- La edificación debe contar con dispositivos de sobrecarga.

#### 2.5.1.2 Protección contra el fuego

- Se mantendrá un extintor casero.
- No emplear materiales inflamables en áreas de cocinas.

#### 2.5.1.3 Instalaciones hidráulicas

- Se tendrán registros de corte a nivel general en baños, y cocina.

### 2.5.2 Calidad de los materiales

La buena calidad de los materiales garantiza que la construcción responda y se comporte de manera ante diferentes eventos como agua, lluvia y sismos. Para ello es importante, verificar la calidad de los materiales de construcción:

- Ladrillos: parejos, bien horneados, sin grietas, negruscos o torcidos.
- Empleo para la estructura de varillas corrugadas no lisas y con los espesores indica dos por el calculista.
- Cemento de buena calidad, cerrado y con los kilogramos indicados en el empaque.
- Uso para las mezclas de las proporciones recomendadas y agua bebibible en su preparación.
- Las gravas y gravillas que correspondan a los diámetros y especificaciones indicadas por el calculista.
- Empleo de arena de peña para pegas y arena de rio para pañetes.
- Madera recta, sin torceduras, inmunizada y con las dimensionas indicadas por el calculista.
- Empleo de carpintería de madera que no presente torceduras, rajaduras o señal de gorgojo o comején.
- Uso de carpintería metálica que no presente oxidación, faltantes o degradación por humedad.

### 2.5.3 Mano de obra no calificada

Para que la calidad de las construcciones garantice su estabilidad y buen comportamiento es necesario que la mano de obra que ejecuta la construcción, especialmente a nivel estructural, tenga conocimiento, preparación y equipo que garanticen la calidad y estabilidad de la edificación.

Realizar pruebas de campo a los elementos usados en la ejecución de obra:

- No se deben rayar
- No se deben manchar
- No se deben flexionar
- Resistir a golpes y determinadas cargas
- Ser impermeables
- No combustibles
- Resistentes a la acción de químicos.

### 2.5.4 Mantenimiento preventivo

Las edificaciones necesitan de un mantenimiento periódico para que no se deterioren o desmejore su aspecto. Si el tiempo de mantenimiento es espaciado puede llegar a ser más costoso que si se realiza su mantenimiento de forma periódica.

La preservación en buen estado de la edificación se puede realizar mediante tres acciones: Mantenimiento, preservación y reparación.

Entendiendo el mantenimiento como las acciones para cuidar el inmueble; la preservación como las acciones encaminadas a prevenir el deterioro y la reparación como las acciones encaminadas a corregir el deterioro.

Estas acciones se pueden realizar en cimientos, muros, pañetes, pintura, cubierta, entrepiso y pisos como lo muestra la Tabla No. 2.

Actividad	Mes					
	Mensual	6	12	24	36	Ocasional
Limpieza de azoteas, canales y bajantes		X				
Limpieza de tanques de agua		X				
Mantenimiento de estructuras de madera				X		
Pintura de fachadas				X		
Limpieza de pisos y ventanas	X					
Mantenimiento de alrededores	X					
Mantenimiento de pañetes internos						X
Limpieza de muros						X
Sellado de fisuras				X		
Mantenimiento preventivo puertas y ventanas				X		
Mantenimiento preventivo de fachadas				X		
Revisión de instalaciones y registros			X			
Identificación de grietas y fisuras					X	

Tabla 2. Mantenimiento en las casas

### 3. SISMO RESISTENCIA

#### 3.1 SISMOS (GENERALIDADES)



Desde el punto de vista de la sismología, el planeta tierra es como un rompecabezas en tres dimensiones, que se encuentra formado en su parte exterior por segmentos con formas diversas llamados placas tectónicas, ellas se mueven y chocan entre sí, originando durante miles de años la formación de montañas, cordilleras y fallas geológicas, en las zonas cercanas a la unión de las placas.

En su parte interior, el planeta se encuentra formado por magma, material en estado líquido, en él se presenta el fenómeno de convección, el líquido más caliente tiende a ir al exterior y el que se encuentra en la parte más lejana al centro se enfría y se mueve al centro de la tierra.

Cuando chocan dos o más placas, y éstas no se desplazan una con respecto a la otra, se acumula energía en grandes cantidades, en la unión de ellas. Cuando se logra que una placa se desplace con respecto a otra, la energía acumulada se libera, originando vibraciones en el suelo. Estas vibraciones es lo que se conoce como sismos o terremotos. En la figura 17 se muestra como se origina un sismo en la unión de dos placas tectónicas convergentes en la costa occidental de Colombia.

Colombia se ve afectada por el movimiento de tres placas: la de Nazca, la Suramericana y la del Caribe, además de Fallas en el interior de la placa Suramericana, ejemplos de ello la de Romeral y el Piedemonte Llanero. Ver en la figura 18 su ubicación.

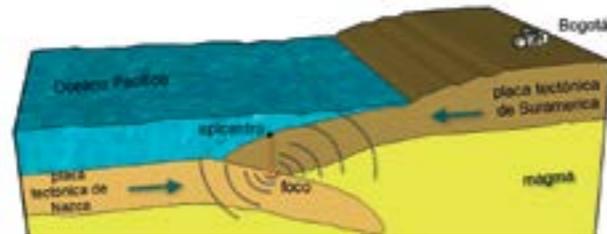


Figura 17. Origen de un sismo en unión de placas convergentes en Costa Occidental de Colombia



Figura 18. Fallas y placas que convergen en Colombia. Fuente: adaptación de [13]

#### 3.2 LOCALIZACIÓN DE ACUERDO A LA ZONA DE AMENAZA SÍSMICA

Colombia se divide en tres zonas de amenaza sísmica, de acuerdo a la Norma NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10), dependiendo de la magnitud de los temblores que se puedan presentar en ellas, las zonas son:

- Zona de amenaza sísmica baja: Definida para las regiones donde se esperan temblores de magnitud baja. Aproximadamente el 55% del territorio Colombiano queda incluido en esta zona.
- Zona de amenaza sísmica media: Definida para las regiones donde se esperan temblores de magnitud media. Aproximadamente el 22% del territorio Colombiano queda incluido en esta zona.
- Zona de amenaza sísmica alta: Definida para las regiones donde se esperan temblores de magnitud muy grande. Aproximadamente el 23% del territorio Colombiano queda incluido en esta zona.



Figura 19. Zonas de amenaza sísmica. Fuente: adaptación de [11]

“La ciudad de Bogotá, se ubica en una zona de amenaza sísmica media, por lo tanto el sector de Bolonia también tendrá este nivel de riesgo”.

#### 3.3 DISTRIBUCIÓN DE MUROS ESTRUCTURALES CONFINADOS PARA RESISTIR SISMO

Cuando ocurre un sismo, éste genera un desplazamiento de la casa en sentido opuesto al desplazamiento del suelo, ver figura 20.



Figura 20. Desplazamiento por sismo de la estructura en el sentido corto

Durante el sismo, el suelo se moverá en 3 direcciones, dos horizontales (colores rojo y azul) y una dirección vertical (color amarillo), la casa también se moverá en estas 3 direcciones, pero en sentido opuesto al del suelo, por esta razón debe evaluarse la sismo-resistencia de la vivienda en dos direcciones principales horizontales como mínimo, ver figura 21.



Figura 21. Dirección del movimiento del suelo y la casa en un sismo

Para garantizar la estabilidad de la casa cuando ocurre un sismo, ella debe detener una cantidad suficiente de longitud de muros estructurales confinados tanto en el sentido corto como en el largo (dos direcciones principales ortogonales), ver figura 22.

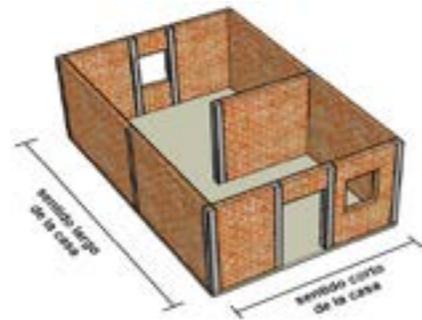


Figura 22. Cantidad suficiente de muros en el sentido largo y corto de la casa

### 3.3.1 Muros en el sentido corto de la casa

Los muros de carga en el sentido corto de la casa, que se van a oponer a que la losa del techo se desplace cuando se presente un sismo, son el 1, 2, 3 y 4, mostrados en la figura 23a y 23b. Ellos también se desplazarán en el sentido de la losa, y opuesto al movimiento del suelo, aunque lo harán muy poco, con desplazamientos máximos del orden de 1 cm para casas de un piso, y de 2 cm para casas de dos pisos ( $0.003h$ , donde  $h$  es la altura del muro), en caso de que no lleguen a la falla.

Los muros que se consideran que van a resistir el sismo, son los muros paralelos al movimiento del suelo, además, van desde el piso hasta el techo, si los muros no cumplen con esto, no se consideran para resistir sismo.

Los muros que no contribuyen a resistir el sismo son los que van debajo de ventanas, arriba de dinteles o muros con una longitud menor a 1 m. Los cuales se indican con una X en la figura 24.

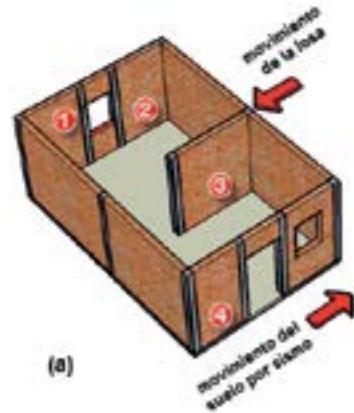


Figura 23a. Muros que resisten el sismo en el sentido corto de la casa

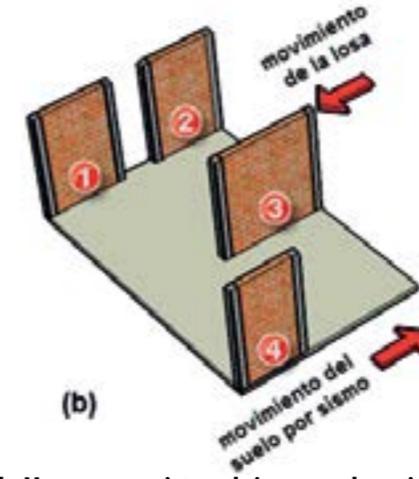


Figura 23b. Muros que resisten el sismo en el sentido corto de la casa

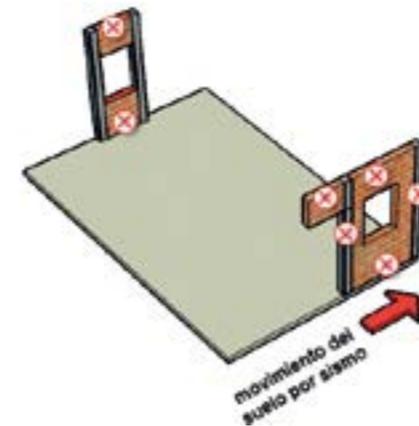


Figura 24. Muros que no contribuyen a resistir el sismo en el sentido corto

### 3.3.2 Muros en el sentido largo de la casa

Cuando el suelo se mueve en el sentido largo de la casa debido al sismo, la losa de cubierta lo hará en el sentido opuesto, ver figura 25.



Figura 25. Desplazamiento por sismo de la estructura en el sentido largo

En este caso, los muros de carga que se opondrán a que la losa del techo se desplace en el sentido largo de la casa, serán los muros 5 y 6, ver figura 26a y 26b, aunque ellos también se desplazarán, pero muy poco, los desplazamientos máximos son del orden de 1 cm para casas de un piso, y de 2 cm para casas de dos pisos, si no fallan.

Estos muros son paralelos al sentido del movimiento del suelo, van desde el piso hasta el techo y no poseen ventanas. Obsérvese que los muros tienen en sus extremos columnas de confinamiento, éstas se colocan a una distancia no mayor de 3 m, y en el cruce de dos muros de carga, en la figura 65 se muestra con más detalle esto.

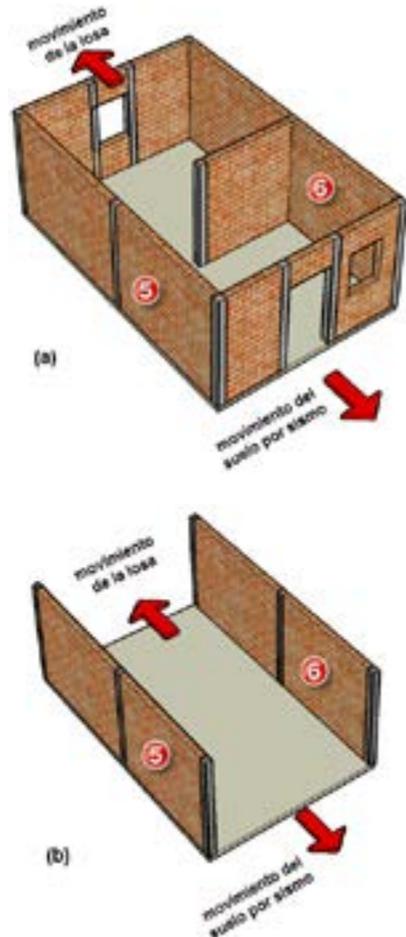


Figura 26. Muros que resisten el sismo en el sentido largo de la casa

### 3.3.3 Casa con pocos muros en el sentido corto

Cuando una casa tiene pocos muros en un sentido, y además, no son reforzados, la casa es muy vulnerable por sismo en ese sentido.

En la figura 27 se muestra un ejemplo de una casa con pocos muros en el sentido corto de ella. Los muros que tienen ventanas no se consideran que resisten el sismo.

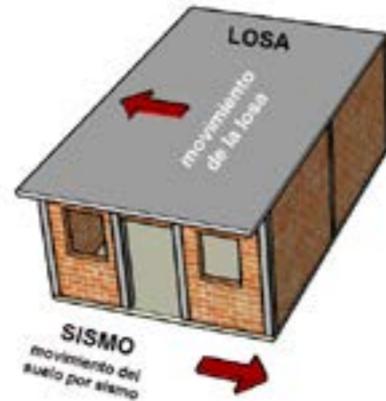


Figura 27. Casa con pocos muros en el sentido corto

Es evidente que en el sentido corto, la casa es vulnerable a sismo, esto se debe a la escases de muros que resistan el sismo en ese sentido, ver figura 28a y 28b. Sólo los muros 7 y 8 resisten la acción del sismo

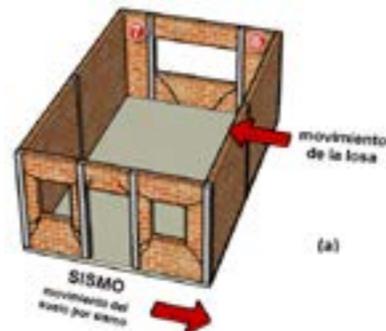


Figura 28 a. Muros que resisten el sismo en el sentido corto de la casa

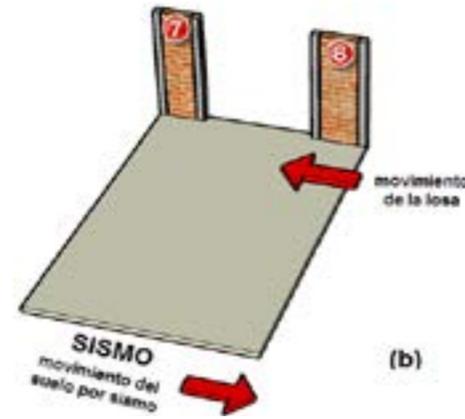


Figura 28 b. Muros que resisten el sismo en el sentido corto de la casa.

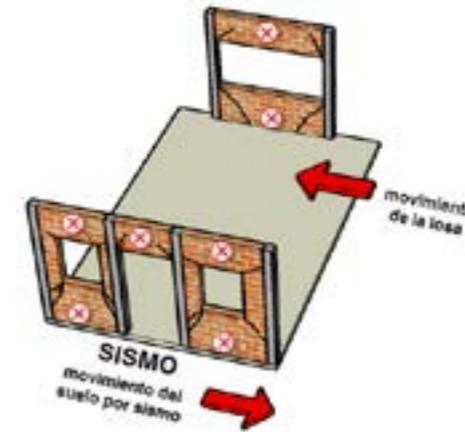


Figura 29. Muros que no se consideran para resistir sismo en el sentido corto

Como se dijo antes, los muros señalados con una X en la figura 29, no se consideran para resistir el sismo, debido a que no se encuentran confinados, y su resistencia a cortante es pequeña.

Cuando se presente el sismo, estos muros sufrirán fisuras en los vértices de las ventanas, que se irán haciendo de mayor tamaño en el transcurso del tiempo durante el sismo, a esto se le llama pérdida de rigidez lateral de la estructura.

