

# GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS PRIORITARIO RURAL (VIPR) BAJO LOS ESTÁNDARES DE LA NSR-10 TÍTULO E

Alexis Córdoba Ramírez, Fanny Hasbleidy Gutemberg Cortés, Karen Lorena Restrepo Casallas



UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Facultad de Ingeniería Civil, Ingeniería Civil

Universidad La Gran Colombia

Bogotá, D.C.

2022

**Guía metodológica para la construcción de vivienda de interés prioritario rural (VIPR)  
bajo los estándares de la NSR-10 Título E**

**Alexis Córdoba Ramírez, Fanny Hasbleidy Gutemberg Cortés, Karen Lorena Restrepo**

**Casallas**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil**

**Director Ing. José Darío Gavilanes**



**UNIVERSIDAD  
La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Universidad La Gran Colombia**

**Facultad de Ingeniería Civil, Ingeniería Civil**

**Bogotá, D.C.**

**2022**

## Tabla de Contenido

Glosario de Términos.....	10
Resumen.....	13
Abstract.....	14
1. Introducción .....	15
2. Justificación .....	16
3. Problema .....	17
4. Objetivos.....	18
4.1. Objetivo general .....	18
4.2. Objetivos específicos.....	18
5. Marco Teórico.....	19
6. Marco Geográfico .....	21
6.1. Educación a nivel nacional.....	22
6.2. Vivienda rural.....	23
7. Marco Conceptual.....	24
8. Marco Legal .....	26
9. Metodología .....	28
10. Vivienda y Módulos de Habitabilidad Rural .....	30
11. Diseño Arquitectónico .....	31
12. Instalaciones Hidrosanitarias .....	34
13. Instalación Eléctrica.....	37
14. Requerimientos Técnicos de Cimentaciones .....	42
14.1. Generalidades .....	42

14.1.1. Investigación mínima .....	42
14.1.2. Sistema de cimentación .....	44
14.1.3. Configuración en planta.....	45
14.2. Estructuración de la cimentación.....	47
14.2.1. Cimentaciones sobre terreno inclinado.....	49
14.2.2. Sobrecimientos .....	55
15. Requerimientos Técnicos de Mampostería Confinada .....	57
15.1. Muros confinados estructurales .....	57
15.1.1. Ejemplo pérdida de sección.....	57
15.2. Especificaciones técnicas del mampuesto .....	60
15.3. Mortero de pega.....	61
15.4. Aberturas en los muros .....	61
15.4.1. Ejemplo aberturas de muros .....	61
15.5. Espesor de muros.....	63
15.6. Longitud de muros confinados .....	64
16. Requerimientos Técnicos de Elementos de Confinamiento .....	68
16.1. Especificaciones mínimas de los materiales.....	68
16.1.1. Concreto .....	68
16.1.2. Acero de refuerzo .....	68
16.2. Columnas de confinamiento .....	69
16.2.1. Dimensiones .....	69
16.2.2. Ubicación.....	70
16.2.3. Refuerzo mínimo .....	70

16.3. Vigas de confinamiento.....	72
16.3.1. Dimensiones .....	72
16.3.2. Ubicación.....	72
16.3.3. Refuerzo mínimo .....	72
17. Cubierta.....	74
17.1. Cintas de amarre.....	74
17.1.1. Dimensiones .....	74
17.1.2. Refuerzo mínimo .....	74
17.2. Correas para tejado.....	76
17.3. Tejado.....	77
17.4. Canaletas y bajantes .....	79
18. Conclusiones y Recomendaciones.....	80
19. Bibliografía .....	81
20. Anexos .....	89
20.1. Plano Planta Arquitectónica. ....	89
20.2. Plano Fachada 1.....	89
20.3. Plano Fachada 2.....	89
20.4. Plano Fachada 3.....	89
20.5. Plano Fachada 4.....	89
20.6. Plano Planta de Cimentación.....	89
20.7. Plano Planta de Concreto Ciclópeo. ....	89
20.8. Plano Planta de Correas Tejado.....	89
20.9. Plano Planta Red Hidráulica.....	89

20.10. Plano Isométrico Red Hidráulica.....	89
20.11. Plano Planta Red Sanitaria. ....	89
20.12. Plano Planta Red Eléctrica. ....	89
20.13. Render Vista 1 .....	89
20.14. Render Vista 2 .....	89
20.15. Guía Metodológica para la Construcción de VIPR. ....	89

## Lista de Figuras

Figura 1._Porcentaje de hogares en déficit habitacional según tipo año 2019 - 2020.....	23
Figura 2._Estructura metodológica.....	29
Figura 3._Modelo de Vivienda (planta).....	33
Figura 4._Red de abastecimiento agua (planta).....	34
Figura 5._Red de abastecimiento agua (Isométrico).....	35
Figura 6._Red sanitaria (planta).....	36
Figura 7._Red eléctrica (planta).....	41
Figura 8._Principales tipos de movimientos en masa.....	43
Figura 9._Sistema de cimentación modelo de vivienda VIPR. ....	44
Figura 10._Configuración en planta modelo de vivienda VIPR.....	46
Figura 11._Estructura de la viga de cimentación.....	48
Figura 12._Inclinación de terreno natural.....	50
Figura 13._Posicionamiento de estacas en madera.....	51
Figura 14._Marcación de estaca a 20 cm del suelo. ....	51
Figura 15._Ubicación de manguera de niveles.....	52
Figura 16._Estructura de pilote en concreto para terreno inclinado.....	53
Figura 17._Ejemplo de vista en corte para pilotes de cimentación.....	54
Figura 18._Representación de ubicación de pilotes en concreto para terreno inclinado.....	54
Figura 19._Estructura del sobrecimiento.....	56
Figura 20._Ejemplo pérdida de sección en muros.....	58
Figura 21._Estructura de muro costado Norte en mampostería confinada.....	59
Figura 22._Bloque tradicional N°5.....	60

Figura 23._Ejemplo aberturas de muros confinados.....	62
Figura 24._Longitud de muros confinados. ....	66
Figura 25._Estructura de columnas de confinamiento.....	69
Figura 26._Ubicación de las columnas de confinamiento. ....	70
Figura 27._Refuerzo mínimo de las columnas de confinamiento.....	71
Figura 28._Estructura de las vigas de confinamiento. ....	73
Figura 29._Estructura de las cintas de amarre. ....	75
Figura 30._Correas para tejado. ....	76
Figura 31._Despunte de tejas. ....	77
Figura 32._Traslapo de tejas y sistema de fijación. ....	77
Figura 33._Sistema de instalación de tejas. ....	78
Figura 34._Canaletas y bajantes de agua pluvial. ....	79

## Lista de Tablas

Tabla 1. Norma de colores de los conductores, Tabla 13 del Artículo 11° del RETIE. ....	38
Tabla 2. Valores mínimos para cimentaciones. ....	47
Tabla 3. Espesores mínimos para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm).....	63
Tabla 4. Coeficiente $M_o$ para longitud mínima de muros estructurales confinados. ....	65
Tabla 5. Longitud de muros confinados en el eje X y en el eje Y. ....	67

## Glosario de Términos

**Acero:** Material usado en la construcción con alta resistencia.

**Acero longitudinal:** varillas corrugadas que toma los esfuerzos de compresión y tracción.

**Apique:** Hueco en el suelo que se utiliza para identificar niveles, composición y tomar muestras.

**Área:** Superficie que cubre una figura, la cual se puede medir.

**Botadero:** Sitio donde se dispone los residuos sólidos.

**Cercha:** Estructura metálica que forma triángulos, trabajan a compresión y ayudan a sostener la cubierta.

**Cimentación:** Elemento estructural que resiste esfuerzos admisibles a posibles movimientos del terreno.

**Columneta:** Cuerpo o elemento estructural vertical en concreto que se ancla desde la viga de cimentación hasta la viga de amarre superior, usada para confinar muros.

**Concreto ciclópeo:** Mezcla a la cual se le incorpora grandes piedras hasta de un tamaño de 30 cm.

**Cumbrera:** Pieza que se usa para unir las líneas elevadas del tejado a dos aguas.

**Descapote:** Limpieza del terreno donde se hará la construcción.

**Dosificación:** Establecer porciones apropiadas de los materiales.

**Estribo:** Pieza metálica doblada en forma de rectángulo usada para abrazar las barras longitudinales de vigas, columnas. Para confinar el núcleo del elemento.

**Excavación:** Retiro de material del suelo de forma manual o mecanizada.

**Encofrado:** Molde de madera u otro material el cual se usa como molde para verter concreto y darles forma a columnas, vigas, etc.

**Losa de concreto:** Elemento estructural en concreto u otros materiales, usado para dividir entrespisos.

**Muros confinados:** Pared donde las columnas y vigas se estrechan, y forman un conjunto capaz de resistir su propio peso.

**Mortero de pega:** Mezcla de arena y cemento utilizado para pegar o impermeabilizar.

**Mampostería:** Sistema de construcción que utiliza mampuestos para hacer muros.

**Mampuesto:** (Puesto con la mano), material de construcción, elemento fácil de manipular que puede ser bloque de cemento, ladrillo de arcilla, piedra tallada.