### 3.3.4 Casa que carece de muros en el sentido corto

En el caso que la casa tenga muros en una sola dirección, esto hace inestable a la estructura en la dirección con ausencia de muros, o con pocos muros, como se puede observar en la figura 30. Es muy probable que la casa colapse cuando tenga esta condición estructural.

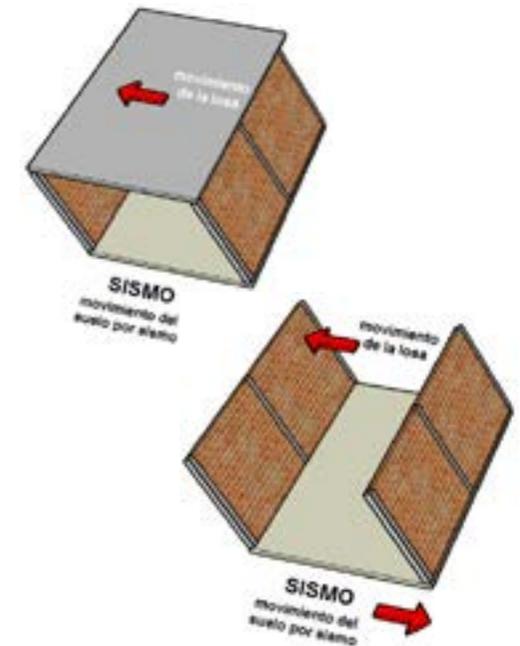


Figura 30. Condición de muros inestables para sismo

**3.4 PLACAS DE ENTREPISO Y CUBIERTA (DIAFRAGMAS)**

La cubierta debe de ser rígida (diafragma rígido), por ejemplo una losa de concreto, para transmitir las fuerzas por sismo a los muros, ver figura 31a.

En caso de no ser rígida, ver figura 31b, por ejemplo cuando es construida de lámina o teja, los muros quedarán sueltos en su parte superior, a menos que se coloque una viga de confinamiento en la parte superior de los muros, para poder formar un solo cuerpo.

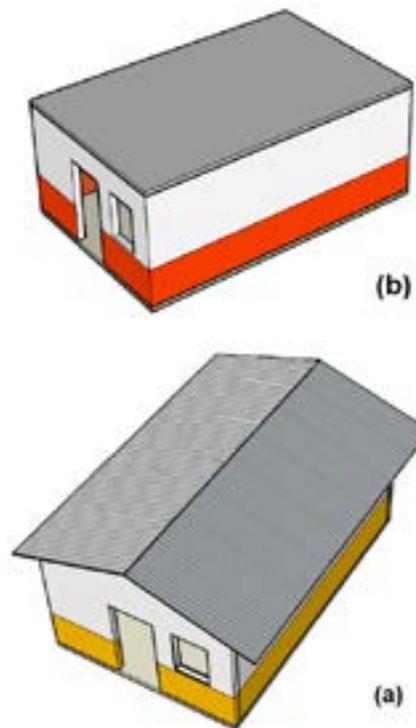


Figura 31. Casa con diafragma (a), casa sin diafragma (b)

**3.5 SIMETRÍA - FORMAS REGULARES DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA**

La estructura debe de tener en lo posible una forma regular, cuadrada o rectangular, ver figura 32a. No es recomendable que tenga formas irregulares, ver figura 32b. Se debe buscar que exista simetría en la distribución de los muros en planta, para evitar los efectos de torsión.

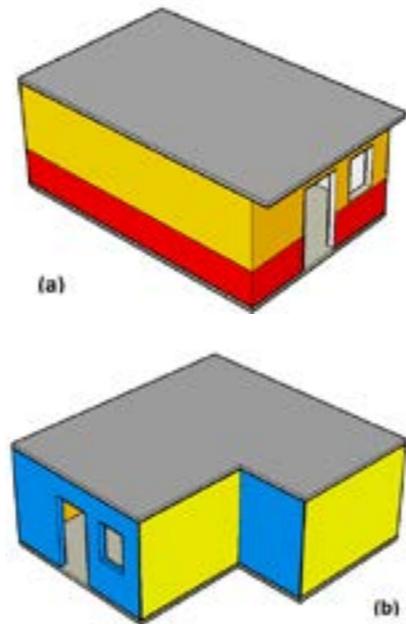


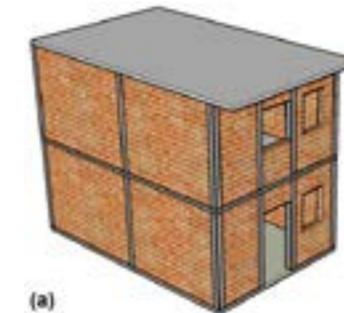
Figura 32. Forma regular en planta (a), forma irregular en planta (b), de la estructura

**3.6 CONTINUIDAD VERTICAL DE LA ESTRUCTURA**

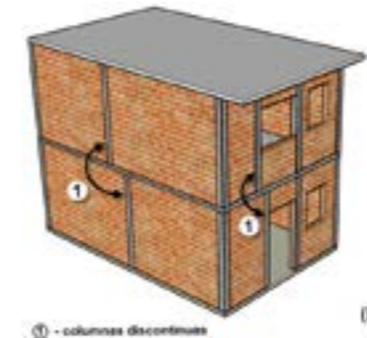
Las columnas de la planta superior, deben de venir desde la cimentación, para que exista continuidad vertical, ver figura 33a. En ella se muestra cómo

todas las columnas de confinamiento continúan desde la cimentación hasta la cubierta de azotea.

No se recomienda que exista discontinuidad entre las columnas de planta alta y planta baja, ver figura 33b, esto no permite que los muros interactúen entre ellos como un solo elemento estructural. Además, las fuerzas axiales de las columnas, debidas al momento por volteo, se transmitirán al muro, en lugar de a una columna, pudiendo ocasionar fallas en el punto de descarga del axial.



RECOMENDABLE  
Figura 33a. Continuidad vertical de muros y columnas



RECOMENDABLE  
Figura 33b. Discontinuidad vertical de las columnas

Los muros estructurales, de planta alta deberán de continuar en planta baja, con el fin de que exista continuidad vertical en ellos.

En la figura 34 se muestra una discontinuidad de muros y columnas, no se recomienda que exista esta condición, debido a que los muros de planta alta pierden rigidez lateral, y disminuyen su capacidad para resistir el sismo.

**NO RECOMENDABLE**

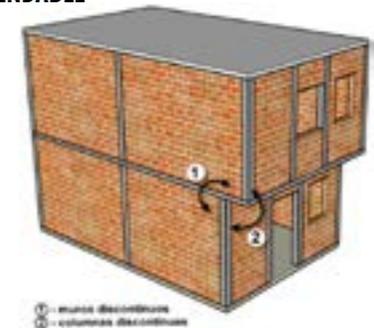


Figura 34. Discontinuidad vertical de columnas y muros

**3.7 DISTRIBUCIÓN DE LOS MUROS ESTRUCTURALES**

Se deberá garantizar que exista simetría en la distribución en planta de los muros estructurales, esto permite que disminuya la torsión cuando ocurre un sismo, ver figura 35a. En la figura 35b se puede apreciar un ejemplo cuando existe asimetría en la distribución de los muros estructurales, debido a que los muros se concentran en uno de los lados, ocasionando torsión en la estructura, y haciendo más vulnerable la casa por sismo.

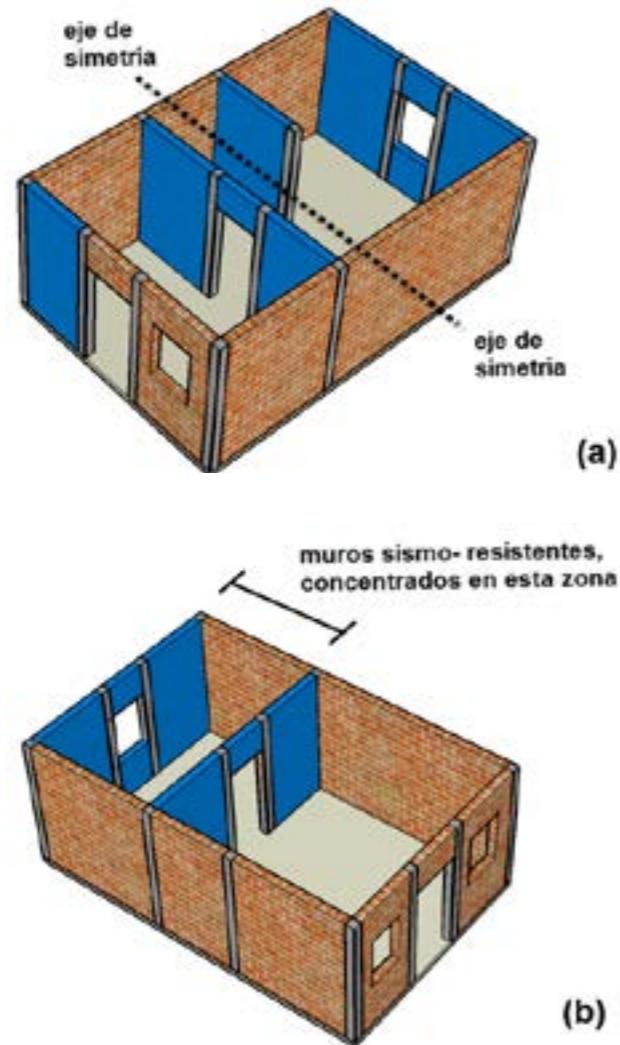


Figura 35. (a) Distribución simétrica de muros (b) Distribución asimétrica de muros

## 4. MATERIALES

### 4.1 ARENA (AGREGADO FINO)

La arena o agregado fino, es un elemento que hace parte del concreto, es inerte, esto quiere decir que no interviene en las reacciones químicas entre cemento y agua. El agregado fino debe ser durable, fuerte, limpio, sin tierra o arcilla, duro y libre de materias impuras como polvo o materias orgánicas (basura, plantas, hojas, etc.).

### 4.2 GRAVA (AGREGADO GRUESO)

El agregado grueso está constituido por rocas, puede usarse piedra triturada o grava zarandeada de los lechos de ríos o yacimientos naturales, o la mezcla de los dos anteriores. Al igual que el agregado fino, la grava es un elemento inerte. Su tamaño puede variar desde 5mm hasta 19 mm. La arena, debe de ser dura, no porosa, limpia, sin tierra, arcilla o lodo.

### 4.3 CEMENTO

El cemento le da las propiedades adhesivas y cohesivas a la pasta de concreto. Para la hidratación del cemento se requiere cerca del 25% de agua. La relación agua-cemento (a/c) mínima es de 0.35. Es necesario recordar que la relación a/c es uno de los parámetros que más afecta la resistencia del concreto, pues a medida que aumenta, aumentan los poros en la masa de concreto y por este motivo se disminuye la resistencia. El cemento que se vaya a utilizar, deberá de estar en su empaque original, sin abrir, no deberá de contener grumos el cemento, si los tuviera, sería indicativo de que entró humedad al empaque y se hidrató el cemento. En caso de que

esté abierto un empaque, no utilizar el cemento para elementos estructurales, como son vigas de cimentación, columnas de amarre, vigas de amarre, placas, columnas o vigas. Este cemento se podrá utilizar para pañetes o revoques.

### 4.4 AGUA

El agua para realizar la mezcla de concreto debe ser limpia y libre de impurezas, en general debe ser potable. No se puede utilizar agua contaminada con drenajes o aguas negras, ni agua de mar.

### 4.5 CONCRETO

El concreto se elabora con cemento, arena, grava y agua. La mezcla se debe de realizar en seco, primero se agrega la arena, la grava y el cemento, y una vez estén bien mezclados estos materiales (se debe ver un color uniforme), se agrega el agua. El concreto para elementos estructurales deberá de hacerse con una mezcladora para que los materiales queden bien mezclados.



Figura 36. Mezcladora y materiales para hacer el concreto.

La dosificación de materiales para el concreto se presenta en la Tabla 3, una caneca de pintura de

5 galones servirá como referencia para medir las partes. Por ejemplo, el concreto para una columna necesitará 1 caneca de cemento, 2 canecas de arena y 2 canecas de grava.

DOSIFICACION DEL CONCRETO EN VOLUMEN			
Elemento Estructural	Cemento	Arena de río o lavada	Grava
Bases	1 parte	2 partes	2 partes
Columnas, vigas y placas	1 parte	2 partes	2 partes
Pisos	1 parte	2 partes	3 partes
Dinteles	1 parte	2 partes	3 partes

Basado en recomendación que da la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, en su "Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sísmica Resistente de Viviendas de Mampostería"



Figura 37. Consistencia adecuada. Fuente: adaptada de [2].



Figura 38. Se desmorona, falta agua o falta arena. Fuente: adaptada de [2].



Figura 39. Demasiada agua, baja consistencia Fuente: adaptada de [2].

Tabla 3. Dosificación del concreto en volumen, tomado de la referencia [4].

La cantidad de agua necesaria está en función de lo húmeda que está la arena o de las propiedades de la arena como la absorción. En lo posible la cantidad del agua en peso debe de ser la mitad de la cantidad del cemento en peso.

Cuando realice concreto puede hacer la prueba de la bola para saber si el contenido de agua es el correcto. Se toma una porción de concreto con las dos manos, y se hace una bola con él, si la hace, ver figura 37, el concreto tienen el agua suficiente, en caso de que se desmorone o no se deje hacer, ver figura 38, entonces puede ser señal de que le falta arena o agua. Si se le escurre entre las manos, se le pasó de agua, ver figura 39.

#### 4.6 CONCRETO CICLÓPEO

El concreto ciclópeo es un concreto con un alto contenido de piedra, aproximadamente un 30% de su volumen total, y que es usado para la cimentación de la vivienda. Se debe tener especial cuidado en la realización de este concreto, el procedimiento debe ser: primero se mezcla el concreto y se coloca en el sitio, segundo, se humedecen las piedras y se introducen en el concreto, y por último se vibra.

#### 4.7 ACERO - VARILLAS DE ACERO CORRUGADO (HIERRO)

Las varillas de acero se utilizan para reforzar diferentes elementos estructurales como columnas, vigas y placas. Debe de estar limpio de tierra, óxido o grasa. Las varillas de acero deben de ser corrugadas para lograr una mejor adherencia con el concreto. Las varillas se identifican por números, o por medidas en pulgadas.

Número de la varilla	Diámetro en pulgadas	USO	ELEMENTO ESTRUCTURAL
2	1/4"	estribos	Vigas de cimentación, vigas de amarre, columnas de amarre, dinteles
3	3/8"	estribos	Vigas, columnas
3	3/8"	acero longitudinal	Vigas de amarre, columnas de amarre, dinteles y placas o losas
4	1/2"	acero longitudinal	Vigas, columnas, zapatas y placas o losas

Tabla 4. Varillas más usadas en construcción de vivienda de uno y dos pisos

#### 4.8 MORTERO DE PEGA

El Mortero de pega es un material usado para pegar la mampostería de piedra o ladrillo. La dosificación en volumen debe ser 1 unidad de cemento por 4 de arena (1:4cemento-arena), ver figura 40.

Un material que mejora la mezcla es la cal, se recomienda agregar cuando se utilice arena de río, se adiciona en seco con el cemento, en proporción 0.5 del volumen del cemento, ver figura 41. Después de 48 horas se puede hacer la prueba al mortero con un clavo, si se deja rayar es bueno, si se desmorona, el mortero quedó con baja resistencia, no se debe de utilizar como mortero de pega.

Para medir las cantidades de arena, cemento y cal, se pueden utilizar canecas de pintura de 5 galones.



Figura 40. Mortero de pega con cemento-arena, dosificación 1:4 en volumen



Figura 41. Mortero de pega con cemento-arena-cal, dosificación 1:4:1/2 en volumen

#### 4.9 LADRILLOS DE PERFORACIÓN HORIZONTAL (mampostería de ladrillo)

El ladrillo con perforación horizontal es un material de construcción que se utiliza en obra para la construcción de muros de casas habitacionales. Este ladrillo debe de tener un color rojo, en caso de tener colores claros, son indicio de no estar bien cocidos, o si presenta colores oscuros, es señal de estar demasiado cocido o quemado, se vuelve frágil, y no se deben utilizar para construir muros estructurales.

A estos ladrillos también se les llama bloque, dependiendo de su ancho, así reciben el nombre,

por ejemplo un ladrillo con un ancho de 10 cm, se le llama bloque No. 4, otro de 12.5 cm de ancho se le llama bloque No. 5.

Los números indican el ancho del bloque medido en pulgadas, ver figura 42.

Cuando se van a utilizar para construir muros, deben de estar húmedos, se mojan con agua, lo suficiente hasta que escurra por los lados del bloque sin ser absorbida. En caso de no humedecer los bloques, se corre el riesgo de que el mortero de pega se fisure y tenga una resistencia pobre porque el bloque le retiró agua al ser absorbida.



Figura 42. Dimensiones de los bloques No. 4 y No. 5 con perforación horizontal

### 5. CIMENTACIÓN

#### 5.1 ASPECTOS GENERALES

La cimentación es una estructura en el suelo, su función es transmitir el peso de la vivienda al terreno en forma segura. Parte de la estabilidad de la casa depende de la cimentación, y el tipo de cimentación a utilizar depende del suelo donde se construirá la casa. Una mala cimentación originará asentamientos en el suelo, fisuras en los muros, y en casos graves, la pérdida de la vivienda por asentamientos grandes del suelo y la inestabilidad de la misma.

Recomendaciones para una buena cimentación:

- Informarse del comportamiento de las construcciones vecinas (si tienen fisuras o han presentado asentamientos).
- Construir sobre suelos duros y evitar suelos blandos
- No se debe construir sobre escombros o rellenos.
- Verificar el estado del suelo haciendo un apique de 2 metros de profundidad como mínimo.
- En el caso de laderas, la cimentación debe de ir hasta la cimentación del vecino del lado de abajo, para evitar empujes laterales a los muros del vecino.
- En el lado del vecino de arriba, asegurarse que la base de la cimentación del vecino no quede a media altura del muro de la vivienda que se va a construir.
- Se puede hacer una prueba para conocer si el terreno es blando o duro, se puede tratar de enterrar una varilla número 4, si se entierra con facilidad, se considera suelo blando, de lo contrario el suelo puede ser duro y adecuado para construir.



Figura 43. Proceso para construcción de la casa

En la figura 43 se muestra el proceso que se sigue para la construcción de una casa, primero se excava el suelo y se hacen las zanjas, la dimensión de ellas depende de la cimentación. La cimentación debe dimensionarse dependiendo de si la casa es de 1 o 2 pisos. En caso de que se desee en un futuro construir un segundo piso, la cimentación se dimensionará para dos pisos, aunque en un principio se construya sólo un piso.

#### 5.2 ESPECIFICACIONES PARA LA CIMENTACIÓN

La cimentación será de acuerdo al tipo de suelo que se encuentre en el lugar a 1 metro de profundidad, o el que se encuentre al realizar un apique a 2 m de profundidad, ya sea suelo tipo 1, suelo tipo 2 o suelo tipo 3. En el caso de que durante el apique o la excavación de la cimentación se encuentre un suelo con características diferentes a las indicadas en el suelo Tipo 1, suelo Tipo 2 o suelo Tipo 3, se

recomienda que un especialista en geotecnia verifique ese suelo para tomar una decisión y decidir el tipo de cimentación que se utilizará en función del suelo encontrado en el lugar.

No se debe cimentar sobre rellenos ni suelos orgánicos, en caso de encontrar alguno de estos, se deberá de excavar hasta llegar a un suelo que corresponda a uno de los tres tipos de suelo antes mencionados.

A continuación se encuentran las gráficas en donde se puede encontrar la capacidad de carga del suelo para cada uno de los materiales que se encuentran

en la zona de Compostela, San Isidro y La Esperanza de la localidad de Usme, esta capacidad está dada también por la dimensión de las zapatas.

En la zonificación de la zona se encontraron cuatro unidades geomorfológicas:

- a). Crestas y espinazos estructurales (Sce) – Suelo 1.
- b). Colinas bajas (Dcb) – Suelo 2.
- c). Laderas residuales inclinadas (Dlri) – Suelo 3.
- d). Abanico fluvio glacial (Fgha) – Suelo 3.

Que se encuentran referenciados en el siguiente mapa geomorfológico:



Figura 44. Mapa Geomorfológico de la zona en estudio

De acuerdo con los sondeos que se realizaron se encontraron tres tipos de suelos, de los cuales se presenta a continuación la descripción de los mismos con los parámetros de resistencia.

1. **Suelo 1:** Es una arcilla de color café con betas de color blanco y otras de color amarillo, presenta procesos de oxidación porque en algunos lugares se evidencias betas rojizas. La consistencia del material es dura y su contenido de humedad es bajo, por lo que se puede decir que es un suelo seco.

Peso Unitario, $\gamma_t$ (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión C (kPa)	Ángulo de fricción $\phi$ (°)
1.75	0.00	40.8

Los parámetros de resistencia del suelo son:

2. **Suelo 2:** Es una arcilla de color gris con betas de color amarillo y rojo debido a procesos de oxidación. La humedad del suelo es media, tiene también plasticidad media y consistencia firme.

Peso Unitario, $\gamma_t$ (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión C (kPa)	Ángulo de fricción $\phi$ (°)
1.75	0.01	33.6

Los parámetros de resistencia del suelo son:

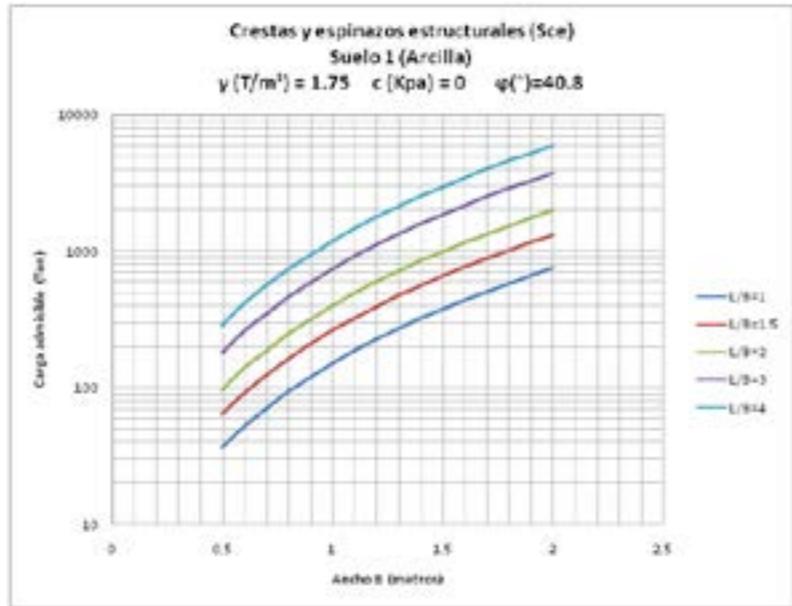
3. **Suelo 3:** Es un limo arcilloso de color negro con betas rojas y amarillas por procesos de oxidación, con presencia de piedras pequeñas

de arenisca. Suelo de consistencia firme, plasticidad y humedad baja.

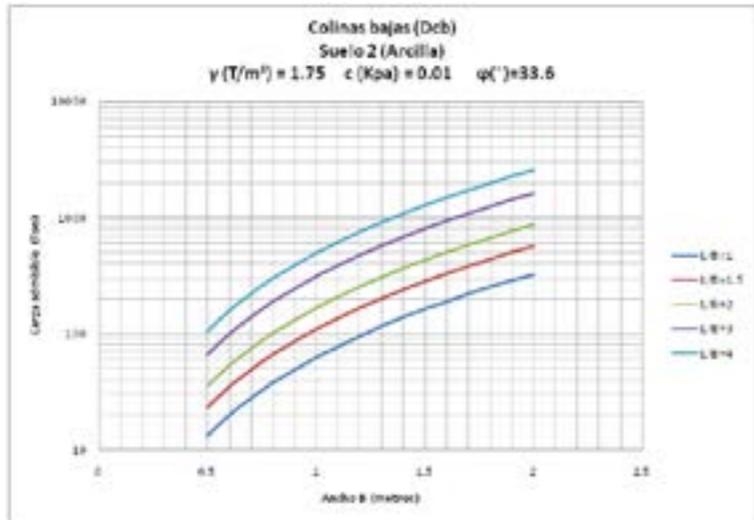
Peso Unitario, $\gamma_t$ (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión C (kPa)	Ángulo de fricción $\phi$ (°)
1.75	1.14	32.9

Los parámetros de resistencia del suelo son:

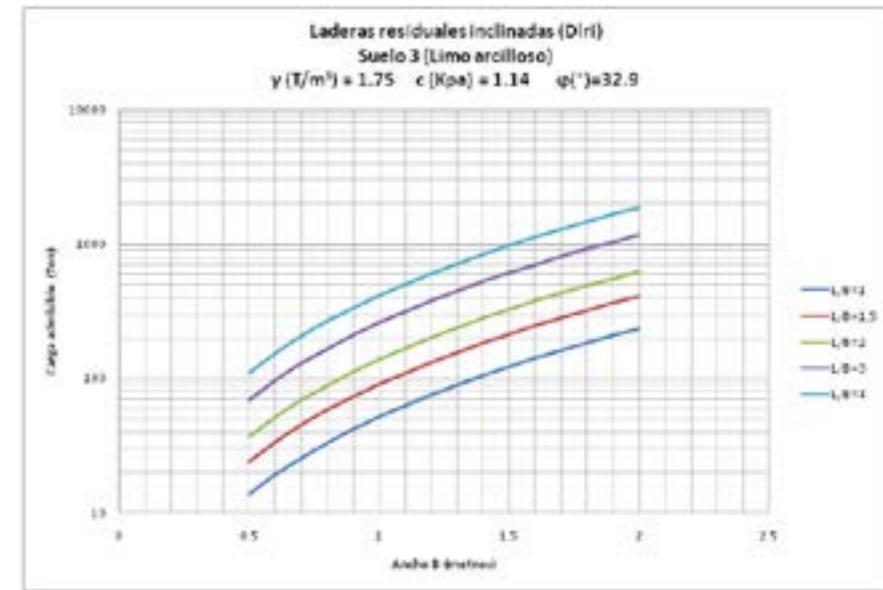
En las siguientes graficas se presentan ábacos que permiten la determinación de las dimensiones de las zapatas en función de la carga de trabajo. La carga admisible se obtuvo considerando un Factor de Seguridad de 3.0 de acuerdo con la NSR-10. Para cada unidad descrita anteriormente se presenta un ábaco de diseño.



Grafica 1. Carga admisible y dimensionamiento de las zapatas.



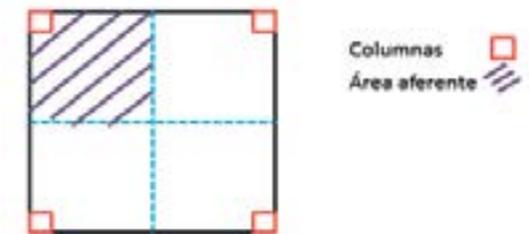
Grafica 2. Carga admisible y dimensionamiento de las zapatas



Grafica 3. Carga admisible y dimensionamiento de las zapatas. Donde:

Procedimiento para calcular las dimensiones de las zapatas a usar en la construcción:

1. Se debe escoger el tipo de suelo que se tiene en el terreno sobre el cual se va a construir la casa por medio de la descripción de los tipos de suelo que hay en la zona. Después de identificar el tipo de suelo se escoge la gráfica que corresponda.
2. Se debe definir el número de columnas que va a tener la estructura y hallar el área aferente a cada columna. Con el área aferente se calcula la carga que va a resistir cada columna.



$$Q = \text{Área aferente} \cdot (\text{Número de pisos}) \cdot (1 \text{ Ton}) / \text{m}^2$$

Área = Área aferente de cada columna. (m<sup>2</sup>)  
 Número de pisos = Numero de plantas que va a tener la estructura.

3. Con la carga que va a resistir cada columna se

entra a la gráfica y se encuentran las diferentes dimensiones de zapata que son capaces de resistir la carga. Entre estas opciones se selecciona que menor área de cimiento de.

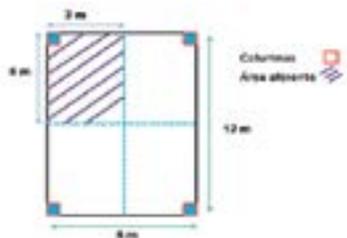
**Ejemplo de aplicación:**

Se busca encontrar las dimensiones y el número de zapatas para la construcción de una casa de dos pisos, en un terreno de 6 m por 12 m.

1. El tipo de suelo en el que se va a colocar la casa es en el suelo 1 que se escogió por las características descritas y que corresponden con el suelo del terreno, por lo cual la gráfica a usar es la número 1.

Peso Unitario, $\gamma_t$ (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión C (kPa)	Ángulo de fricción $\phi$ (°)
1.75	0.00	40.8

2. El número de columnas que va a tener la casa es 9 y es una estructura de dos pisos, como se muestra en el siguiente esquema.



Se hará el dimensionamiento para las zapatas de las esquinas de la casa, las cuales tienen un área aferente de 4.5 m<sup>2</sup>.

$$Q = \text{Área aferente} \cdot (\text{Número de pisos}) \cdot (1 \text{ Ton}) / \text{m}^2$$

$$Q = (6\text{m} \cdot 3\text{m}) \cdot (3) \cdot (1 \text{ Ton}) / \text{m}^2$$

$$Q = 54 \text{ Ton}$$

3. Con la carga que va a resistir la columna se entra a la gráfica y se miran las opciones de dimensiones de las zapatas.

Para  $L/B=1.5$

$$B = 0.5 \text{ m}$$

$$L = B (1.5) = 1.5 \cdot 0.5 \text{ m} = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 1.6 \text{ m} \cdot 0.64 \text{ m} = 0.375 \text{ m}^2$$

Para  $L/B=1$

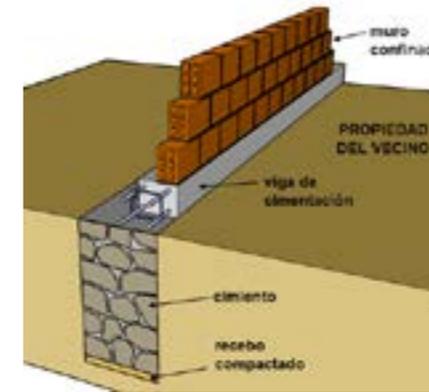
$$B = 0.65 \text{ m}$$

$$L = B (1) = 1 \cdot 0.65 \text{ m} = 0.65 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 0.65 \text{ m} \cdot 0.65 \text{ m} = 0.4225 \text{ m}^2$$

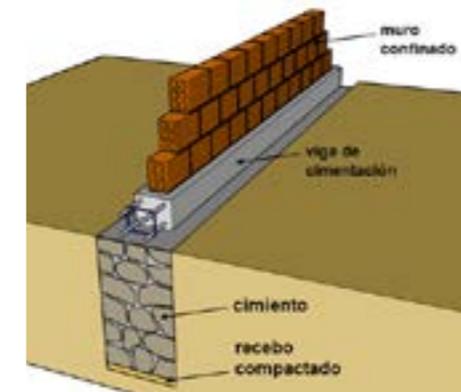
Se escoge la de menor área es decir que las dimensiones de las zapatas deben ser de  $B=0.5 \text{ m}$  y  $L=0.75 \text{ m}$ .

La cimentación está formada por una capa de recebo compactado, que se coloca en el fondo de la excavación, encima se construye el cimiento de concreto ciclópeo, la viga de cimentación se colocará encima del cimiento, ella se construye de concreto reforzado, por último se coloca encima el muro de mampostería de ladrillo o bloque.

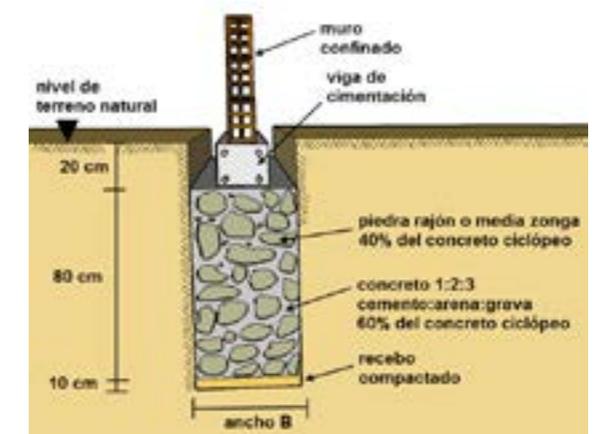


**Figura 45. Cimiento medianero, se utiliza en el límite con el vecino**

La posición de la viga de cimentación será de acuerdo a la ubicación del cimiento en la casa, los cimientos que colindan con el vecino, se les llama cimiento medianero, y la viga de cimentación se colocará como se muestra en la figura 45. El resto de los cimientos que quedan en el interior de la casa, se les llamará cimiento central, y la viga de cimentación se colocará como se muestra en la figura 46.