**Malla electrosoldada:** Barras de acero que se forman de forma longitudinal y transversal para formar una malla.

**Pañete:** Mortero preparado con cemento gris y arena que se emplea para dar acabado sobre bloques y ladrillo.

**Peinazos:** Marco estructural o montaje de la puerta.

**Pilote:** Tipo de columna embebida en el terreno que ayuda a transmitir las cargas que soporta el suelo.

**Recebo:** Arena u otro material que se extiende para compactar o igualar un suelo.

**Recubrimiento:** Espesor de concreto que debe cubrir el acero, este tiene determinadas medidas dependiendo de lo que sea que se construye.

**Refuerzo mínimo:** Cantidad de acero mínima para reforzar estructuras incrustándose en el concreto para que ayude a soportar los esfuerzos a tensión y compresión.

**Sistema monolítico:** Construcción de estructuras verticales, simultáneamente con las horizontales.

**Traslapo:** Unión entre dos barras de acero.

**Viga de Amarre:** Elemento estructural que tiene como función principal amarrar los muros y ladrillos, de tal manera que trabajen en conjunto frente a cargas laterales.

**Vigueta:** Elementos horizontales en concreto que permite transmitir cargas.

**Zaguán:** Recibidor, sector cubierto dentro de la casa inmediato a la puerta principal.

## **Resumen**

La vivienda rural en Colombia, considerada como una necesidad primaria para el ser humano, tiene un gran déficit comparado con la vivienda urbana, esta situación genera la necesidad de contemplar estrategias para el desarrollo de las zonas rurales, este documento propone una guía ilustrativa con el paso a paso de una vivienda rural (VIPR) basado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, Título E Casas de Uno y Dos Pisos, garantizando una vivienda digna y saludable, facilitando que las comunidades más vulnerables puedan obtener su vivienda mediante procesos de autoconstrucción.

El esquema de vivienda mostrado en el trabajo, es solo un modelo para la explicación del proceso constructivo que corresponde al objeto del trabajo realizado.

*Palabras Clave: Vivienda rural, autoconstrucción, rural, mampostería confinada.*

## **Abstract**

Rural housing in Colombia, considered as a primary need for human beings, has a large deficit compared to urban housing, this situation generates the need to consider strategies for the development of rural areas, this document proposes an illustrative guide with step by step of a rural housing prototype (VIPR) based on the Colombian Regulation of Earthquake Resistant Construction NSR 10, Title E Houses of one and two floors, ensuring a decent and healthy housing, facilitating the most vulnerable communities can obtain their housing through self-construction processes.

The housing scheme shown in the work is only a model for the explanation of the construction process that corresponds to the object of the work carried out.

*Keywords: Rural housing, self-build, rural, confined masonry.*

## **1. Introducción**

Colombia como país en vía de desarrollo, tiene amplias posibilidades para el crecimiento económico y social, los derechos humanos reconocen el derecho de todas las personas a un nivel de vida adecuado, incluyendo una vivienda digna y asequible, se establece “una estrecha relación entre las condiciones de la vivienda y la salud física, mental y social de sus ocupantes” (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2011).

Las zonas rurales del país han estado enmarcadas por múltiples problemáticas que se ven reflejadas en el tardío desarrollo socioeconómico, déficit de vivienda y bajas condiciones de habitabilidad, generando brechas visibles entre el campo y la ciudad.

Se deja en evidencia la necesidad de facilitar a la población que habita en estas zonas rurales, una guía metodológica que brinde la posibilidad de la autoconstrucción de una vivienda de interés prioritario rural (VIPR), este modelo de vivienda puede ser implementado por los municipios en sus actividades de construcción de vivienda campesina, enmarcado bajo los criterios de la norma NSR-10 título E, por medio del sistema constructivo referenciado en la normativa, mampostería confinada, ofreciendo una detallada pauta por medio de ilustraciones que faciliten el desarrollo de su proyecto de vivienda.

## 2. Justificación

De acuerdo con el Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda Social Rural - PNVISR.

El censo nacional de población y vivienda 2018 reveló que el déficit de vivienda afecta a 5,1 millones de hogares colombianos, de los cuales 2,7 millones viven en suelo urbano y 2,4 millones en suelo rural (DANE, 2020). Las carencias rurales alcanzaron 80,9% (déficit cualitativo 57,2% y déficit cuantitativo 23,7%), mientras que las urbanas fueron de 24,8% (18,7% el déficit cualitativo y 6,12% déficit cuantitativo), lo que implica que las necesidades de vivienda rural son el triple que las urbanas. (Gobierno de Colombia, 2021, p. 08)

De la misma forma, no se cuenta en la totalidad de municipios de Colombia con personal idóneo que diseñe y construya edificaciones, siendo esto incluso una desventaja aún más grande para las zonas rurales donde no se cuenta con los materiales idóneos, la mano de obra calificada, o el asesoramiento de profesionales como Arquitectos o Ingenieros Civiles.

El déficit de vivienda digna en la zona rural crea la necesidad de proponer un modelo de vivienda que cumpla con la normatividad existente y garantice el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad, brindando a la población rural una guía metodológica para la autoconstrucción de su casa, para llevar a cabo su proyecto de manera óptima y segura.

El reglamento de construcción actualmente vigente (NSR-10), en el Título E, establece dos sistemas constructivos, la mampostería confinada y el bahareque encementado. El mampuesto llega a ser un material idóneo en la construcción, debido a la facilidad en su adquisición, su costo no es elevado y es un material de buena calidad, obteniendo así, una vivienda elaborada con materiales tradicionales y de fácil acceso.

### 3. Problema

Las zonas rurales de Colombia han tenido que enfrentar diferentes crisis; falta de oportunidades, violencia por grupos armados, desplazamiento forzado, desastres naturales, cambios políticos y la falta de conexión del campo con el resto del país, esto ha generado desigualdades socioeconómicas, evidenciándose en el número de hogares de la población rural que viven en condiciones vulnerables y carecen de una vivienda digna.

La exclusión social, la falta de priorización y de apoyo en la zona rural, demuestran que las políticas del Estado Colombiano no han sido contundentes y eficaces para subsanar las carencias y brindar mejores condiciones de habitabilidad para lograr disminuir las brechas existentes entre el campo y la ciudad.

La insuficiencia de infraestructura y la vulnerabilidad ante amenazas naturales asociado a viviendas informales, evidencia que las construcciones de vivienda rural carecen de asesoramiento de profesionales, tanto en la fase de diseño, en la parte técnica y de construcción, como en lo estructural, por lo que con el tiempo se pueden observar el deterioro con muestras de fisuras, grietas y huecos, muchos de estos hogares cuentan con un alto riesgo de ocurrencia de situaciones de desastre que se podrían desencadenar en pérdidas tanto humanas como económicas.

Las familias que se encuentran en las zonas rurales no cuentan con muchos recursos para llevar a cabo la construcción de vivienda digna y segura, por lo que se evidencia la necesidad y nuestro planteamiento de la pregunta problema. ¿Cuál diseño de prototipo se podría desarrollar por medio de una guía para la construcción de viviendas rurales que cumplan con los estándares de calidad y la normativa técnica basados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 título E?

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Desarrollar una guía para la construcción de Vivienda de Interés Prioritario Rural (VIPR) cuyos lineamientos sean acondicionados bajo los estándares de la NSR-10 Título E mediante un modelo de vivienda que mejore la calidad de vida de quienes se ubican en territorio rural.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Recopilar los datos necesarios, normatividad vigente y técnicas constructivas relacionadas con los diseños de viviendas acordes al título E de la NSR-10.
- Diseñar y estructurar la propuesta del modelo de vivienda rural por medio del desarrollo de componentes técnicos como planos, renders y especificaciones.

## 5. Marco Teórico

El interés de este trabajo es proponer un modelo de vivienda rural, para esto, la base referencial de este marco se apoya en la NSR 10, Título E Casas de uno y dos pisos, el cual establece los requisitos para desarrollar construcciones capaces de soportar un sismo, salvaguardando la vida y los bienes de sus ocupantes, “en este Título se establecen las condiciones estructurales que permitan un funcionamiento adecuado de las viviendas de uno y dos pisos ante cargas laterales y verticales en las diferentes zonas de amenaza sísmica.” (MinAmbiente, 2010, p. 07). Cabe resaltar que el Título E se incluyó en el decreto 1400 del 7 de junio de 1984, posteriormente en la primera versión de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes NSR 98 y actualmente la NSR 10, siendo más rigurosos sus requisitos.

El aporte que realiza Ruiz (2021) con su tesis, permite que las personas que no tienen conocimiento o experiencia en el sector de la construcción puedan llevar a cabo su vivienda explicando los requisitos mínimos para “que la construcción tenga un buen comportamiento ante la eventualidad de un sismo minimizando los riesgos de colapso, todo esto con el fin de realizar viviendas más seguras garantizando la estabilidad de la edificación” (p. 03). Sin embargo, no propone un modelo de vivienda, solo brinda los parámetros a seguir para realizar la construcción.

Por otra parte, la tesis de Mora (2020), tiene como finalidad servir como guía para las personas interesadas en la construcción de una vivienda como;

ingenieros y arquitectos diseñadores, maestros constructores y propietarios de viviendas en construcción, permitiendo que cada uno de estos pueda llevar a cabo su aporte en el proceso constructivo de la vivienda, desde la planeación y diseño, hasta la construcción y habitabilidad, de la forma correcta. No obstante, tampoco pretende que la sociedad en

general y los trabajadores del sector de la construcción (maestros de obra), ... asuman el papel de diseñadores de casas de uno y dos pisos, puesto que no es su función y no poseen los conocimientos técnicos y profesionales para realizar dicha labor (p. 27).