**Figura 46. Cimiento central, se utiliza en el interior de la casa**



**Figura 47. Dimensiones del cimiento de concreto ciclópeo**

Para realizar la cimentación se debe retirar primero unos 20 cm de espesor de suelo para quitar vegetación y suelo orgánico, enseguida se realiza la excavación de las zanjas hasta una profundidad de 110 cm, poniendo atención al tipo de suelo que se está encontrando y compararlo con el que se encontró con el apique realizado a 2 m de profundidad, ambos deberán de ser del mismo tipo de suelo.

Las zanjas tendrán un ancho B que dependerá del número de pisos que tenga la casa y las dimensiones de los espacios de la casa en planta.

El ancho B se determina con las gráficas 1, 2 y 3, dependiendo del tipo de suelo que se encuentre y de las cargas que se transmitan a la cimentación.



**Figura 48. Dimensiones del cimiento de mampostería de piedra**

El cimiento se puede construir de concreto ciclópeo o de mampostería de piedra, tendrá una altura de 80 cm y un ancho B descrito anteriormente.

**(a) Cimiento con concreto ciclopeo:**

Este tipo de cimentación se realiza con concreto y piedra, el concreto se formará con cemento:arena:grava en proporción 1:2:3 en volumen.

Se debe tener especial cuidado en la realización de este concreto, el procedimiento debe ser: primero se mezcla el concreto y se coloca en el sitio, segundo, se humedecen las piedras y se introducen en el concreto, y por último se vibra.

El 40% del volumen del cimiento lo formará la

piedra rajón o media zonja, el 60% restante lo formará el concreto. Ver figura 48.

**(b) Cimiento con mampostería de piedra:**

La piedra deberá de estar limpia, sin grasa, tierra o lodo. La piedra deberá de tener una consistencia dura, deberá de ser pesada y evitar utilizar piedras muy ligeras, porque es indicio de tener poca resistencia a la compresión. No utilizar piedras en forma de lascas.

La dimensión de la piedra deberá de ser alrededor de 30 cm a 40 cm, se podrán utilizar piedras de menor tamaño para cubrir los espacios que queden entre ellas (no para rellenar huecos que queden después de colocadas las piedras grandes).

Un buen parámetro para conocer la dimensión de la piedra a utilizar es, que la piedra tenga que cargarse con las dos manos para poderla levantar. La piedra se pegará con mortero cemento:arena en proporción 1:3 en volumen. Las piedras no deberán de quedar alineadas unas con otras, para no formar planos de falla, ver figura 49.

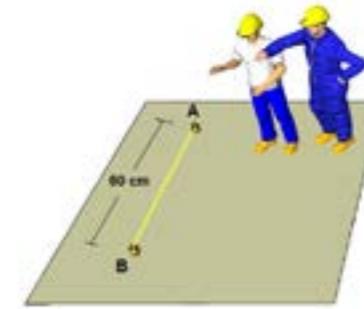
**Trazo de ejes**

La actividad de escuadrar ejes de muros, en el proceso de trazo y nivelación de la vivienda, es muy importante para que los muros queden en escuadrada si el terreno donde se construirá la vivienda es rectangular. El procedimiento consiste en:

1. Trazo o elección de línea de referencia: consiste en elegir una línea o eje que exista, en caso de no existir, se traza una línea de 60 cm de longitud

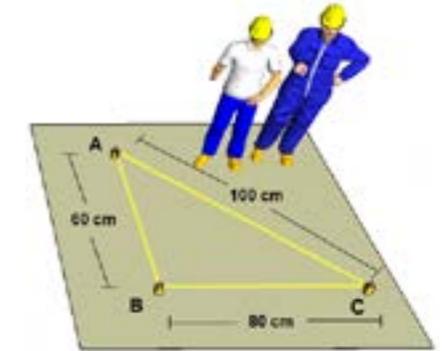
que sea parte de un eje desde el punto A hasta el punto B, ver figura 49.

3. Marcar la línea B-C escuadra: una vez que queden bien templados los lados de la cuerda, se traza el punto C en el suelo. La línea B-C quedará perpendicular a la línea A-B. La línea A-B será un eje de muro y la línea B-C será otro eje de muro, ver figura 51.



**Figura 49. Trazo línea de referencia**

2. Trazo de línea perpendicular: a una cuerda se le hacen dos marcas, una medirá 80 cm a partir del extremo, y será el punto C, enseguida se pone otra marca a una longitud de 100 cm, a partir de los 80 cm y va del punto C al A. Se fija la cuerda al punto B, enseguida se fija el otro extremo de la cuerda al punto A, se sujeta con la mano la cuerda en el punto C, se estira la cuerda hasta quedar bien templados ambos lados. Ver figura 50.

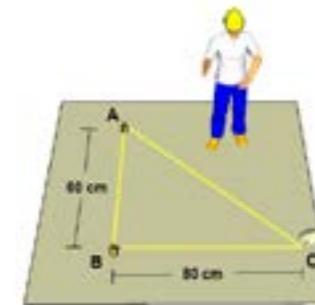


**Figura 51. Marcar la línea B-C escuadra**

**5.3 Proceso Constructivo de Cimentación**

Realizar un adecuado proceso para construir la cimentación de la casa, es muy importante, debido a que ella recibirá las cargas de la casa y las transmitirá al suelo. El proceso consta de varias etapas, que se describen a continuación.

1. Limpiar el terreno donde se construirá la casa, se quita la maleza, se retiran sus raíces, basura y escombros. Se nivela el terreno, ver figura 52.



**Figura 50. Trazo de línea perpendicular**

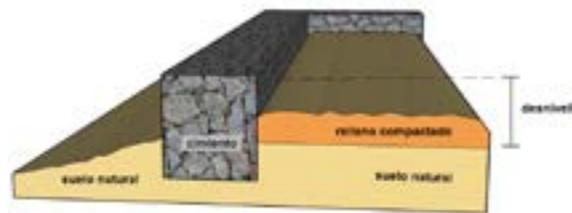


**Figura 52. Limpieza y nivelación del terreno**

En caso de que exista un desnivel de más de 50 cm, se necesita primero levantar primero el cimiento de la orilla, para después nivelar el terreno, compactando el material de relleno, ver figura 53.

Nunca desplantar el cimiento en suelo de relleno, se debe desplantar desde suelo natural.

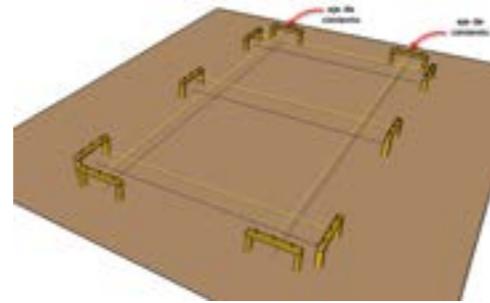
Para compactar el suelo se consideran capas de 15 cm de espesor de suelo humedecido, se apisona bien hasta que el suelo quede firme y duro, esto se repite hasta alcanzar el nivel superior de la cimentación.



**Figura 53. Nivelación del terreno cuando existe pendiente pronunciada**

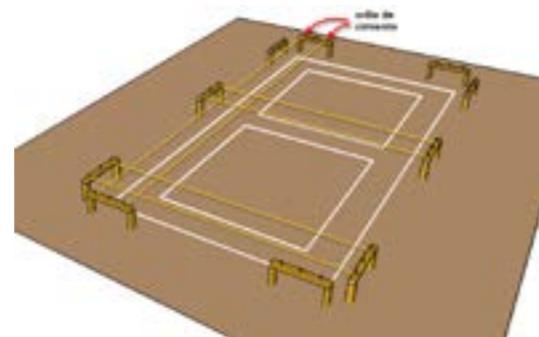
2. Se trazan los ejes utilizando el procedimiento anteriormente descrito y apoyados en los planos

arquitectónicos y estructurales. El trazado consiste en pasar de los planos al terreno, los ejes con las dimensiones indicadas en ellos. Para indicar los ejes en el terreno, se utiliza hilo de nylon amarrado en puentes de madera (guías), como se indica en la figura 54a.



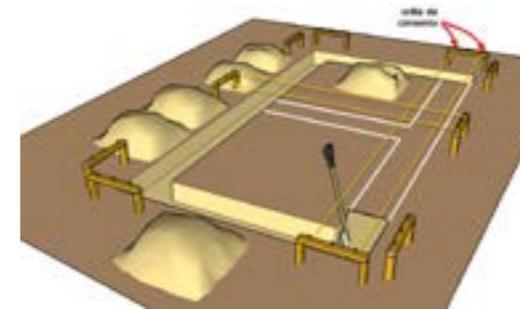
**Figura 54a. Puentes de madera para indicar los ejes en el terreno**

3. Una vez indicados los ejes de la cimentación, se colocan hilos de nylon (guías) para trazar en el terreno el ancho de la cimentación, ver figura 54b.



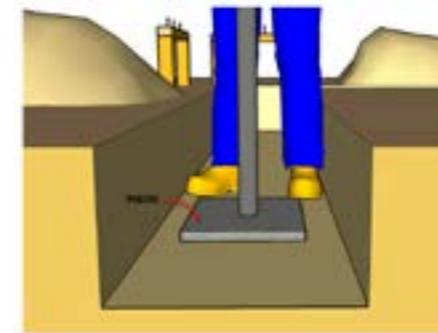
**Figura 54b. Trazo del ancho de la cimentación en el terreno**

4. Se inicia la excavación de las zanjas donde se alojará la cimentación de la casa, ver figura 54c. Se debe de cuidar de dejar destapadas las zanjas el menor tiempo posible. En caso de lluvia, se debe de evitar que el agua ingrese a las zanjas colocando plásticos. Estos dos aspectos es importante observarlos porque pueden alterar las propiedades del suelo.



**Figura 54c. Excavación de zanjas**

5. Cuando se ha alcanzado el nivel de desplante del cimiento, se humedece un poco el suelo que se encuentra en el fondo de la zanja y se apisona bien, para evitar que quede material suelto y se presenten asentamientos importantes indeseables, ver figura 55.

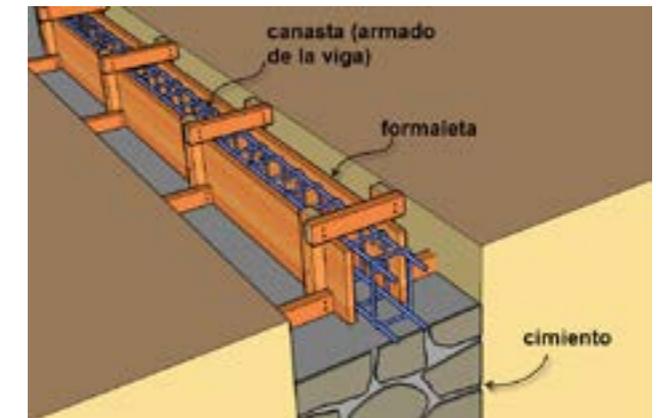


**Figura 55. Apisonar bien el fondo de las zanjas**

6. Se construyen los cimientos, ya sea con concreto ciclópeico o con mampostería de piedra.

7. Al terminar de construir los cimientos, se inicia el armado de las vigas de cimentación, que consiste en colocar las varillas (hierros) tanto longitudinales como transversales (estribos) en su lugar, ver figura 56a.

Hecho esto, se continúa con el cimbrado de las vigas, que consiste en colocar madera para hacer las veces de un molde, y poder vaciar en ellos el concreto fresco, a este proceso se le llama fundir, ver figura 56a.



**Figura 56a. Armado y cimbrado de las vigas de cimentación**

8. A continuación se humedece la formaleta y las partes del cimiento que estarán en contacto con el concreto fresco de las vigas (fondo de las mismas), ver figura 56b.

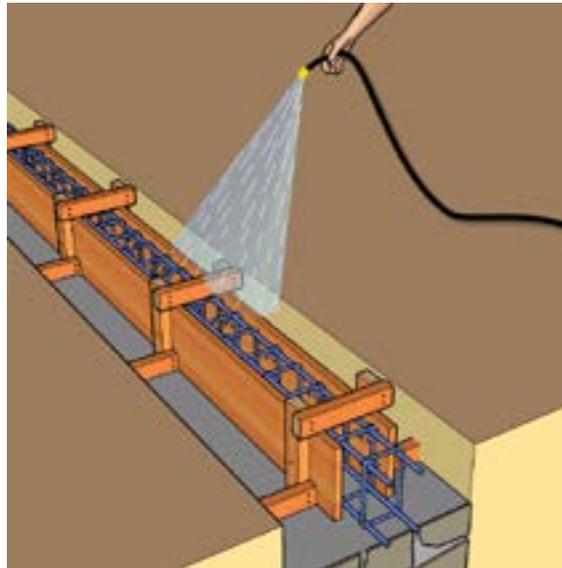


Figura 56b. Humedecer la formaleta y su fondo

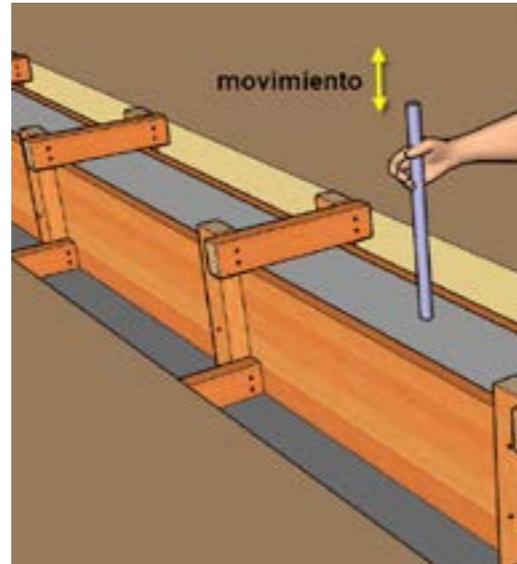


Figura 57a. Vibrado del concreto

9. El fundido de las vigas se realiza vaciando el concreto fresco en las formaletas, se debe de llevar un orden, se inicia en un extremo y se continúa hasta el otro extremo de la viga. Es indispensable vibrar el concreto fresco, para ello se puede utilizar una varilla de 1/2" de diámetro. El procedimiento consiste en picar con la varilla, en forma vertical, el concreto fresco, para liberar el aire atrapado, ver figura 57a. También se deben de dar ligeros golpes laterales con un martillo a la formaleta de madera, con el mismo fin de liberar el aire atrapado.

10. Una vez terminado de fundir la viga, con un palustre se hace el nivelado de la viga, cuidando que quede horizontal, ver figura 57b. Es importante quede nivelada las vigas, para evitar concentración de esfuerzos en las bases de los muros, una vez que éste reciba las cargas de la casa.



Figura. 57b. Nivelado de viga

## 6. MUROS

### 6.1 GENERALIDADES



En esta cartilla se consideran los muros estructurales confinados, ellos son elementos que resisten las fuerzas verticales y las fuerzas horizontales a las que son sometidas las viviendas. Las fuerzas verticales se deben a: el peso propio de los materiales de construcción, de los elementos estructurales como las losas, los muros, las vigas y a las cargas de las personas y muebles que habitan la vivienda. Las fuerzas horizontales se deben

a: los sismos a que es sometida la vivienda. Tanto las fuerzas verticales como horizontales, se transmiten por los muros a la cimentación, esto nos permite conocer que los muros son indispensables para la estabilidad de la vivienda, de aquí la importancia de cumplir con las especificaciones descritas en este capítulo.

La presente cartilla se limita al uso de muros de mampostería confinada. Los muros estructurales confinados estarán delimitados en su perímetro por vigas de cimentación, vigas de amarre, columnas de confinamiento y por cintas de amarre en cubiertas inclinadas para viviendas de un piso, ver figura 58.

Los muros de planta alta, en viviendas de dos pisos, estarán delimitados en su perímetro por vigas de amarre, columnas de confinamiento y por cintas de amarre para cubiertas inclinadas, ver figura 59.