Este documento es pertinente debido a que proporciona criterios en cuanto a los materiales requeridos para llevar a cabo el diseño y posteriormente la construcción bajo los lineamientos de la normatividad.

Para identificar los factores más relevantes al momento de realizar una guía basada en la autoconstrucción, se hace referencia a la cartilla de la Pontificia Universidad Javeriana, como líder del proyecto al Ing. José Magallón (2013), en la cual participaron profesores, alumnos, y personas inscritas programa social PROSOFI - Facultad de Ingeniería y habitantes de la comunidad Usme, con su “Cartilla de autoconstrucción para vivienda de uno y dos pisos”, la cual sensibiliza la importancia de construir de acuerdo a las normas, concientizando la utilización de materiales de calidad y procedimientos adecuados, sin embargo, no propone un modelo de vivienda.

Para el desarrollo de la guía o cartilla se toma como referencia la “Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes en mampostería confinada”, la cual de manera ilustrativa explica de manera clara y concisa los aspectos claves para la construcción, teniendo en cuenta las herramientas, materiales, recomendaciones sobre la ubicación del proyecto y el sistema constructivo en general, creando una guía muy fácil de comprender para cualquier lector.

## 6. Marco Geográfico

La población colombiana ha aumentado de manera significativa, esto se demuestra en los estudios realizados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), donde se evidencia como se han poblado las ciudades principales del país; en la actualidad solo el 22,9% representa la población en zonas rurales, las cuales viven en condiciones de vivienda precaria o asentamientos informales; mientras el 77,1% de la población vive en zonas municipales o urbanas, sin embargo, el diario El Tiempo (2020), afirma que:

pese a que en el país se habla de las difíciles condiciones del campo colombiano, en donde hay poca conectividad, tanto en materia de comunicaciones como en vías, y, por lo tanto, muy poca población joven, en el corto plazo, el crecimiento de habitantes del sector rural no se detendrá. (párr. 01).

El crecimiento de la población genera diferentes necesidades de los individuos y familias, en las que predomina el acceso a la tierra, esto implica mayor demanda de vivienda, empleo, transporte, servicios y equipamientos en las regiones urbana y rural.

De acuerdo al último censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2018), la población de Colombia alcanzó el total de 48.258.494 de habitantes, el cual representa el 51,2% de mujeres y el otro 48,8% de hombres; sobre la característica de edad, se encuentra que el 22,6% de la población tienen de 0 a 14 años, el 68,2% de 15 a 65 años y el restante 9,1% cuentan con más de 65 años.

## **6.1. Educación a nivel nacional**

El porcentaje de analfabetismo es un indicador que permite evidenciar el retraso en el desarrollo educativo del país. Según el censo del año 2018 DANE (2018), el 5,1% de las personas mayores de 15 años no sabía leer ni escribir.

De la misma forma en cuanto al sexo (Hombre - Mujer), las mujeres mayores a 15 años cuentan con mayor conocimiento en lecto-escritura, con el 93,9%; mientras que en los hombres es el 93,1%.

Se evidencia una marcada diferencia entre las regiones y los centros urbanos, el porcentaje de analfabetismo en Bogotá es del 2%, mientras que, departamentos como La Guajira presentan el 14,16%, Chocó 13,14%, Vichada 11,78%, Sucre 10,90%, y Córdoba 10,26%; lo que evidencia que en las zonas rurales el crecimiento académico es menor que en las zonas urbanas, razón por la cual, se genera una brecha en diferentes niveles infraestructura, salud y educación.

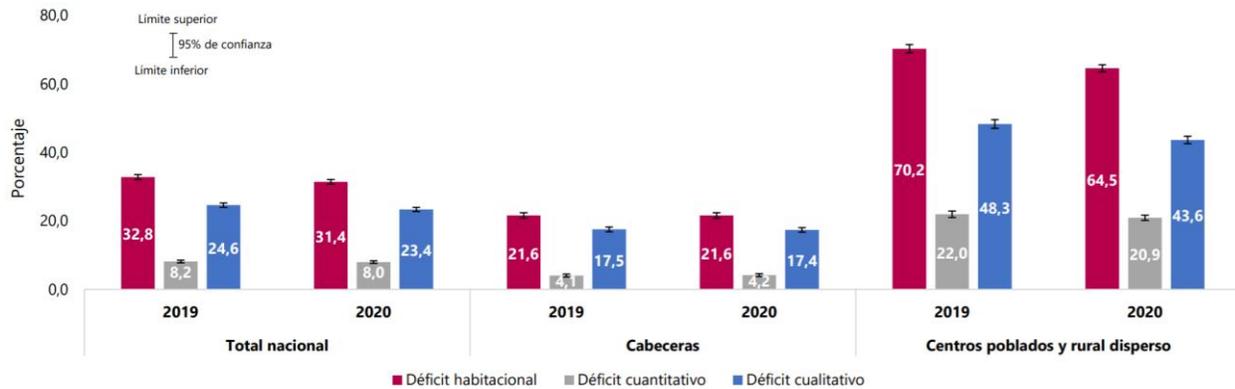
El acceso a servicios públicos en las zonas rurales, en comparación al total nacional resulta ser inferior. Lo que acontece que, el 96,3% de los usuarios cuentan con energía eléctrica, acueducto el 86,4%, alcantarillado el 76,6%, gas natural conectado a red pública el 66,8%, recolección de basura el 81,6% e internet el 43,4%. (DANE, 2018).

## 6.2. Vivienda rural

De acuerdo a la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) hay 16.252.000 de hogares en Colombia, el 8,0% se encuentra en déficit cuantitativo (1.303.000 de hogares) y el 23,4% tienen un déficit cualitativo (3.800.000 de hogares). Al verificar los resultados por áreas, se observa que en las cabeceras el 21,6% de los hogares se encontraba en déficit habitacional. (DANE, 2020).

**Figura 1.**

*Porcentaje de hogares en déficit habitacional según tipo año 2019 - 2020.*



*Nota.* La gráfica representa los porcentajes de hogares en déficit habitacional entre el año 2019 y 2020. Tomado de “Boletín Técnico Déficit Habitacional - 2020” Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2020. (<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/Boletin-tec-deficit-hab-2020.pdf>)

## 7. Marco Conceptual

Se presentan a continuación, los conceptos más relevantes para entender el presente documento con el cual se pretende la elaboración de una guía de construcción de viviendas rurales soportada por el título E del código colombiano de diseño y construcción sismo resistente NSR-10.

- **Vivienda de Interés Prioritaria Rural:** Es aquella vivienda de interés prioritario ubicada en suelo clasificado como rural en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial, cuyo valor no exceda los noventa salarios mínimos mensuales legales vigentes (90 smmlv). (Dec. 1247, art. 2.1.10.1.1.2.1., 2022)
- **Sismo resistencia:** Es la propiedad de una estructura para resistir movimientos telúricos y disminuir la exposición de sus habitantes en caso de un sismo; todo esto aplicado con base en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
- **NSR-10:** Es el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, que se encarga de regular los parámetros que deben tener todas las construcciones con la finalidad de tener una respuesta adecuada ante un sismo.
- **NSR-10 Título E:** Establece los requisitos para la construcción sismo resistente de viviendas de uno o dos pisos en mampostería y bahareque encementado. Condiciones estructurales: cargas laterales y verticales teniendo en cuenta las zonas sísmicas. Estos requisitos están dirigidos a todo profesional de la construcción.
- **Mampostería confinada:** Es un sistema que se caracteriza por diseñar a partir de muros de carga hechos con piezas macizas, se divide en dos: estructural y no estructural, el primero de acuerdo a la norma NSR-10 (2010) se define como “aquellos que resisten fuerzas horizontales causadas por el sismo o el viento, además de soportar cargas

verticales, muertas, vivas que constituyen el soporte del entrepiso y/o cubierta.” El segundo “son aquellos muros que cumplen la función de separar espacios dentro de la casa y que no soportan ninguna carga.”

- **Déficit habitacional:** De acuerdo con la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (OHCHR), “el déficit habitacional, no es sólo la ausencia o falta de vivienda, sino el conjunto de carencias o precariedad en la vivienda y las condiciones del entorno que determinan las condiciones en que habita la población en un territorio determinado” (2020, p. 1).
- **Déficit cuantitativo:** Expresa las deficiencias estructurales y de espacio, las cuales no se logran mejorar del todo para lograr superar este déficit.
- **Déficit cualitativo:** Hace referencia al estado físico de una vivienda, en donde se evalúan los materiales de construcción, servicios públicos y todos aquellos aspectos que hacen que una vivienda cuente con condiciones de calidad insuficientes.

## 8. Marco Legal

Leyes, decretos y resoluciones, que soportan legalmente la normatividad aplicada para vivienda:

- La Constitución Política (1991), en su Artículo 51°, “establece que todos los colombianos tienen derecho a una vivienda digna en virtud de lo cual el Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda.”
- La Ley 3 de 1991 en su Artículo 5°, “define la solución de vivienda como el conjunto de operaciones que permite a un hogar disponer de habitación en condiciones sanitarias satisfactorias de espacio, servicios públicos y calidad de estructura.”
- El Plan Nacional de Desarrollo [PND], “establece la necesidad de facilitar el acceso a viviendas dignas y techos para todos.” (Dec. 1341, 2020)
- La política de Vivienda Rural, “brinda herramientas, lineamientos y programas claros y perdurables para hacer efectivo el derecho a la vivienda digna a los hogares rurales.” (Dec. 1341, 2020)
- La Ley 2079 de 2021 en su Artículo 5°, establece como objetivo garantizar “el derecho a una vivienda y hábitat digna para todos los colombianos.”
- El Decreto 890 (2017), ordena en su Artículo 1°, “la formulación de un Plan Nacional de construcción y mejoramiento de Vivienda Social Rural.”
- De acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, “las unidades de mampostería en arcilla deben cumplir especificaciones dadas en las normas NTC expedidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC”, entre estas se destacan la NTC 4205 (ASTM C34, C62, C652, C56, C212, C216. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], 2021)

- Desarrollo Rural, el gobierno establece el decreto 1052 (2019) para el acceso progresivo la construcción de vivienda rural enfocada de diferentes sectores de Colombia teniendo en cuenta la pobreza y la desigualdad enfocado en el Artículo 2.2.1.2.2: Mejoramiento vivienda y saneamiento básico, el cual, busca mantener la vivienda rural en condiciones de higiene óptimas; instalación de baños y redes hidráulicas, instalaciones eléctricas, sustitución de pisos en tierra o en materiales afectados, lavadero y cocina, adecuadas en cumplimiento a la normatividad de sismos resistencia vigentes.

## **9. Metodología**

Para el desarrollo de la guía metodológica para la construcción de vivienda de interés prioritario rural bajo los estándares de la NSR-10 es necesario recopilar los datos necesarios, normatividad vigente y técnicas constructivas adecuadas para el sistema constructivo elegido y fundamentado en la norma.

Partiendo de la información recopilada, se procederá a realizar los respectivos diseños arquitectónicos de un modelo de vivienda en mampostería confinada, de igual manera, los cálculos necesarios especificados en el título E de la NSR-10 y se desarrollarán los componentes técnicos requeridos; como planos, renders y detalles.

Para finalizar, se creará la guía con el fin de entregar al usuario final los conocimientos adecuados de autoconstrucción, esta se desarrollará de forma paralela con los principios básicos de construcción, de cierto modo se dividirán por capítulos muy ilustrativos y didácticos, de fácil entendimiento hacia el lector. Buscando así, que cualquier persona logre la fabricación del modelo de vivienda rural con sus propias manos.

**Figura 2.**

*Estructura metodológica.*



*Nota.* La gráfica representa el procedimiento aplicado para llevar a cabo cada uno de los objetivos específicos. Elaboración propia.

## 10. Vivienda y Módulos de Habitabilidad Rural

El Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda de Interés Social Rural - PNVISR (Gobierno de Colombia, 2021) establece ciertas condiciones físicas para la construcción de la vivienda:

un área mínima de cincuenta (50) metros cuadrados, con al menos un espacio múltiple, tres (3) habitaciones, baño, cocina, cuarto de herramientas, alberca para el almacenamiento de agua y limpieza, y saneamiento básico, incluyendo aparatos e instalaciones hidráulicas y sanitarias de la vivienda (Decreto 1071, 2015).

De acuerdo a PNVISR (Gobierno de Colombia, 2021), esto significa que:

El área de “estar” conformado por las habitaciones y el espacio múltiple, el área de “servicios” conformado por Cocina -incluyendo área de comedor al interior del mismo espacio-, baños y zona de alberca o lavadero; el área de “circulación y transición” que incluye corredor y terrazas; y finalmente, el espacio “productivo” asociado únicamente al cuarto de herramientas o depósito, corresponde en promedio a un 50% del total del área construida, alrededor de 27,45 m<sup>2</sup> habitables; el área de “servicios” correspondía a un 21,23% del área total construida y equivalente a un promedio de 11,63 m<sup>2</sup> habitables. Para los espacios de “circulación y terrazas” se destinaba un promedio de 8,62 m<sup>2</sup>, correspondiente al 15,5% del área construida; mientras que, el espacio destinado al cuarto de herramientas o depósito, contaba con una superficie habitable de 2,29 m<sup>2</sup>, equivalente al 4,18% del área construida (p.19).

## 11. Diseño Arquitectónico

De acuerdo a lo anterior, para el diseño del modelo de vivienda de interés prioritario rural (VIPR), se trabajó en conjunto con la facultad de Arquitectura, se tuvo en cuenta las necesidades de la población rural y en base a esto se generó el programa arquitectónico, sin embargo, para emplazarse en las diferentes zonas climáticas del país, se sugiere modificar la altura de los muros, de acuerdo con la clasificación de Caldas.

La clasificación de Caldas fue ideada por Francisco José de Caldas en 1802. Considera únicamente el factor térmico y se fundamenta en la variación de la temperatura con la altura. Los rangos resultantes dan lugar a los denominados “pisos térmicos”, concepto que es válido principalmente en los países localizados en la franja tropical. (IDEAM, 2005)

- Piso térmico cálido, rango de elevación 0-800 m, rango temperatura  $\geq 24^{\circ}\text{C}$
- Piso térmico templado, rango de elevación 800-1800 m, rango temperatura  $24^{\circ}\text{C}$ - $18^{\circ}\text{C}$ .
- Piso térmico frío, rango de elevación 1800-2800 m, rango temperatura  $18^{\circ}\text{C}$ - $12^{\circ}\text{C}$ .
- Piso térmico muy frío, rango de elevación 2800-3700 m, rango temperatura  $12^{\circ}\text{C}$ - $6^{\circ}\text{C}$ .

Se debe considerar la variación de altura libre de las viviendas, de acuerdo con el clima del lugar en que se construirá. En caso de clima cálido, la altura entre pisos se sugiere de 2,80 m, en caso del clima templado 2,50 m, para climas frío o muy fríos 2,30 m.

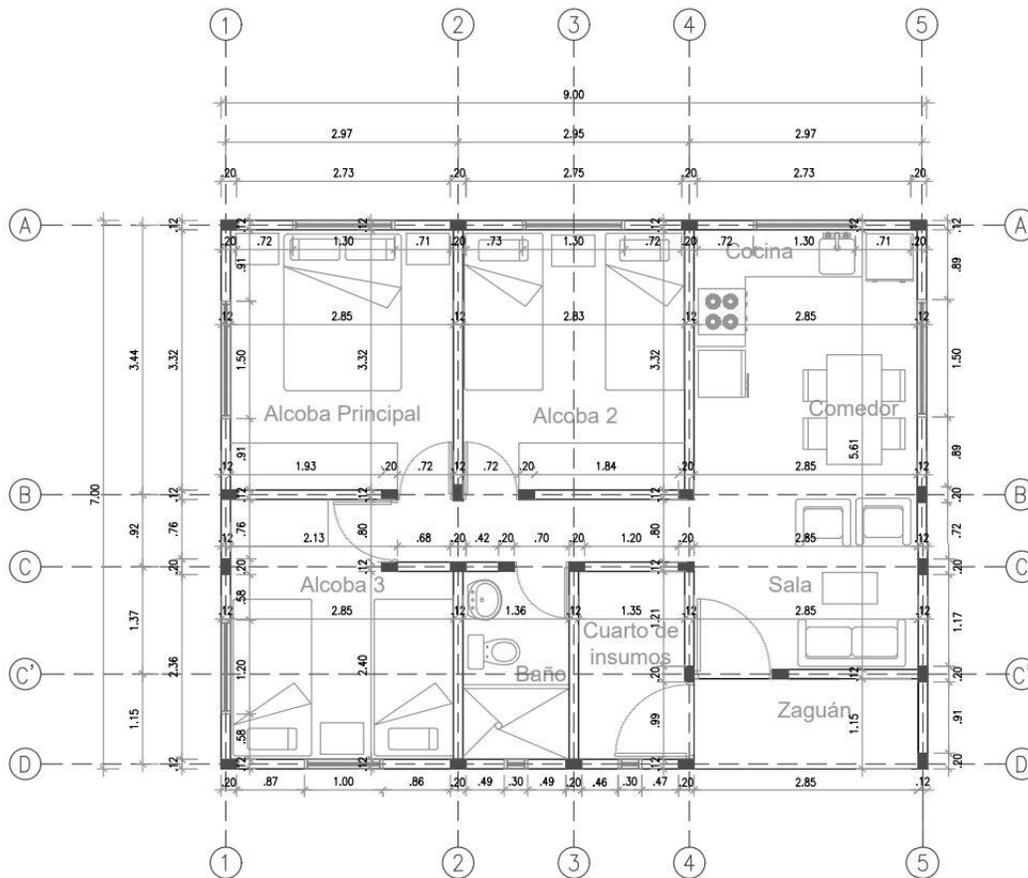
El modelo de vivienda cuenta con un área de construcción de 63 m<sup>2</sup>, es decir 13 m<sup>2</sup> por encima al exigido por el PNVISR, para su construcción se requiere de un espacio de 9,00 m de largo por 7,00 m de ancho, el cual consta de los siguientes espacios:

- Zaguán con un área de 3,27 m<sup>2</sup>, es un espacio cubierto contiguo a la entrada principal, se propuso en el diseño debido a que las personas que habitan en estas regiones, usualmente, afuera de sus viviendas colocan sillas o hamacas.
- Cuarto de herramientas para almacenar los insumos agrícolas y/o ganaderos con un área privada de 3,25 m<sup>2</sup>, con acceso desde el exterior de la vivienda con el fin de poder sacar o almacenar cualquier insumo sin necesidad de contaminar el resto de la vivienda, hacerlo de manera más ágil y práctica.
- Sala-comedor (espacio múltiple) con un área privada de 7,41 m<sup>2</sup>.
- Cocina con un área privada de 6,38 m<sup>2</sup>, colindando con muro fachada, el cual cuenta con una ventana para ventilación e iluminación natural.
- Corredor que da acceso a las demás dependencias de la vivienda consta de un área privada de 5,73 m<sup>2</sup> y un ancho de 0,80 m.
- Baño con un área privada de 3,25 m<sup>2</sup>, con espacio para lavamanos, sanitario y ducha.
- Alcoba principal (área privada de 9,45 m<sup>2</sup>) y dos alcobas secundarias (alcoba No. 2 área privada de 9,40 m<sup>2</sup> y alcoba No. 3 con un área privada de 8,60 m<sup>2</sup>), estas últimas con el espacio necesario para ubicar dos camas sencillas y su respectivo closet, sin embargo, estas podrán ajustarse con otro uso, dependiendo de las necesidades de cada núcleo familiar que la vaya habitar.

Para mayor detalle, revisar el Anexo 20.1. Plano Planta Arquitectónica.

**Figura 3.**

*Modelo de Vivienda (planta).*



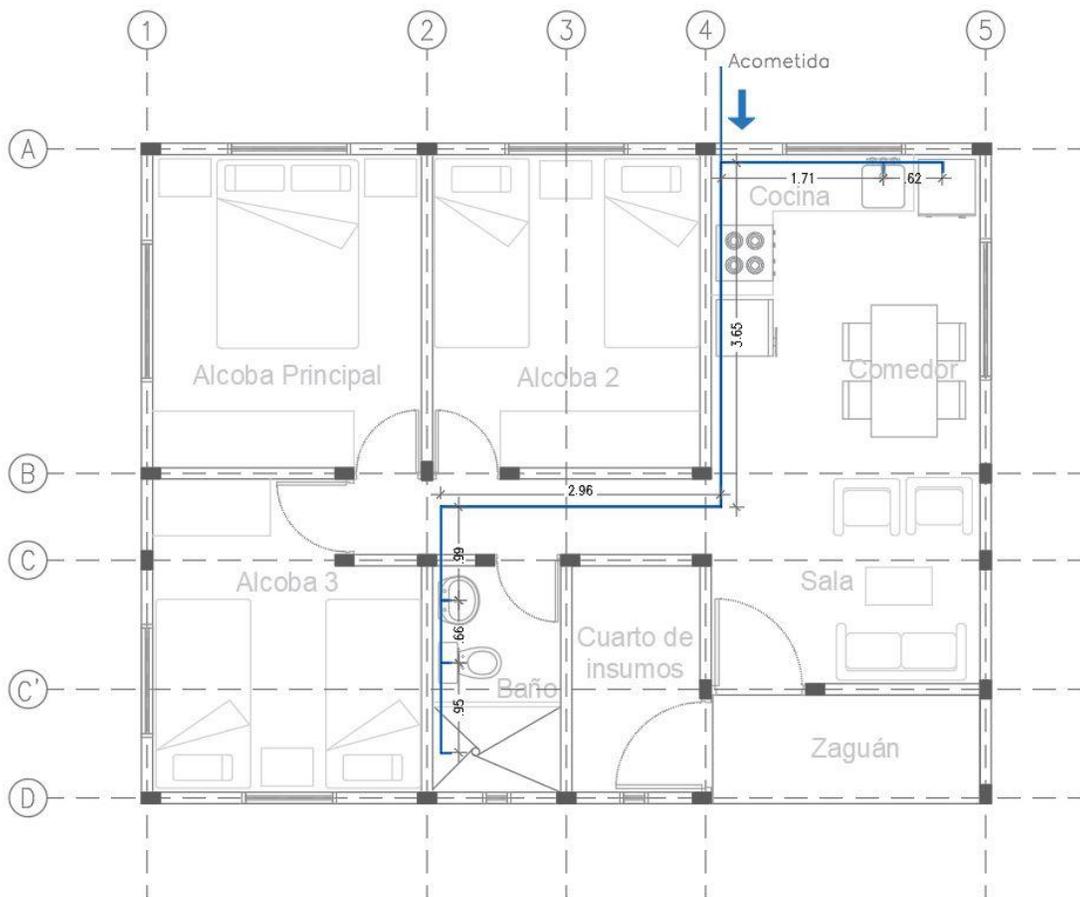
*Nota.* La figura representa el diseño arquitectónico propuesto con sus respectivos ejes y dimensiones. Elaboración propia.

## 12. Instalaciones Hidrosanitarias

La red hidráulica permite abastecer y distribuir el agua al interior de la vivienda, funciona por presión y provee agua para el lavamanos, sanitario, ducha, lavaplatos, etc., y la red sanitaria permite drenar las aguas residuales domésticas, ambas instalaciones son de vital importancia para garantizar la buena higiene y la calidad de vida de las personas que habitarán la vivienda. Tener en cuenta que el modelo de vivienda no contempla tanque elevado. A continuación, se muestra la posible conducción de redes hidrosanitarias.

**Figura 4.**

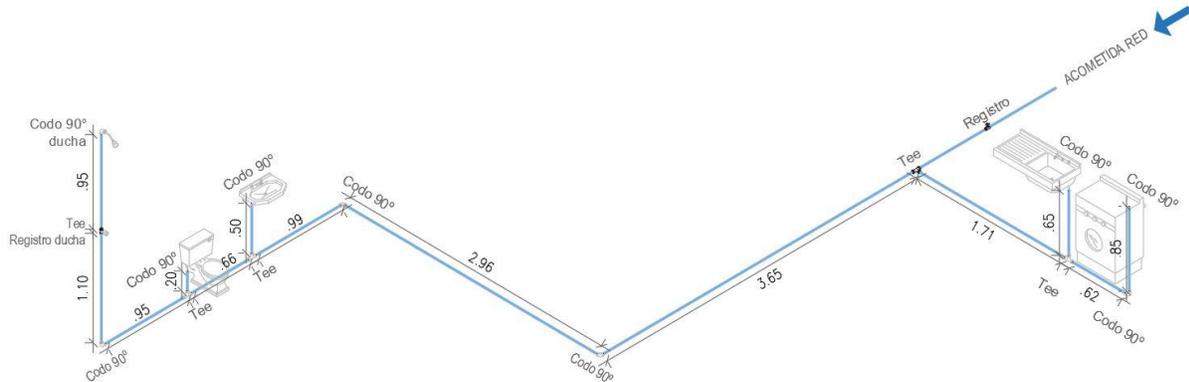
*Red de abastecimiento agua (planta).*



*Nota.* La figura representa la posible conducción de red hidráulica propuesta. Elaboración propia.