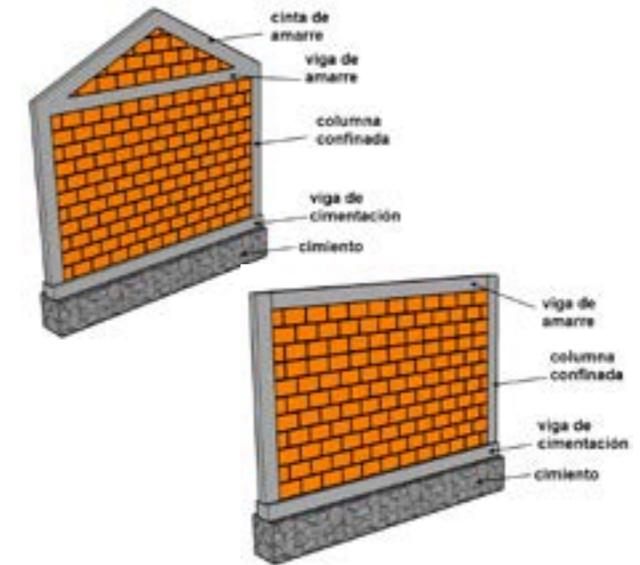


Figura 58. Muro confinado para un piso

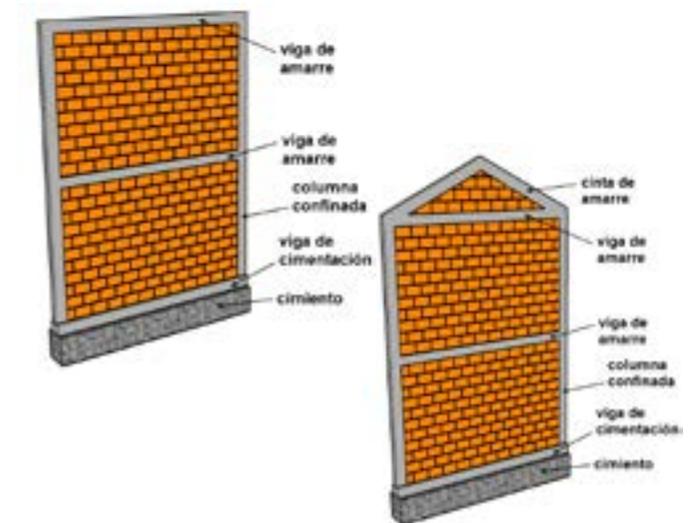


Figura 59. Muro confinado parados pisos

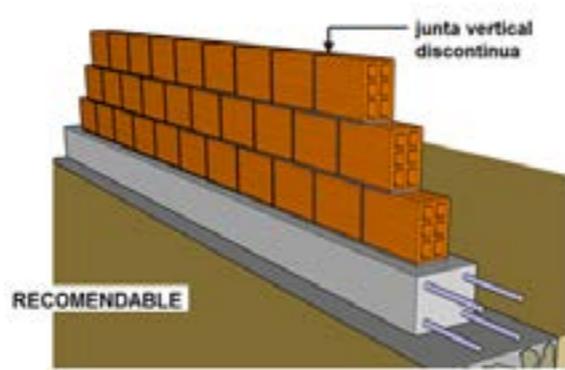


Figura 60. Bloques con acomodo trabado

Los bloques que forman el muro, se colocarán de forma trabada, ver figura 60, esto quiere decir que la junta vertical que los une, es discontinua de una hilada a otra. No se deberán de colocar en petaca, figura 61, esto quiere decir que existe una junta vertical continua.

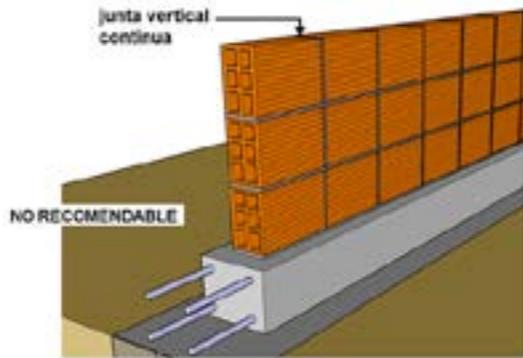


Figura 61. Bloques con acomodo no trabado o en petaca

La pega deberá de tener un espesor de 10mm aproximadamente, y no podrá ser menor de 7 mm ni mayor de 13 mm, ver Figura 62.

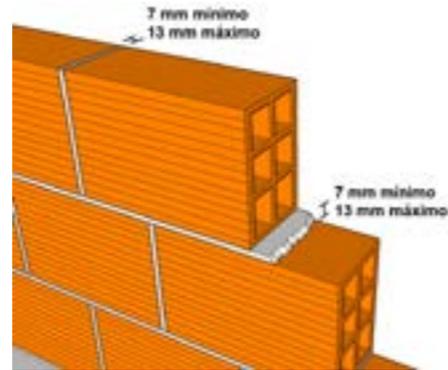


Figura 62. Espesor de la pega

### 6.2 CANTIDAD DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN DE LA CASA

En el capítulo 3 se trató el tema de configuración estructural y la importancia de una distribución balanceada de los muros sismo-resistentes, tanto en el lado corto como en el lado largo de la casa. Esto con el objetivo de que la fuerza sísmica, se distribuya de una manera más homogénea en los muros, y evitar que se presente torsión en la estructura de la casa.

El principio para lograr que la estructura de una casa no sea vulnerable a sismo, se basa en tener suficientes muros largos y paralelos en cada sentido de la casa, sin ventanas o aberturas, distribuidos de la manera más simétrica posible, ver figura 63.

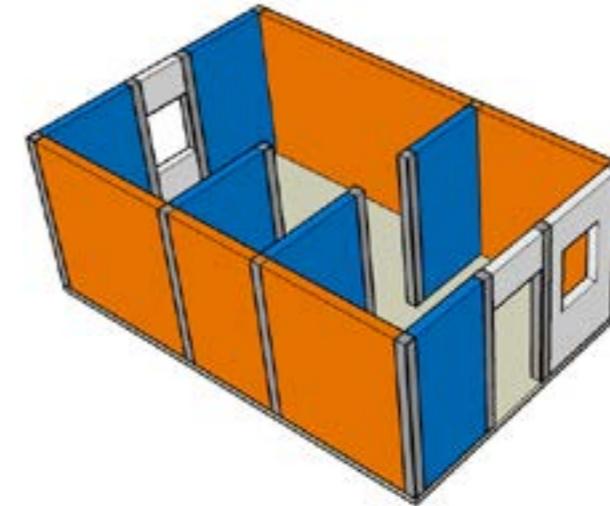


Figura 63. Muros distribuidos de manera homogénea en 2 sentidos

En la figura 63 se puede observar que los muros en color naranja, son largos, paralelos y sin aberturas, ambos podrían ser suficientes para resistir el sismo en el sentido largo de la casa. De la misma manera, los muros en color azul, también cumplen con ser medianamente largos, paralelos, sin aberturas y distribuidos de manera homogénea en la casa. Los muros en color blanco no se consideran para resistir sismo, debido a que no están confinados y poseen aberturas de ventanas y puerta.

### 6.3 ESPESOR DE MUROS

Los muros estructurales de mampostería, llamados muros confinados, que van a resistir las cargas gravitatorias y de sismo en una casa, deben de cumplir con un espesor mínimo de acuerdo con la norma NSR-10. Si utilizamos muros con un espesor pequeño, podrían fallar por esbeltez o no estar capacitados para soportar las cargas por sismo. En

la tabla 5 se muestran los espesores mínimos de muro que se deben utilizar, de acuerdo al nivel de amenaza sísmica donde esté ubicada la casa en el país, y si es de uno o dos pisos.

Nota: Para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados.

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un piso	Dos pisos	
		nivel 1	nivel 2
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Tabla 5. Espesores mínimos nominales para muros estructurales confinados, dimensiones en milímetros. Basados en la NSR 10.

Para el caso de Bogotá, la zona de amenaza sísmica es intermedia, para las casas de un piso se utilizará un espesor mínimo de muro de 10 cm. Para las casas de dos pisos, el espesor mínimo de los muros del nivel 1 será de 11 cm, y para los muros del nivel 2, se utilizará un espesor mínimo de 9.5 cm. Para estos espesores de muros no se deben de tomar en cuenta los pañetes y acabados.

También los muros estructurales deberán cumplir con un espesor mínimo en función de lo siguiente:

1. La altura libre: la distancia libre vertical entre diafragmas no puede exceder de 25 veces el espesor efectivo del muro. En el caso de cubiertas que constituyan diafragmas inclinados, la medida vertical se toma como la distancia libre entre el diafragma inferior de

entrepiso o de cimentación y la altura media del diafragma inclinado.

- La longitud libre horizontal: la distancia libre horizontal no puede exceder de 35 veces el espesor efectivo del muro. Se debe tomar como distancia libre horizontal la existente entre columnas de amarre o entre muros transversales trabados con el muro que se está considerando.

En ningún caso el muro tendrá un espesor menor al indicado en la Tabla 5.

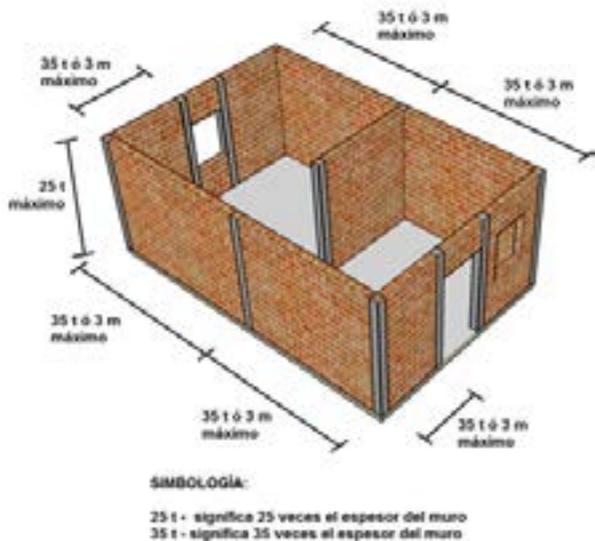


Figura 64. Espesores de muros y separación de vigas y columnas

#### 6.4 ABERTURAS EN LOS MUROS

Las aberturas en los muros debido a puertas, ventanas o cualquier otra razón que se dejen deben ser pequeñas, estar bien espaciadas y no podrán estar ubicadas en las esquinas.

El área de los vanos de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro, ver figura 66.

área total del muro -  $A_m$   
 área total de vanos -  $A_v$   
 área del vano 1 -  $A_{v1}$   
 área del vano 2 -  $A_{v2}$   
 $A_m = LhA_v = A_{v1} + A_{v2}$  (1)

debe cumplirse que:  $L/2 > v1 + v2$  y además:  $A_m > 35\%A_v$

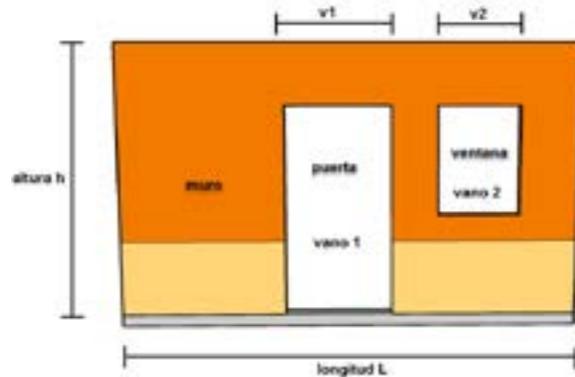


Figura 65 Porcentaje del muro destinado a vanos

Distancia mínima entre aberturas: entre las aberturas de un mismo muro debe existir una distancia suficiente. La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 500 mm. Y en ningún caso debe ser menor que la mitad de la dimensión mínima de la abertura, ver figura 66.

Se deberán de evitar colocar ventanas largas en la parte superior del muro, el colocarlas puede originar problemas de columna corta cuando ocurra un sismo, ver figura 67.

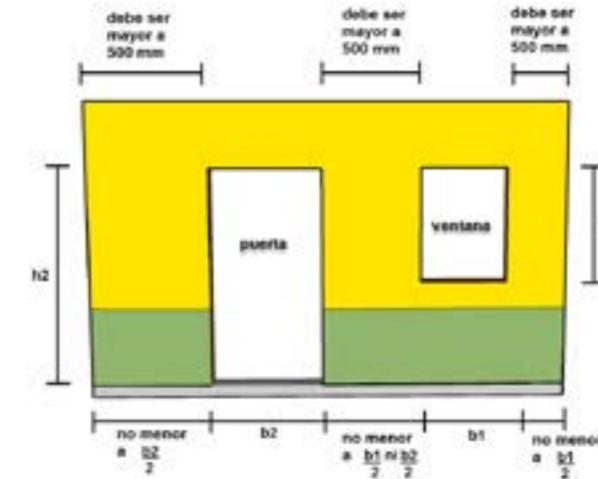


Figura 66. Distancias mínimas entre los vanos

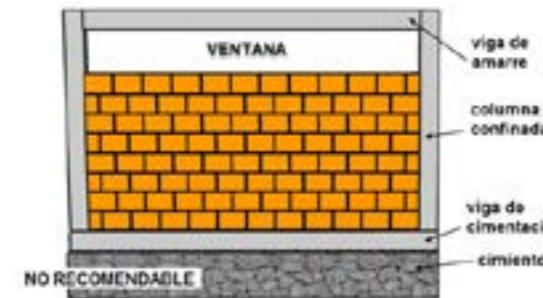


Figura 67. Evitar ventanas largas en la parte superior del muro.

#### 6.5 LONGITUD MÍNIMA DE MUROS EN CADA DIRECCIÓN PRINCIPAL

Para asegurar la estabilidad de la casa ante la acción de un sismo, debe de cumplirse con una longitud mínima de muros estructurales confinados en los dos sentidos principales de la casa, tanto en el sentido corto como en el sentido largo de ella.

Para calcular la longitud mínima de los muros estructurales confinados que se requieren, se utiliza la siguiente fórmula:

$$L_{min} = ((M_o * A_p)) / t$$

Siendo:  
 $L_{min}$  - longitud mínima de muros estructurales confinados en cada dirección principal, en metros.

$M_o$  - coeficiente que se lee en la tabla 6.  
 $t$  - espesor de los muros en milímetros (mm).

$A_p$  - área en metros cuadrados ( $m^2$ ) de acuerdo a lo siguiente:

- Igual al área de la cubierta en construcciones de un piso con cubierta en losa de concreto.
- Igual al área de cubierta para muros del segundo nivel en construcciones de dos pisos, cuando la cubierta es una losa de concreto.
- Igual al área de cubierta más el área de entrepiso para muros de primer nivel en construcciones de dos pisos con cubierta consistente en una losa de concreto.
- Cuando se emplee una cubierta liviana, los valores del área determinados para cubiertas de losa de concreto según (a), (b), o (c), pueden multiplicarse por 0.67.

Zona Sísmica	Aa	Mo
Alta	0.40	33
	0.35	30
	0.30	25
	0.25	21
Intermedia	0.20	17
	0.15	13
Baja	0.10	8
	0.05	4

Tabla 6. Coeficiente Mo, basado en la NSR 10.

La tabla 6 se basa en la Tabla E.3.6-1 de laNSR-10. Los valores de Aa dependen de la zona sísmica en donde se construye la casa.

El valor de Aa para Bogotá es 0.15, este valor se obtuvo de la Tabla A.2.3-2 de laNSR-10. Por lo tanto, observando la **Tabla 4**, el valor de Mo para Bogotá es 13.



## 7. ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO EN MAMPOSTERÍA CONFINADA

### 7.1 GENERALIDADES

Los elementos de confinamiento, vigas de amarre y columnas de confinamiento o columnetas, se construyen en concreto reforzado, cumplen una función muy importante en los muros, darles ductilidad, aunque no lo suficiente como para soportar grandes deformaciones del muro cuando es sometido a la acción de un sismo de gran magnitud. Las vigas y columnas de confinamiento le proporcionan ductilidad suficiente para deformarse el muro sin llegar al colapso, cuando se presentan sismos de baja y media magnitud, se podrán presentar fisuras en diagonal en los muros, a 45°, por la presencia de esfuerzos de tensión diagonal o cortante. Estas fisuras van de una esquina a otra formando una X.

Las conexiones entre vigas y columnas de confinamiento son determinantes para un buen comportamiento de ellos ante cargas verticales, y sobre todo, cargas de sismo.

### 7.2 VIGAS DE CONFINAMIENTO A NIVEL DE CIMENTACIÓN

Las vigas de confinamiento a nivel de cimentación, llamadas vigas de cimentación, cumplen la función de tomar los esfuerzos de flexión debido a algún asentamiento que ocurra en el suelo, otra función es confinar el muro y darle ductilidad.

Se construyen en concreto reforzado, con cemento:arena:grava en dosificación 1:2:3 en volumen. Lleva un armado como se muestra en la figura 69. Se colocan encima del cimiento, su

sección transversal deberá de tener un ancho mayor al del muro que van a recibir, ancho de 25 cm para casa de dos pisos y de 20 cm para casa de un piso, la altura de la viga será de 30 cm para casa de dos pisos y de 20 cm para casa de un piso, ver **figuras 70 y 71 respectivamente**.