**Figura 5.**

*Red de abastecimiento agua (Isométrico).*



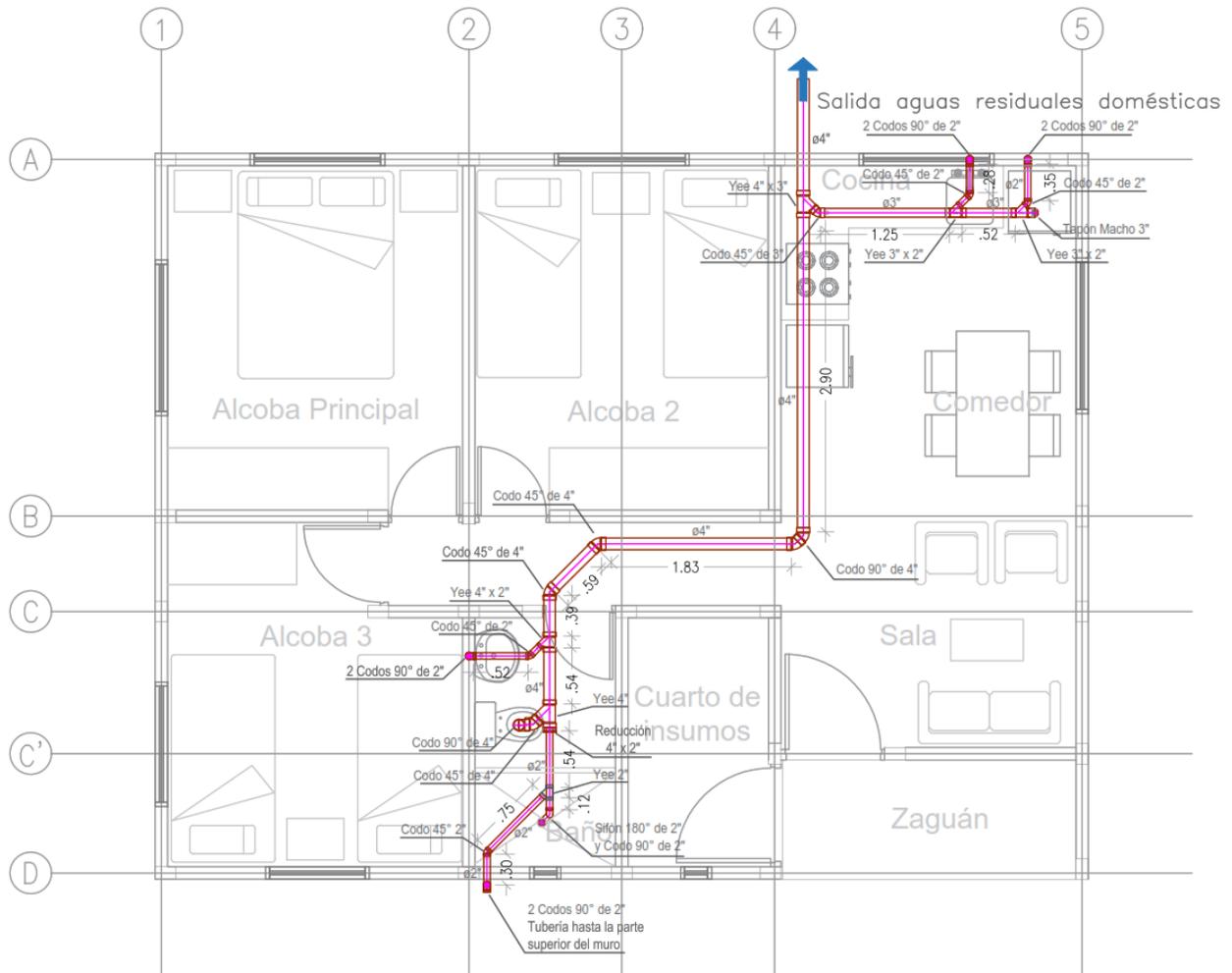
*Nota.* La figura representa la posible conducción de red hidráulica propuesta en vista isométrica. Elaboración propia.

Para el modelo de vivienda se propone la posible conducción de la red de abastecimiento de agua la cual consta de: tubería PVC de 1/2", las medidas se encuentran en la Figura 4 y Figura 5 y accesorios como; codos, tee, registro, etc., accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Para mayor detalle, revisar el Anexo 20.10. Plano Isométrico Red Hidráulica.

Para la red sanitaria, se propone la posible conducción compuesta por tubería PVC de 2", 3" y 4", además de accesorios, como codos a 45°, 90°, yee reducidas, uniones, sifón, etc. para su correcto funcionamiento. A continuación, se muestra en la Figura 6, la posible conducción de la red sanitaria en planta, que permitirá drenar las aguas residuales domésticas. Para mayor detalle, revisar el Anexo 20.11. Plano Planta Red Sanitaria. Tener en cuenta que el modelo de vivienda no contempla pozo séptico.

**Figura 6.**

*Red sanitaria (planta).*



*Nota.* La figura representa la posible conducción de la red de evacuación de aguas residuales domésticas.  
Elaboración propia.

### **13. Instalación Eléctrica**

Para esta instalación, se toma desde la acometida hacia el interior de la vivienda, dejando la conexión exterior a la empresa pública que corresponda hasta el respectivo medidor de energía. Desde el contador de la vivienda se cableará a una caja de corte o breakers donde se encontrarán los dispositivos de protección (breakers o tacos) que controlarán las distintas cargas, teniendo claro que los circuitos ramales se clasifican por su capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente aplicables al modelo de vivienda, los cuales serán de 15, 20, 30, 40 y 50 Amperios esto según el Artículo 220-3 inciso a) de la norma NTC 2050 que indica que “la capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua (carga que dure menos de tres horas seguidas en funcionamiento) más el 125% de la carga continua”.

Desde la caja de breakers se cableará con conductores que son cables o alambres usados para transmitir la energía eléctrica. El Artículo 110-5 de la norma señala que “los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, pero con los debidos ajustes de intensidad también se pueden usar conductores de aluminio”.

Para este modelo de vivienda se usarán cables de cobre, el calibre de los conductores esta estandarizado según la AWG (American Wire Gauge) como nos expresa el Artículo 110-6 de la NTC 2050. Y se estableció que se usará un cable #12 AWG LSHF (Low Smoke Halogen Free) libre de halógenos y baja emisión de humos, retardante a la llama, que es óptimo para alambrado interior, tableros, circuitos eléctricos de baja tensión, siguiendo la configuración de colores para los conductores que también está establecido en la Tabla 13 del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), con el propósito de determinar cuál de los diferentes conductores

usados en una instalación eléctrica es portador de corriente para tener todos los cuidados necesarios.

**Tabla 1.**

*Norma de colores de los conductores, Tabla 13 del Artículo 11° del RETIE.*

SISTEMA	MONOFASICO		TRIFASICO				
			(Y)ESTRELLA		(Δ-)DELTA	(Δ)DELTA	
<b>Tensión (V)</b>	<b>120</b>	<b>120/240</b>	<b>208/120</b>	<b>480/277</b>	<b>240/208/120</b>	<b>240</b>	<b>480</b>
<b>Fases</b>	1	2	3	3	3	3	3
<b>Neutro</b>	1	1	1	1	1	N/A	N/A
<b>Fases</b>	Negro	Negro	Amarillo	Amarillo	Negro	Negro	Amarillo
		Rojo	Azul	Naranja	Naranja	Azul	Naranja
			Rojo	Café	Azul	Rojo	Café
<b>Neutro</b>	Blanco	Blanco	Blanco	Gris	Blanco	N/A	N/A
<b>Tierra de Protección</b>	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde				
<b>Tierra Aislada</b>	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	N/A	Verde amarillo	N/A	N/A

*Nota.* La tabla representa el código de colores para conductores. Tomado de “T ARTÍCULO 11°. SÍMBOLOS ELÉCTRICOS Y SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD” por Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas [RETIE], 2008. (<https://conatel.org/wp-content/uploads/2019/07/RETIE-RESOLUCION-18-1294-AGOSTO-06-DE-2008.pdf>)

Según el Artículo 15° del RETIE, “toda instalación eléctrica debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla”, por lo que el sistema eléctrico estará protegido con una puesta a tierra compuesta de una varilla copperweld que se encargará de aterrizar las instalaciones desde la misma caja de breakers.

En el baño se debe ubicar un tomacorriente cercano al lavamanos GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter), el cual está diseñado para evitar choques eléctricos accidentales o electrocución evitando el paso de la corriente a tierra. En la cocina se debe instalar tomas en un circuito para alimentar artefactos situados en los mesones. La norma NTC 2050 indica que, “en cada cuarto habitable se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared, así como en los cuartos de baño, recibidores, escaleras, garajes anexos y garajes independientes con instalación eléctrica, y en el exterior de las entradas o salidas al exterior”. Por su parte el Artículo 16.1 del RETIE indica lo siguiente: en una instalación eléctrica, un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales.

- a) Suministrar una cantidad de luz suficiente para el tipo de actividad que se desarrolle.
- b) El método y los criterios de diseño y cálculo de la iluminación deben asegurar los valores de coeficiente de uniformidad adecuados a cada aplicación.
- c) Controlar las causas de deslumbramiento.
- d) Prever el tipo y cantidad de fuentes y luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta sus eficiencias lumínicas y su vida útil.
- e) Utilizar fuentes luminosas con la temperatura y reproducción del color adecuado a la necesidad.
- f) Propiciar el uso racional y eficiente de la energía eléctrica requerida para iluminación, utilizando fuentes de alta eficacia lumínica e iluminando los espacios que efectivamente requieran de iluminación.
- g) Atender los lineamientos del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

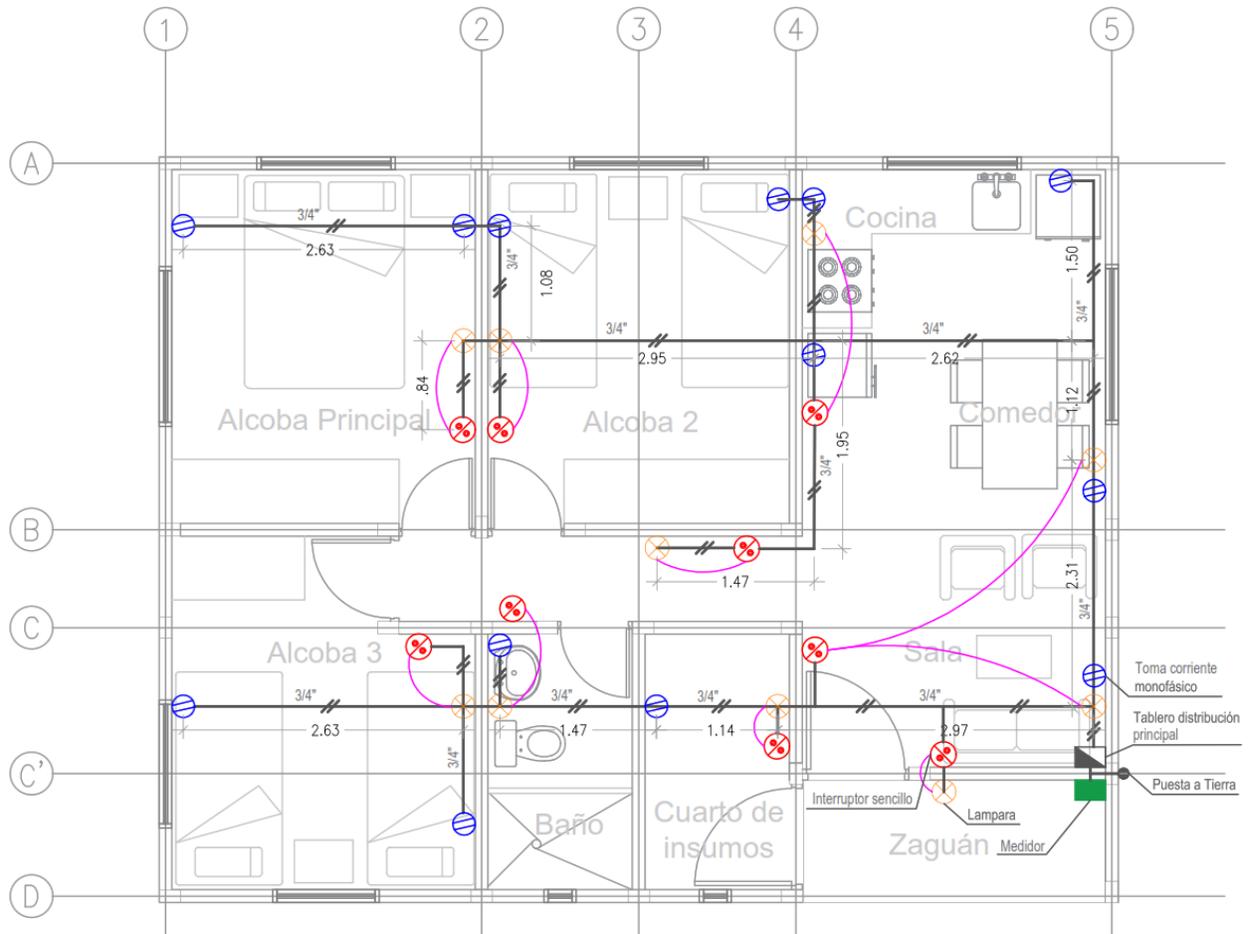
h) Los sistemas de control de las lámparas, deben estar dispuestos de manera tal que se permita el uso racional y eficiente de la energía, para lo cual debe garantizarse alta selectividad de las áreas puntuales a iluminar y combinar con sistemas de iluminación general.

Según la NTC 2050 sección 210-23 “en ningún caso la carga debe exceder a la corriente nominal del circuito ramal. Está permitido que un circuito ramal individual alimente cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal.

- a) Circuitos ramales de 20 A. Se usará un breaker para tomacorrientes de habitaciones y sala comedor de 20 Amp.
- b) Para las tomas de la cocina, baño e insumos que son GFCI se usará un breaker de 20 Amp en un circuito independiente.
- c) Para la iluminación también se usará un circuito con breaker de 20 Amp.
- d) La ducha eléctrica tendrá un Circuito de 40 Amp exclusivo para la ducha eléctrica.

**Figura 7.**

*Red eléctrica (planta).*



*Nota.* La figura representa la posible conducción de la red eléctrica. Elaboración propia.

La Figura 7 y el Anexo 20.12. Plano Planta Red Eléctrica, muestran la posible conducción de la red eléctrica para el modelo de vivienda.

## **14. Requerimientos Técnicos de Cimentaciones**

### **14.1. Generalidades**

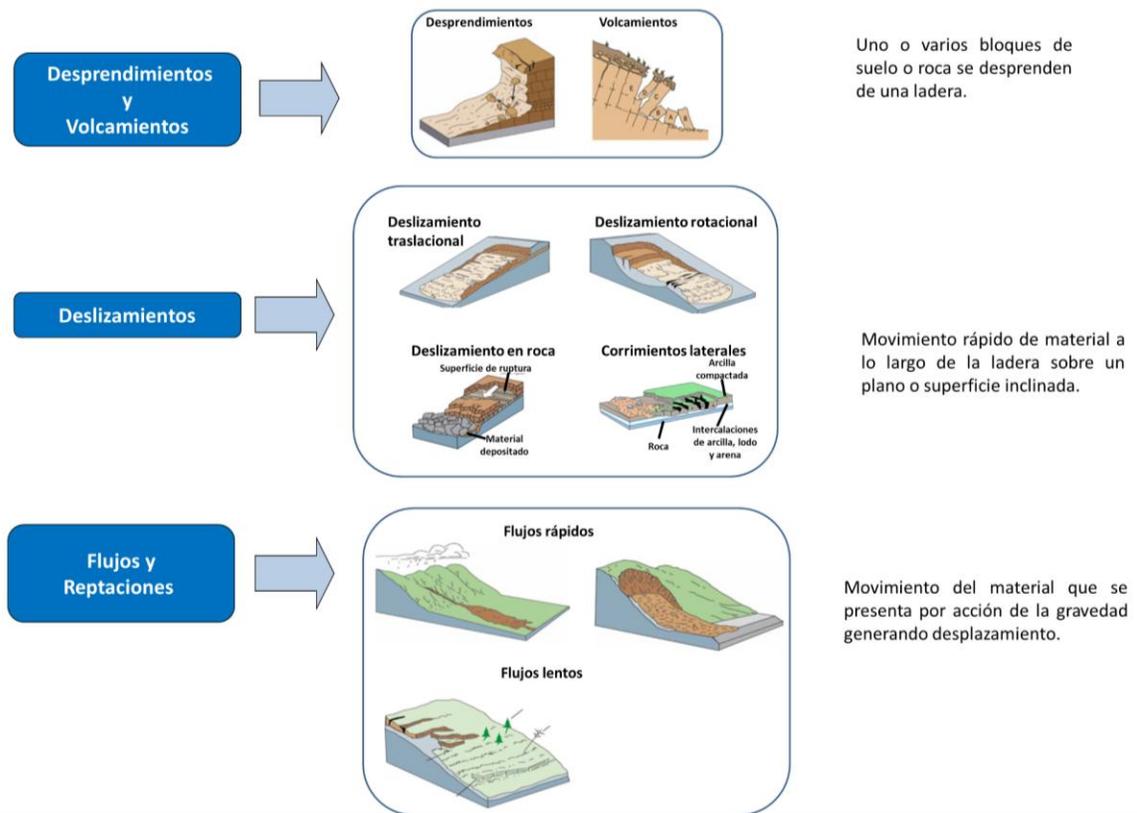
#### **14.1.1. Investigación mínima**

A continuación, se mencionan los requisitos mínimos para la construcción de cimentaciones de acuerdo al título E de la NSR-10.

- Se debe verificar el comportamiento de viviendas similares en la zona de construcción, es decir, que no presente agrietamientos, asentamientos excesivos, pérdida de verticalidad, compresibilidad y expansibilidad excesiva en los suelos.
- También es importante verificar la ausencia de procesos de remoción en masa, es decir, que en la zona no se presente fenómenos de erosión, deslizamientos de tierra, áreas de actividades mineras, cuerpos de agua u otros fenómenos que puedan afectar la estabilidad de la vivienda.
- Por cada tres unidades de vivienda construida o 300 m<sup>2</sup> de construcción, se debe realizar mínimo un apique a una profundidad mínima de 2,00 m para verificar las condiciones del terreno.
- Al realizar los apiques, debe quedar constancia de los diferentes espesores de materiales tanto superficial como de apoyo de la cimentación. Se debe retirar el descapote, materia orgánica y escombros que pueda encontrarse.
- Si las condiciones del suelo son inadecuadas para la estabilidad de la vivienda, o la pendiente del terreno es mayor al 30%, será obligatorio realizar un estudio de suelos (ver Nota 1).