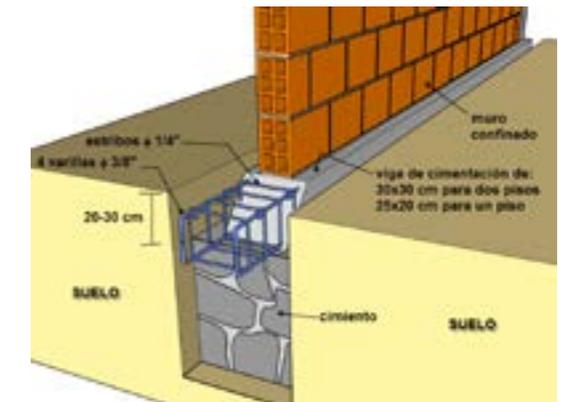


Figura 68. Viga de cimentación de concreto reforzado

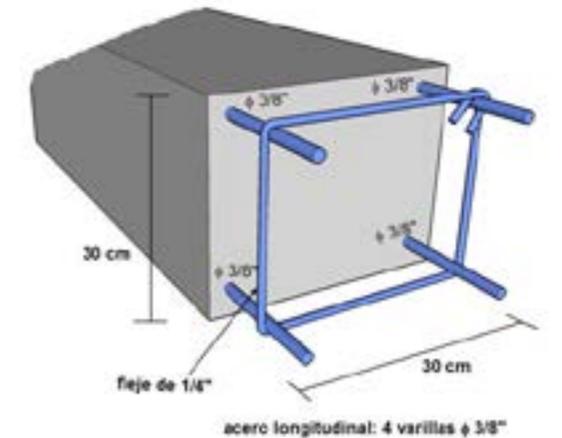


Figura 69. Viga de cimentación para casa de 2 pisos

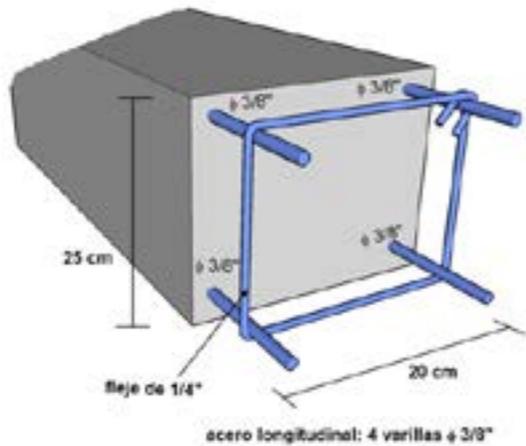


Figura 70. Viga de cimentación para casa de 1 piso

### 7.3 COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

Es un elemento estructural vertical de concreto reforzado. Las columnas de confinamiento deben anclarse a la viga de cimentación, y en su parte superior a una viga de amarre en casas de 1 piso. En casas de 2 pisos, en el segundo piso se anclarán a la viga de amarre en su parte inferior, aunque el armado provendrá del piso 1, y continuará hacia el piso 2, en su parte superior la columna se anclará a la viga de amarre de la cubierta.

Cuando una columna cubra dos niveles, se puede realizar un empalme por traslapeo en cada nivel. Las columnas de confinamiento se deben fundir una vez terminado de construir los muros y directamente contra ellos.

La columna deberá tener un ancho igual al del muro que confina, y una sección transversal mínima de 200 cm<sup>2</sup>. Por ejemplo, si el muro tiene un espesor de 10 cm, entonces la columna tendrá una sección

de 10x20 cm, donde b=10 cm y h=20 cm. Si el muro tienen un espesor de 12.5 cm, entonces la columna tendrá una sección de 12.5x16 cm, donde b=12.5 cm y h=16 cm.

Las columnas de confinamiento o de amarre deben de colocarse en:

- Los extremos de los muros estructurales
- En el cruce con otros muros estructurales.
- En lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro.
- A 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento.
- A una separación no mayor de 3 m.

Para una mayor comprensión de dónde se deberán de colocar columnas de confinamiento, se puede ver la figura 64.

Las columnas de confinamiento deberán de cumplir con el siguiente armado mínimo:

- Armado longitudinal: se deberán de colocar un mínimo de 4 barras corrugadas de 3/8" de diámetro, con una resistencia a la tensión  $f_y$  de 4 200 kg/cm<sup>2</sup>, ver figura 71a.
- Armado transversal: se deben de colocar estribos cerrados con un diámetro no menor a 1/4" y una resistencia a la tensión  $f_y$  de 2 400 kg/cm<sup>2</sup>. Se colocarán 6 estribos con un espacio entre ellos de 10 cm en las zonas adyacentes a los cruces con las vigas de amarre, ver figura 71b.

Las columnas de confinamiento deberán de cumplir con el armado de refuerzo que se indica en las figuras 71a, 71b y la tabla 7.

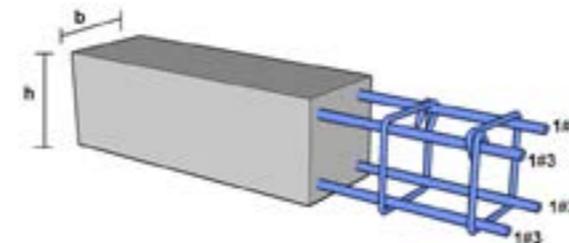


Figura 71a. Armado y dimensiones de la columna de confinamiento

Tabla 7. Dimensiones y armado de las columnas de amarre o confinamiento

DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS COLUMNAS DE AMARRE			
ANCHO DEL MURO (cm)	ANCHO b DE LA COLUMNA (cm)	LARGO h DE LA COLUMNA (cm)	ARMADO LONGITUDINAL
10	10	20	4 varillas de 3/8"
12.5	12.5	16	4 varillas de 3/8"

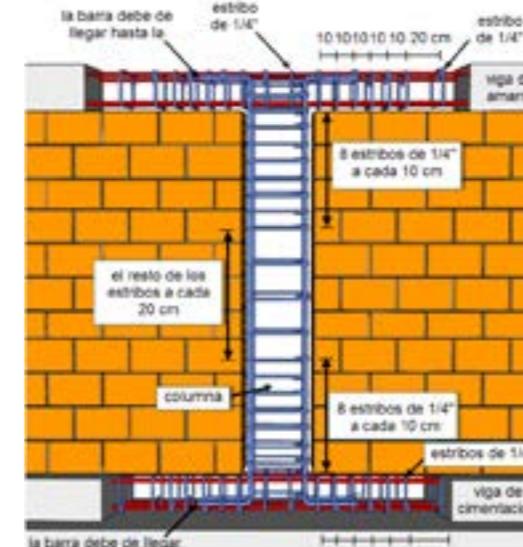


Figura 71b. Armados y dimensiones de columnas y vigas de confinamiento

### 7.4 VIGAS DE CONFINAMIENTO A NIVEL DE CUBIERTA Y ENTREPISO

Las vigas de confinamiento son elementos estructurales de concreto reforzado. El armado longitudinal de ellas deberá de anclarse con ganchos de 90° a las columnas de confinamiento. Ellas se colocan a una separación máxima de acuerdo a la figura 64.

Las vigas de confinamiento tendrán una altura de 16 cm para muros con espesor de 12.5 cm (bloque No. 5), para muros con espesor de 10 cm (bloque No. 4) las vigas tendrán una altura de 20 cm.

Las vigas de confinamiento o de amarre deben de colocarse en:

- A nivel de cimentación: constituye el primer nivel de amarre horizontal del sistema estructural.
- En casas de dos niveles y a nivel del sistema de entrepiso: las vigas de amarre pueden ir embebidas en la losa de entrepiso. En caso de utilizarse una losa maciza de espesor superior o igual a 7.5 cm, el refuerzo de las vigas de amarre

se colocará dentro de la losa.

- A nivel del enrase de cubierta: se tienen dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre.
- Una opción es colocar vigas horizontales a nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.
- La otra opción es colocar vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas combinándolas con vigas de amarre inclinadas, configurando así los remates de las culatas.

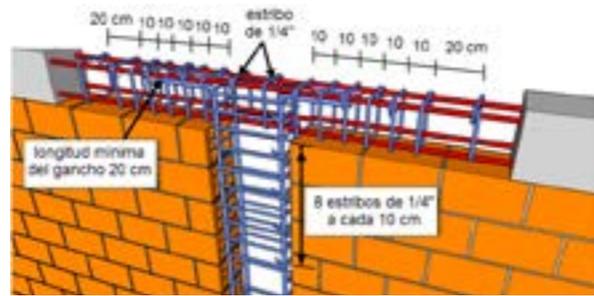


Figura 72a. Armados y dimensiones de vigas de confinamiento

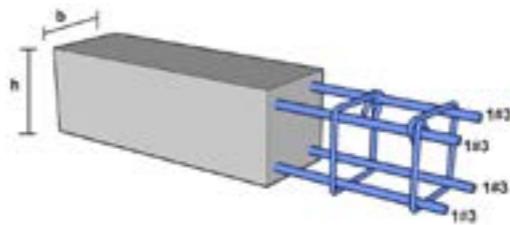


Figura 72b. Armados y dimensiones de vigas de confinamiento

DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS VIGAS DE AMARRE			
ANCHO DEL MURO (cm)	ANCHO b DE LA VIGA (cm)	ALTURA h DE LA VIGA (cm)	ARMADO LONGITUDINAL
10	10	20	4 varillas de 3/8"
12.5	12.5	16	4 varillas de 3/8"

Tabla 8. Dimensiones y armado de las vigas de amarre

En las columnas de confinamiento y las vigas de amarre, la posición del gancho de los estribos, deberá de colocarse de manera alternada, como se muestra en la figura 73a, por ningún motivo se colocarán en una posición continua, ver figura 73b.

Las vigas de confinamiento o amarre deberán de cumplir con el siguiente armado mínimo:

- Armado longitudinal: se deberán de colocar un mínimo de 4 barras corrugadas de 3/8" de diámetro, con una resistencia a la tensión  $f_y$  de 4 200 kg/cm<sup>2</sup>, ver figuras 72a y 72b.
- Armado transversal: se deben de colocar estribos cerrados con un diámetro no menor a 1/4" y una resistencia a la tensión  $f_y$  de 2 400 kg/cm<sup>2</sup>. Se colocarán 5 estribos con un espaciamiento de 10 cm en las zonas adyacentes a los cruces con las columnas de amarre, ver figuras 72b y 72a.

Las vigas de confinamiento deberán de cumplir las dimensiones y el armado de refuerzo que se indica en las figuras 72a, 72b y la tabla 8.

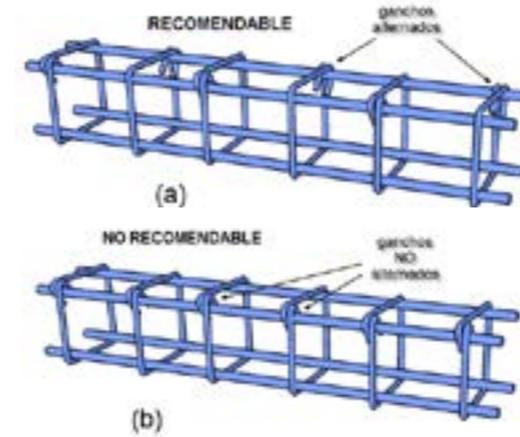


Figura 73. Posición de los ganchos en los estribos

En el presente manual, la viga de confinamiento no está diseñada para funcionar como viga para cargar la losa donde existen huecos en el muro, como una ventana o para funcionar como dintel. Si hubiera algún caso así, se tendrían que diseñar las vigas para esas condiciones.

La separación de los estribos o flejes en vigas y columnas será de 20 cm, fuera de los cruces de vigas con columnas, como se muestra en la figura 75. En los cruces la separación de los estribos será de 10 cm, como se muestra en las figuras 71 y 72.

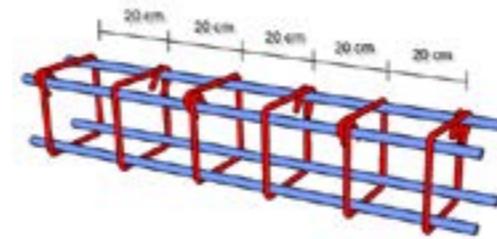


Figura 74. Separación de los estribos en vigas y columnas

## 7.5 CINTAS DE AMARRE

Son elementos estructurales de concreto reforzado que se colocan en el remate de culatas, ver figura 75, en remate de parapetos o de antepechos de ventanas, ver figura 76.

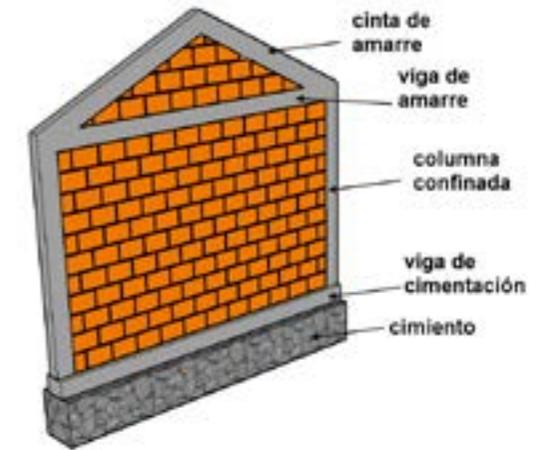


Figura 75. Ubicación de cintas de amarre en culatas

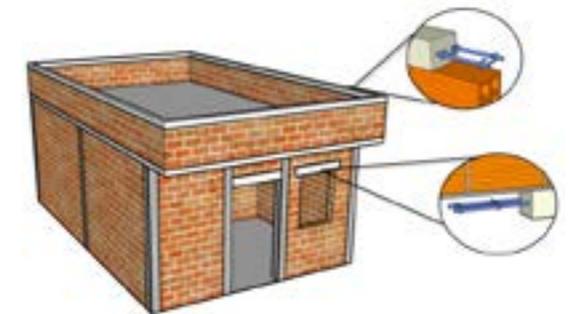


Figura 76. Ubicación de cintas de amarre en parapetos y antepechos

En el caso de colocar cintas de amarre en ventos o puertas, se deberá de colocar una viga a nivel de la losa de entepiso o cubierta, para que sirva de apoyo, no es suficiente con la cinta de amarre.

El armado de las cintas de amarre estará formado por dos barras corrugadas longitudinales de 3/8" de diámetro, y ganchos en "C" a cada 15 cm con alambrión liso de 3/16" o de 1/4" de diámetro, ver figura 77.

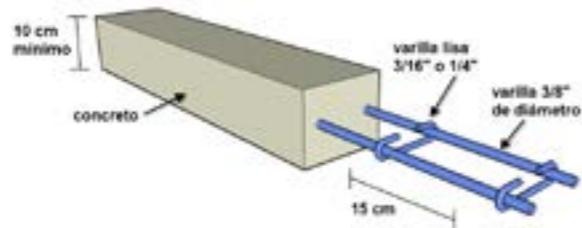


Figura 77. Armado de las cintas de amarre

Las cintas de amarre que se coloquen en los remates de las culatas de los muros, se deberán de anclar en uno de sus extremos a una columna, por medio de ganchos a 90°, ver figura 78.



Figura 78. Anclaje de cintas de amarre a columnas

## 8. PLACAS DE ENTREPISO

Las losas o placas de entepiso son elementos estructurales de concreto reforzado, que se apoyan en los muros o en vigas de concreto reforzado. El armado (varillas, hierros) de las losas cumple la función de resistir los esfuerzos de tensión que se presentan en ellas. Las losas deben ser lo suficientemente rígidas para garantizar que todos los muros se muevan uniformemente en caso de sismo y las cubiertas deben ser estables ante las cargas laterales, razón por la cual es necesario anclarlas a los muros o vigas de soporte.

En la presente cartilla se consideran losas simplemente apoyadas, ver figura 79, esto quiere decir que no contempla losas con voladizos, en caso de que se necesiten, se deberán de diseñar aparte.

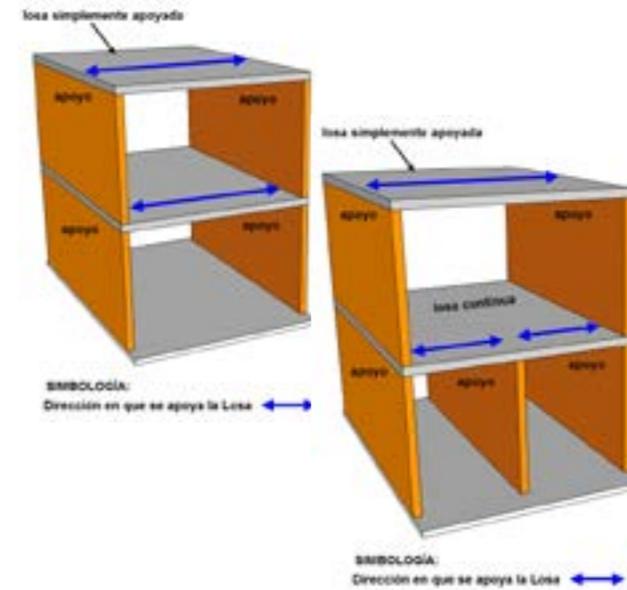


Figura 79. Tipos de Apoyos de losas

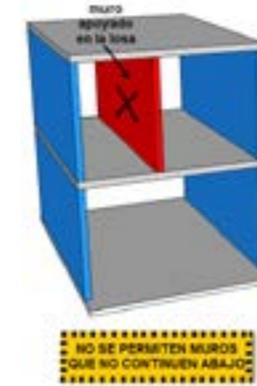


Figura 80. Muros no permitidos en esta cartilla

Tampoco se considera en esta cartilla que las losas reciban la carga de muros entre sus apoyos, ningún tipo de muro pueden cargar las losas especificadas en esta cartilla, ni divisorios ni de carga, ver figura 80.

En caso de hacerlo, se colapsará la losa, y sería responsabilidad de la persona que tomó la decisión de construir el muro.

### 8.1 PLACAS MACIZAS

Las losas o placas macizas son elementos estructurales que constan de una sección de concreto reforzado con varillas de acero (hierros) colocadas en dos direcciones perpendiculares, ver figura 81.

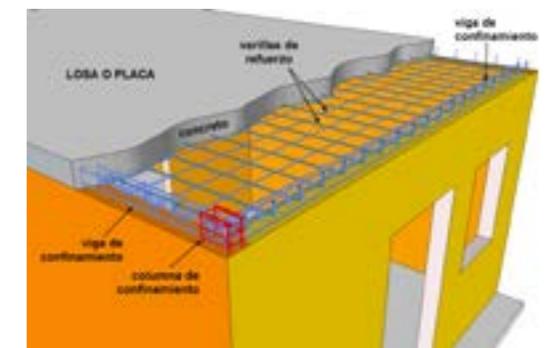
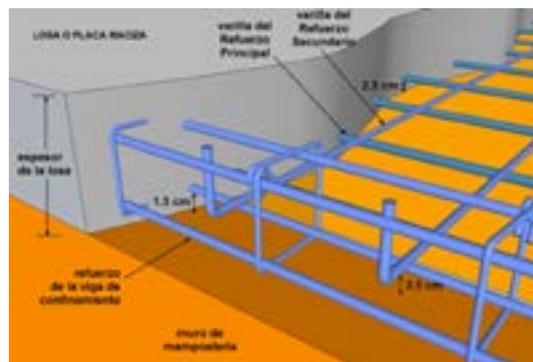


Figura 81. Losa Maciza de concreto reforzado en una dirección

Las varillas de refuerzo de la losa se colocarán adentro de la canasta de la viga de confinamiento,

como se indica en la figura 83, y deberán de terminar con un gancho a escuadra o de 90°. La canasta de la viga quedará 1.5 cm por encima del muro, de forma que quede un recubrimiento de concreto a los flejes de la viga.

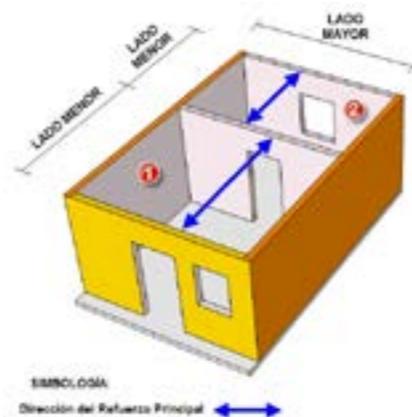
Las varillas del Refuerzo Principal de la losa quedarán con un recubrimiento inferior de concreto de 2.5 cm, como se muestra en la figura 83. Las varillas del Refuerzo Secundario se colocarán por encima de las varillas del Refuerzo Principal.



**Figura 82. Losa Maciza de concreto reforzado en una dirección**

Dependiendo de cómo esté apoyada, una losa maciza deberá tener mayor cantidad de refuerzo en un dirección que en la otra.

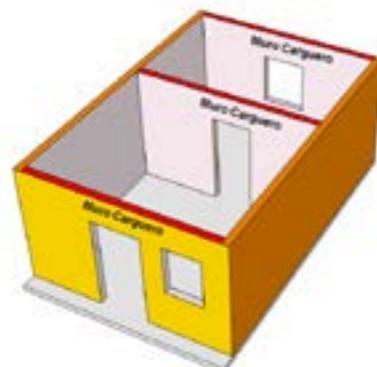
La dirección en que se apoya normalmente es en el sentido más corto, y tendrá más cantidad de acero en esa dirección, a esa dirección le llamaremos Dirección del Refuerzo Principal, ver figura 83.



**Figura 83. Dirección del Refuerzo Principal**

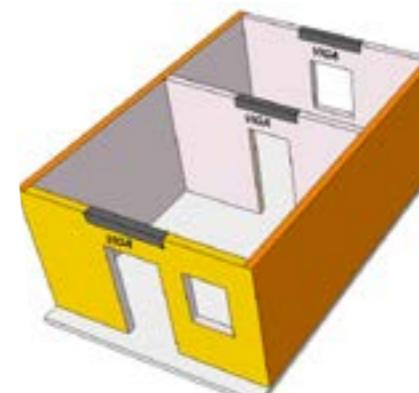
En la figura 83 se puede observar, que la dimensión menor de la habitación 1 será la Dirección del Refuerzo Principal, lo mismo para la habitación 2, esto quiere decir que tendrán mayor cantidad de refuerzo (varillas o hierros) en la dimensión menor, que es el sentido de las flechas de color azul.

La losa se apoyará en los muros indicados con franja en color rojo (muros cargueros), ver figura 84.



**Figura 84. Muros donde se apoyará la losa (Muros Cargueros o de Carga)**

Es importante mencionar que en los vanos de puertas y ventanas se deberán de colocar vigas a nivel de la losa o placa de concreto, como se indica en la figura 85. Esto se debe a que en esas zonas no existe muro que cargue la losa de concreto, y por tanto, se tendrá que poner un refuerzo que sustituya el muro.

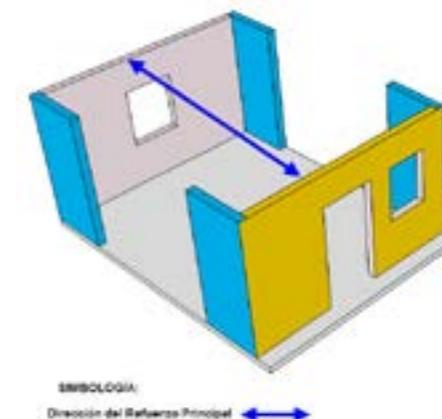


**Figura 85. Vanos donde se colocarán vigas por falta de muros**

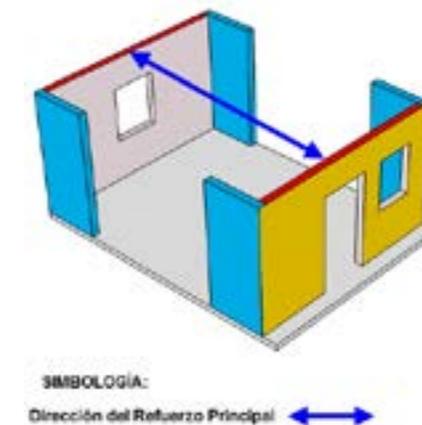
Si la losa dispone de muros de apoyo en los cuatro lados, y si es cuadrada, cualquiera de los dos sentidos es igual.

Si la losa dispone de muros para apoyarse en solo dos de sus lados (deben ser opuestos los lados), la Dirección del Refuerzo Principal será en la dirección perpendicular a la dirección de los apoyos, ver figura 86. Aún, si ésta distancia es mayor que en el otro sentido.

Cabe mencionar que los muros donde se apoye la losa deberán de tener otros muros perpendiculares a ellos, esto como requisito para su estabilidad, ejemplo de ello son los muros en color azul de la figura 86.



**Figura 86. Dirección del Refuerzo Principal cuando existen solo 2 muros**



**Figura 87. Muros donde se apoya la losa o placa**

En la figura 87 se pueden observar los muros donde se apoyaría la losa, están indicados con una franja en color rojo. En los vanos de puertas y ventanas se colocarán vigas a nivel de la losa, como se explicó anteriormente en la figura 85.

El refuerzo de acero que se debe colocar a la placa se selecciona de acuerdo con la tabla siguiente.

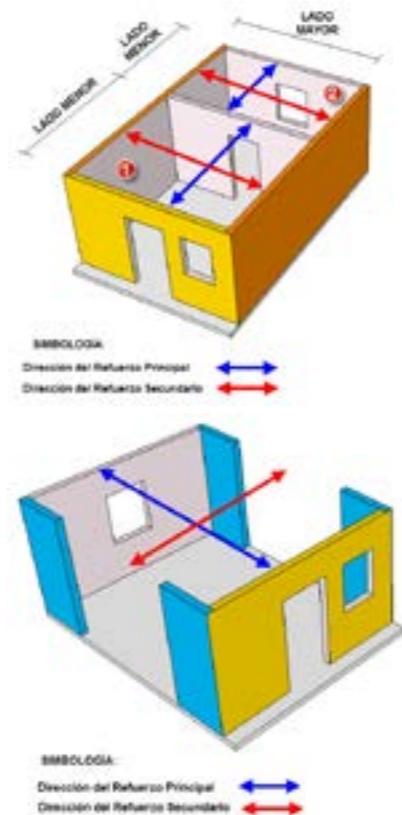
Luz de diseño [m]	Espesor de la losa [cm]	ACERO DE REFUERZO	
		Refuerzo Principal	Refuerzo Secundario
1 - 2	8	1 varilla de 3/8" cada 30 cm	1 varilla de 3/8" cada 20 cm
2.1 - 2.5	10	1 varilla de 1/2" cada 30 cm	1 varilla de 3/8" cada 15 cm
2.6 - 3	12	1 varilla de 1/2" cada 25 cm	1 varilla de 1/2" cada 25 cm
3.1 - 3.5	15	1 varilla de 1/2" cada 25 cm	1 varilla de 3/8" cada 20 cm
3.6 - 4	18	1 varilla de 1/2" cada 20 cm	3 varilla de 3/8" cada 15 cm abajo 1 varilla de 3/8" cada 15 cm arriba en cada sentido

**Tabla 9. Selección del refuerzo mínimo y espesor de la losa a utilizar en función de la luz (longitud, claro) de las losas macizas. Basados en la NSR 10.**

El refuerzo indicado en la tabla 9, se puede utilizar únicamente para condiciones y cargas típicas de viviendas. **NO SE PODRÁN COLOCAR MUROS DE CARGA O DIVISORIOS SOBRE ESTAS LOSAS, DE MANERA QUE LAS LOSAS LOS CARGUEN** como se indicó en la figura 80.

Luces mayores a las indicadas en la tabla 9 no son recomendables para este tipo de losas, debido a que resultan costosas, es mejor construir la placa aligerada.

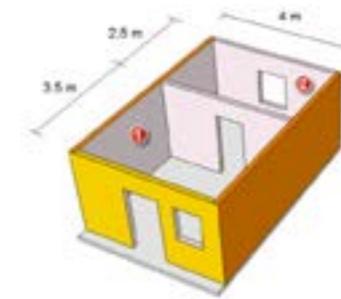
El refuerzo secundario se coloca en dirección perpendicular al refuerzo principal, como se aprecia en la figura 88, en ella se muestra con flechas en color rojo la dirección del refuerzo secundario. El refuerzo secundario se coloca para evitar que el concreto se fisure debido a los efectos de cambios de temperatura durante su vida útil, y también cuando está fraguando el concreto después de fundirse.



**Figura 88. Dirección del Refuerzo Secundario en las Losas Macizas**

**EJEMPLO**

Se tiene una casa con dos habitaciones y las dimensiones mostradas en la figura 89. Se desea conocer cuál es el espesor de la losa y sus armados para la habitación 1 y la habitación 2.

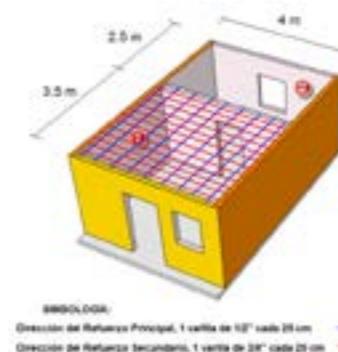


**Figura 89. Dimensiones de la casa habitación**

**Diseño Habitación 1:**

Como se puede observar en la figura 89, la dimensión menor es 3.5 m, utilizando la tabla 9, vemos que para una luz de 3.5 m se necesita construir una losa de 15 cm de espesor, por lo tanto, se coloca en la dirección del refuerzo principal 1 varilla de 1/2" cada 25 cm, y en la dirección del refuerzo secundario se coloca 1 varilla de 3/8" cada 20 cm.

En la figura 90 se muestra la ubicación de los armados de las varillas, tanto el refuerzo principal (en color azul), como el refuerzo secundario (en color rojo).



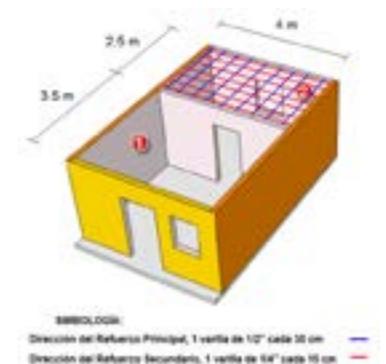
**Figura 90. Dirección del Refuerzo Principal y Refuerzo Secundario**

**Diseño Habitación 2:**

En la figura 89 se puede observar que la dimensión menor es 2.5 m, utilizando la tabla 9, vemos que para una luz de 2.5 m se necesita construir una losa de 10 cm de espesor, colocar en la dirección del refuerzo principal 1 varilla de 1/2" cada 30 cm, y en la dirección del refuerzo secundario colocar 1 varilla de 1/4" cada 15 cm.

En la figura 91 se muestra la ubicación de los armados de las varillas, tanto el refuerzo principal (en color azul), como el refuerzo secundario (en color rojo).

El espesor de la losa o placa en toda la casa será de 15 cm, tanto en la habitación 1 como en la 2, siempre se recomienda utilizar un mismo espesor en toda la losa, y el espesor que va a regir, es el de mayor dimensión, que en este caso es de 15 cm, correspondiente a la habitación 1.



**Figura 91. Dirección del Refuerzo Principal y Refuerzo Secundario**

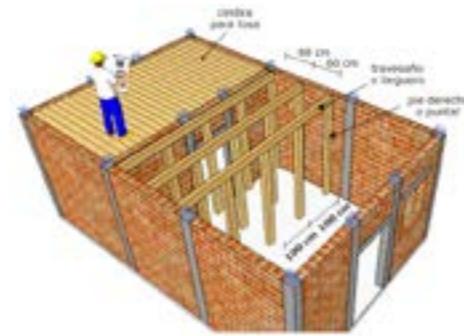
## 8.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS PLACAS MACIZAS

1. Preparación: Se adquieren los materiales de construcción, se renta de ser posible una mezcladora, para el fundido de la losa.



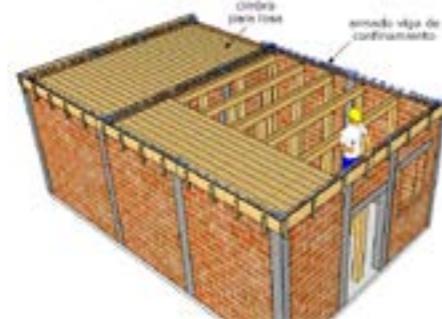
**Figura 92. Materiales para el fundido de las losas de concreto**

2. Estudiar los planos estructurales, poner mucha atención a las dimensiones y armados de losas y vigas, prever los armados (pelos) que se dejarán expuestos para conectar otros elementos estructurales como la escalera.
3. Apuntalado: Se colocan los largueros paralelos a los muros, apoyados sobre puntales cada 60 cm. Se procede a nivelar los largueros y cuñar los puntales. Los puntales se deben arriostrar (sostener con diagonales) para evitar su caída por desplazamiento lateral, ver figura 93.



**Figura 93. Largueros, puntales y formaleta de la losa**

4. Formaleta: Se colocan las tablas apoyadas entre los largueros formando una superficie lo más ajustada que se pueda para que no se escape el concreto por entre los espacios. La formaleta debe quedar nivelada, ver figura 93.
5. Se coloca el refuerzo de las vigas de amarre o confinamiento, enseguida, se coloca la formaleta de las vigas. Esta formaleta se apoya en el muro en la parte exterior, ver figura 94.



**Figura 94. Largueros, puntales y formaleta de la losa y las vigas**

6. Armar el refuerzo: Se debe colocar el refuerzo

calculado sobre la formaleta, apoyado de tal forma que al vaciar el concreto, el refuerzo quede totalmente rodeado por éste. El recubrimiento mínimo de concreto debajo del acero debe ser de 2 cm.