**Figura 8.**

*Principales tipos de movimientos en masa.*



*Nota.* La figura representa los principales tipos de movimiento en masa. Tomado de “Caracterización General del Escenario de Riesgo por Movimientos en Masa en Bogotá” Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER], 2022. (<https://www.idiger.gov.co/rmovmasa>)

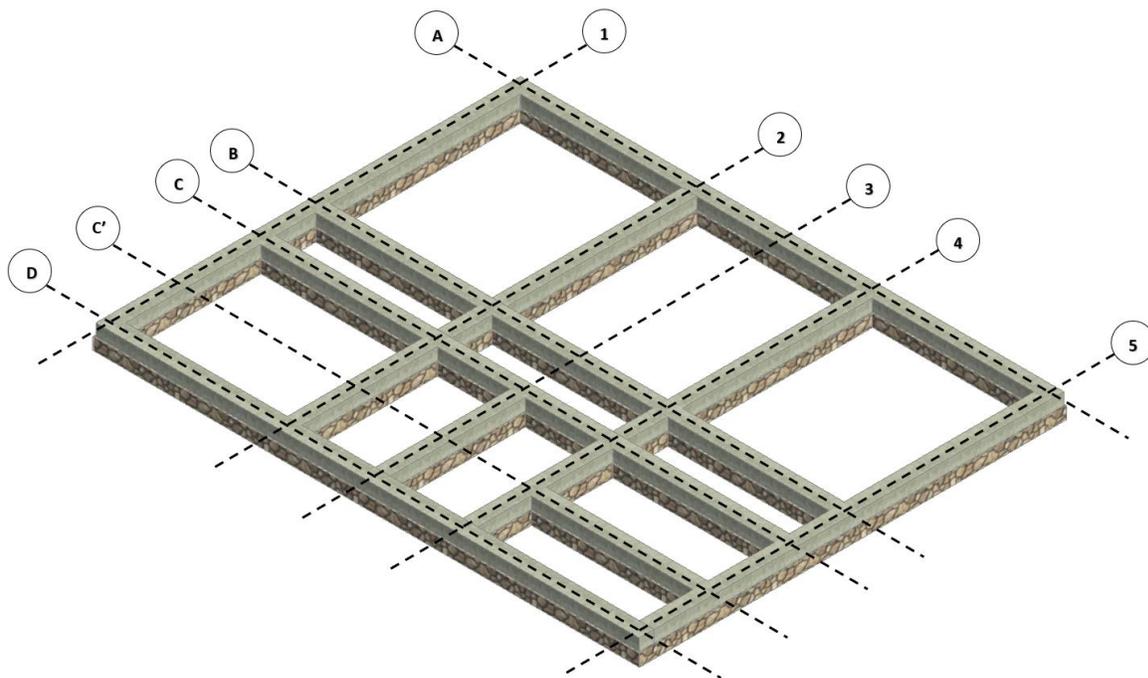
### 14.1.2. Sistema de cimentación

Para viviendas de uno y dos pisos, el título E de la NSR-10 nos permite construir la cimentación sin necesidad de un diseño estructural. Para este caso, se propone que el sistema esté compuesto con cimentación en concreto ciclópeo y vigas de cimentación (Figura 9 y Anexo 20.6. Plano Planta de Cimentación.).

- La cimentación debe ser un sistema reticular en planta, es decir, que forme anillos rectangulares.
- Para cada muro estructural se debe contar con una viga de cimentación.
- Ningún elemento de la cimentación puede ser discontinuo, es decir, todas las vigas deben estar cerradas.
- Las uniones entre vigas deben ser monolíticas.

**Figura 9.**

*Sistema de cimentación modelo de vivienda VIPR.*



*Nota.* La figura representa el sistema de cimentación utilizado para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

### 14.1.3. Configuración en planta

En este caso, es importante verificar que, si la relación entre la longitud y el ancho de uno de los anillos de cimentación es mayor que dos, o si la longitud es mayor a 4,00 m, se debe construir una viga de cimentación intermedia, así esta no sirva de apoyo a ningún muro, y sus dimensiones mínimas pueden reducirse a 20 cm por 20 cm.

$$\frac{L1}{A1} > 2 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$L1 > 4,00 \text{ m} \quad (\text{Ecuación 2})$$

En donde,

- L1 = Longitud del anillo de cimentación (m).
- A1 = Ancho del anillo de cimentación (m).

Para entender lo expuesto anteriormente, se explica un ejemplo con base en la Figura 10, en la cual no es necesario construir una viga de cimentación intermedia. A continuación, se aplica la

**Ecuación 1:**

$$\frac{L1}{A1}$$

$$\frac{3,19 \text{ m}}{2,72 \text{ m}} < 2$$

$$1,17 < 2 \quad (\text{Si cumple})$$

Realizando el mismo ejercicio, pero con la **Ecuación 2**, obtendremos:

$$L1$$

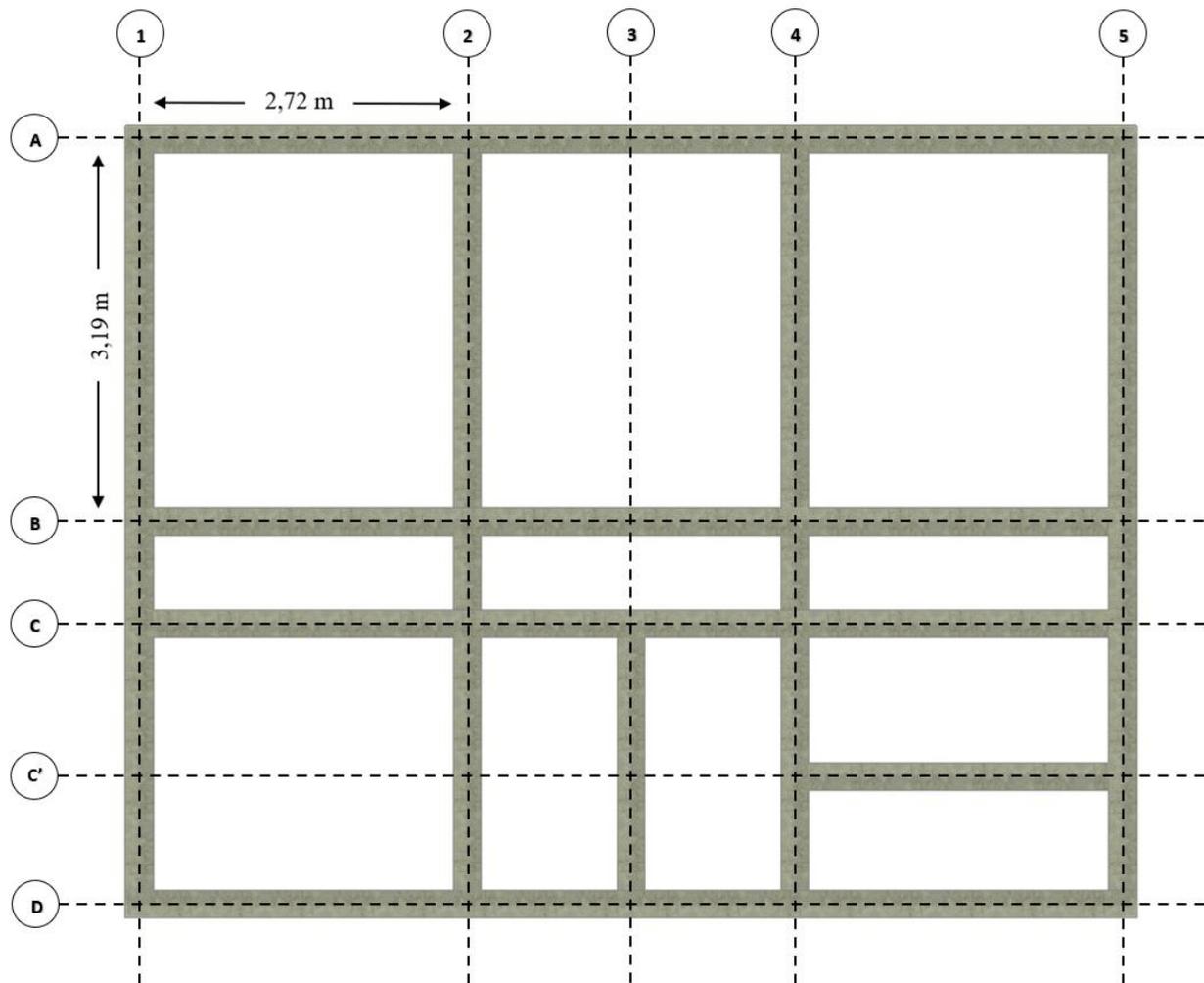
$$3,19 \text{ m} < 4,00 \text{ m} \quad (\text{Si cumple})$$

Por lo tanto, la cimentación cumple con todos los criterios de la NSR-10.

(AIS, 2010, E-8)

**Figura 10.**

*Configuración en planta modelo de vivienda VIPR.*



*Nota.* La figura representa la configuración en planta con relación entre la longitud y el ancho de uno de los anillos de cimentación utilizados para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

**Nota 1:**

Si el terreno cuenta con los siguientes condicionamientos:

- a) Suelos que presenten inestabilidad lateral.
- b) Suelos con pendientes superiores al 30%.
- c) Suelos con compresibilidad excesiva.
- d) Suelos con expansibilidad de intermedia a alta.

- e) Suelos que presenten colapsibilidad.
- f) Suelos en zonas que presenten procesos de remoción en masa, áreas de actividad minera activa, en recuperación o suspendida, erosión, cuerpos de agua u otros que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de las casas.

Debe realizarse un estudio de suelos siguiendo los lineamientos del título H de la NSR-10. (AIS, 2010, E-7).

### 14.2. Estructuración de la cimentación

Para el modelo de vivienda de un piso en mampostería confinada presentado, se tendrán en cuenta los valores mínimos resaltados en rojo para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones.

**Tabla 2.**

*Valores mínimos para cimentaciones.*

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP <sub>a</sub>	
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f <sub>y</sub>	f <sub>c</sub>
	Bahareque	200 mm	250 mm		
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm		
	Bahareque	150 mm	200 mm		
Acero Longitudinal Estribos		4 No. 3 (ó 10M) No. 2 a 200 mm	4 No. 4 (ó 12M) No. 2 a 200 mm	420	17
				240	
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412	
	Bahareque	No. 3	No. 4		

*Nota.* La tabla representa los valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones. Tomado de “Título E - Casas de uno y dos pisos” por Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10], 2010.