**Figura 95. Largueros, puntales y formaleta de la losa y las vigas**

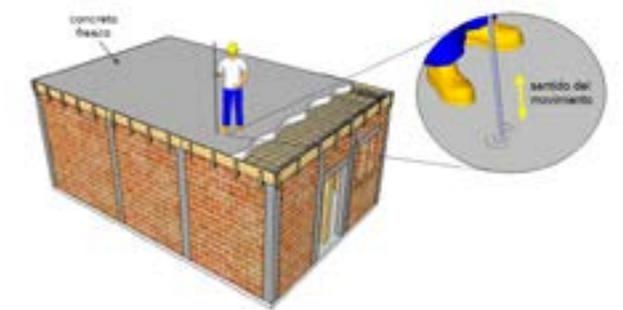
7. Vaciado del concreto: Se debe hacer con cuidado para evitar que la formaleta se pueda caer. Recuerde los cuidados y el procedimiento para hacer y vaciar el concreto.



**Figura 96. Largueros, puntales y formaleta de la losa y las vigas**

8. Vibrado: consiste en picar el concreto fresco con una varilla de 1/2" de diámetro, en forma vertical,

ver figura 97. Esto se hace con el fin de liberar el aire atrapado en el concreto. Se pica en áreas aprox. de 30x30 cm, y se va avanzando de un área a otra. Lo ideal es utilizar un vibrador para concreto.



**Figura 97. Vibrado del concreto**



**Figura 98. Nivelado del concreto**

9. Nivelación del concreto: se nivela el concreto con reglas metálicas o de madera, para que sea más fácil colocar el piso. En caso de losas para azotea, se le darán pendientes mínimas del 2% a la superficie de concreto, esto es, por cada 100 centímetros medido horizontalmente se suben 2 centímetros.



**Figura 99. Curado del concreto con agua**

10. Curado del concreto: es el proceso que consiste en mantener húmeda la losa o placa, con el fin de que alcance su resistencia máxima el concreto. Si no se cura, el concreto disminuirá su resistencia, y es muy probable de que aparezcan fisuras o grietas en la losa. Una manera de mantener húmeda la losa, es regando con agua, lo suficiente para que permanezca húmeda durante 7 días como mínimo, ver figura 99.

## 9. GLOSARIO

A continuación, se presentan unas palabras que pueden ser útiles a la hora de leer la cartilla. Cada una de estas contará con una definición, una palabra técnica (T) y otra coloquial (C).

- Acero (T), Hierro (C): Material de construcción usado para reforzar diferentes elementos, ya sean columnas, vigas y placas, puede ser refuerzo en concreto o en mampostería.
- Acero Corrugado (T), Hierro Corrugado (C): Barras de acero que presentan resaltes o corrugas que mejoran la adherencia con el hormigón, que poseen una gran ductilidad, la cual permite que las barras se puedan cortar y doblar con mayor facilidad.
- Acero Figurado (T), Hierro Figurado (C): Corte y doblado de barras de acero estructural sísmo resistente en las formas, dimensiones y diámetros que se requieran.
- Acero Transversal (T), Estribos o Flejes (C): Elementos de acero que resisten los esfuerzos cortantes que alcanzan mayores valores por lo general hacia los extremos de los elementos estructurales.
- Adecuación: Es la autorización para cambiar el uso de una edificación o únicamente parte de ella, ya sea comercial o residencial.
- Amianto (T), Asbesto (C): aquellos minerales fibrosos que se encuentran naturalmente en las rocas o en los suelos de ciertas áreas y que son liberados al aire debido a actividades periódicas realizadas por el hombre o a procesos de deterioro causados por la intemperie.
- Ampliación: Es la autorización para incrementar el área construida de una edificación existente (éstas deben tener licencia de construcción)
- Antepechos: Parte maciza inferior del hueco que define una ventana, el cual se levanta desde el piso y exteriormente muestra la parte frontal inferior de una ventana.
- Apique: Es una perforación que se realiza en el

terreno, que sirve para conocer el perfil del suelo.

- Apisonar: Apretar y allanar la tierra por medio de rodillos pesados o mediante una apisonadora.
- Apuntalada: Alguna cosa sujeta con puntales, especialmente un edificio, para reforzarla o para que no se derrumbe.
- Agregado fino (T), Arena (C): es un material que hace parte del concreto, es inerte, esto quiere decir que no interviene en las reacciones químicas entre cemento y agua; este debe ser durable, fuerte, limpio, duro y libre de materias impuras como polvo o materias orgánicas.
- Arriostramiento: Acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma.
- Bajantes: Conducto vertical que se utiliza como desagüe de las aguas pluviales o residuales de un edificio.
- Bichiroque: Herramienta o elemento de trabajo que se utiliza en el armado de la estructura metálica para facilitar el amarrado de las barras de aceros. No posee especificaciones concretas debido a que es un dispositivo creado en el área de trabajo y de la experiencia de los trabajadores.
- Bloques (T), Ladrillos Perforados (C): Elemento parecido al ladrillo, el cual está hecho en concreto o arcilla, el cual tiene una serie de perforaciones, es de gran ligereza y mayor agarre.
- Casetón (T), Cajón (C): Es una pieza cortada, para aligerar las losas, no tiene función estructural. Generalmente con forma de prisma rectangular. Dependiendo del tamaño puede estar constituido por piezas pegadas entre sí.
- Cemento: Material que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua y se usa como aglomerante en morteros y hormigones.
- Cerramiento: Se requiere para encerrar un predio de propiedad privada. El ente encargado de otorgar la licencia es la Curaduría Urbana. Para esto, exige una

- sería de documentos y requisitos según la modalidad que se expida.
- Cimentación: Organización de la estructura en el suelo para que se transmita el peso de la vivienda al terreno en forma segura.
- Cimentación profunda: Este tipo de cimentación se encarga de soportar las cargas por la fricción vertical que hay entre la cimentación y el terreno, distribuye el esfuerzo para soportar la carga.
- Cimentación superficial: Son aquellas que se apoyan en las capas superficiales del suelo gracias a que este es resistente y adecuado para construir.
- Cintas de Amarre (T), Cintas de Culata (C): son las que rematan las pendientes de los muros o las culatas. También se utilizan para rematar los muros parapetos o de balcón y tienen un grueso igual al del muro.
- Columnas de confinamiento: Como su nombre lo dice, son columnas que se utilizan para darle confinamiento a los muros de mampostería.
- Concreto ciclópeo: Es un concreto con un alto contenido de piedra, aproximadamente un 30% de su volumen total.
- Confinar: Encerrar una cosa material o inmaterial dentro de unos límites, especialmente estrechos.
- Contravientos: Elemento que se emplea como arriostramiento para rigidizar una estructura contra la fuerza del viento.
- Curado: Es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla.
- Demolición: Es la autorización para derribar total o parcialmente una o varias edificaciones existentes, en uno o varios predios.
- Desboronar: Deshacer y arruinar las aglomeraciones de sustancias más o menos en cohesión:
- Descimbrar (T), Desencofrar (C): Retirar el encofrado cuando el hormigón ya ha endurecido y fraguado.
- Ejes: Recta que divide por la mitad un cuerpo o una superficie.
- Embebidas: Sumergida, metida adentro.
- Empotrar: Fijar una pieza en un elemento estructural, metiéndola totalmente o parcialmente en un entrante o hueco de éste, para evitar el giro, traslación y deslizamiento de la pieza.
- Enrazar: Nivelar, igualar una cosa con otra, de suerte que tengan una misma altura o nivel.
- Entramado (T), Armazón (C): Conjunto de láminas de metal o tiras de material flexible que se cruzan entre sí.
- Estanqueidad (T), Barrera Impermeable (C): Sistema de protección para evitar el paso del agua a través de una construcción o de los elementos constructivos exteriores.
- Faldones: Desagüe triangular de un tejado.
- Encofrado (T), Formaletas (C): Sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al hormigón u otros materiales similares antes de fraguar
- Fraguado (T), Endurecido (C): Endurecimiento y pérdida de plasticidad de algunas mezclas que se usan en construcción. (Concreto, mortero).
- Fundir (T), Vaciar (C): Colocación del concreto u hormigón, en el encofrado.
- Agregado Grueso (T), Grava (C): Piedra machacada que se utiliza para cubrir y allanar el suelo y como componente para fabricar el hormigón.
- Homogeneizar: Volver homogénea una mezcla o un compuesto.
- Hormigón o Concreto (T), Mezcla (C): Es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (grava, gravilla y arena) y

- agua.
- Hormigueros: Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie de concreto cuando el mortero presente en la mezcla no logra cubrir todo el espacio alrededor de los agregados.
- Juntas de dilatación: Elementos elásticos que se intercalan en las estructuras de gran tamaño para evitar la fragmentación por la dilatación y contracción de las mismas debida a los cambios de temperatura. La junta separa las piezas para evitar roturas no controladas.
- Ladrillos: Pieza de cerámica de forma ortoédrica y de poco grosor, formada a partir de arcilla amasada secada y cocida, que se utiliza para construir muros, pavimentos, etc.
- Largueros: Pieza longitudinal horizontal que se dispone para la construcción de encofrados.
- Loseta, Plaqueta (T), Torta (C): losa o placa de menor espesor, en otras palabras es una losa pequeña.
- Luz: Distancia libre entre dos soportes contiguos, especialmente de un vano en una estructura porticada.
- Malla electrosoldada: Red de alambres o barras de acero de diámetro pequeño cruzadas entre sí perpendicularmente, cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldaduras eléctricas.
- Mampostería confinada: Es aquella mampostería que tiene elementos de concreto reforzado (vigas y columnas de confinamiento), alrededor de esta, los cuales fueron construidos una vez el muro fue terminado.
- Mampostería reforzada: Es un tipo de mampostería, donde se realiza la construcción de muros con piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzadas internamente con barras y alambres de acero.
- Modificación: Es el trámite para variar el diseño arquitectónico o estructural de una edificación ya existente sin incrementar su área construida.
- Muros parapetos (T), muros de balcón (C): Muro de poca altura, formado por la elevación de los muros exteriores de un edificio que sobresale por encima de la cubierta.
- Nivelar el piso: Poner el piso con el mismo nivel, es decir, ponerlo horizontal o con la misma altura.
- Obra nueva: Es la autorización para adelantar obras de edificación en terrenos no construidos.
- Pañete: Es una mezcla que sirve para darle una terminación más pulida a los muros.
- Dovelas (T), Pasadores de Carga (C): Barras de acero liso, colocadas en las juntas que ayudan a disminuir la deflexión y los esfuerzos en las losas.
- Pendientes: Inclinación de un elemento ideal, natural o constructivo respecto de la horizontal.
- Pernos: Pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero o hierro, es similar al tornillo pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y otro extremo roscado para la tuerca, y se usa para sujetar piezas en una estructura.
- Pisón: Herramienta de trabajo que se utiliza para la compactación de terrenos.
- Placa Aligerada o Nervada (T), Losa Aligerada (C): es la que se realiza colocando entre las vigas bloques, ladrillos, casetones (cajones) de madera, metálicos o de icopor, con el objetivo de reducir el peso de la estructura.
- Placa, Diafragma (T), Losa (C): Es la estructura que separa los pisos, la cual cumple la función de piso o de techo, y está dividido en dos tipos Placas macizas o Placas aligeradas
- Plasticidad: Propiedad que presentan algunos materiales, que a partir del límite elástico comienzan a sufrir deformaciones permanentes.
- Puntales (T), Parales (C): Elemento de sostén, necesario para el apeo de los sistemas de forjados con encofrados metálicos. Consta de un tubo de acero

(protegido con pintura epoxi) provisto de una base con rosca y pasador de acero para distintas secciones.

- Recebo: Mezcla de arena y grava
- Reconstrucción: Es la autorización que se otorga para volver a construir edificaciones que contaban con licencia o acto de reconocimiento y que fueron afectadas por algún siniestro.
- Recubrimiento: Distancia que separa el acero de refuerzo del borde del elemento de concreto para protegerlo de la intemperie.
- Reforzamiento Estructural: Es la autorización para intervenir o reforzar la estructura, buscando acondicionar a niveles adecuados de seguridad sismo resistente.
- Reforzamiento Longitudinal (T), Varillas o Barras (C): Pieza larga y maciza de acero, de superficie lisa y sección circular que se emplea como armadura en reforzamientos del hormigón.
- Regatas: Canchas, ranuras o brechas no muy profundas que se hacen en los muros para colocar dentro de ellas tuberías de las instalaciones.
- Resanar: Restaurar o reparar los daños o defectos de una superficie lisa; particularmente, rellenar con yeso o cemento los huecos de una pared.
- Restauración: Es la autorización a realizar mejoras a un bien de interés cultural (recuperar y adaptar una construcción o parte de ella). Esta licencia aplica únicamente para edificaciones históricas o culturales.
- Riostra: Elemento constructivo que colocado oblicuamente permite asegurar la inmovilidad o evitar la deformación de otros elementos de una estructura.
- Roca (T), Piedra (C): Trozo de materia mineral, sólida, dura y compacta que es utilizada como material de construcción.
- Sismo (T), Terremoto (C): Es una liberación de energía, producida por el choque de placas tectónicas.
- Sobre cimientos: Hiladas de bloques o ladrillos que se

construyen sobre las vigas de cimientos y deben ser impermeabilizados para evitar que el agua ingrese a la vivienda. El impermeabilizante se debe aplicar al mortero de pega o a los bloques de ladrillo.

- Solapes: Parte de un material de techar superpuesto a otro o yuxtapuesto para evitar la entrada de agua.
- Solera (T), Durmiente (C): pieza de madera que se coloca horizontal en la parte superior de un muro en el mismo sentido de éste, y sobre el cual se apoya la estructura que soportará la cubierta.
- Sumidero: Hueco cubierto por una rejilla por donde se recoge el agua y se evacua, utilizado en patios y azoteas o en lugares donde confluyen los planos de distintas vertientes.
- Testeros (T), Tableros (C): Estructura donde se apoya el material que forma la cubierta.
- Tamizar (T), Zarandear (C): es un método físico para separar mezclas. Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, cedazo o cualquier cosa con la que se pueda colar. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo.
- Tirantes: Barra horizontal de madera o metal que trabaja a tracción, que se dispone en una armadura de cubierta para impedir la separación de los pares.
- Vanos (T), Abertura en los muros (C): Cualquier apertura en un elemento arquitectónico, y por extensión, se utiliza también para referirse a la distancia entre apoyos en una estructura.
- Vigas de Amarre, Vigas de Coronación (T), Vigas de Confinamiento: Es una viga que se utiliza para darle confinamiento a los muros de mampostería.
- Vigas de Cimentación: Generalmente se diseñan para conectar a las zapatas, de manera que trabajen en conjunto, aportando el área de contacto entre la cimentación y el terreno neutralizando el momento en el caso de las zapatas excéntricas.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS. 2010. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá. Colombia.
2. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS. 2002. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. Bogotá. Colombia.
3. Fundación ICA, A.C. Edificaciones de mampostería para vivienda. 1999. México, México.
4. Marbara Murck, Brian Skinner, Stephen Porter. Dangerous Earth – An Introduction to Geologic Hazards. John Wiley & Sons, Inc. 1997. United States of America.
5. Edward J. Tarbuck, Frederick K. Lutgens. Ciencias de la Tierra – Una introducción a la geología física. Pearson-Prentice Hall. 2004. Madrid, España.
6. Don Leet. Sheldon Judson. Fundamentos de Geología y Física. Limusa Noriega Editores. 1997. México, México.
7. Vicente Pérez Alamá. Materiales y procedimientos de construcción – Mecánica de suelos y cimentaciones. Trillas. 1998. México, México.
8. José de Jesús Saldaña Guerra. Manual de Autoconstrucción – Manos a la obra. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. IMCYC. 1999. México, México.
9. Roberto Meli Piralla. Diseño Estructural. Limusa Noriega Editores. 2000. México, México.
10. Caja de Vivienda Popular - Secretaría Distrital del Hábitat. Guía Asistencia Técnica: obtención de licencias de construcción en vivienda estratos 1 y 2, según POT. 2013.
11. Luis Arnal Simón, Max Betancourt Suárez. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Trillas 2007. México, México.
12. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS. 1998. Manual de especificaciones mínimas para vivienda de uno y dos pisos. Normas NSR-98, Capítulo E, Boletín Técnico No. 52.
13. Google Maps <https://www.google.com/maps/@1.4557313,-69.4292894,6z>

**PRO-SOFI**a  
*La sabiduría popular y académica  
en beneficio de las comunidades*



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá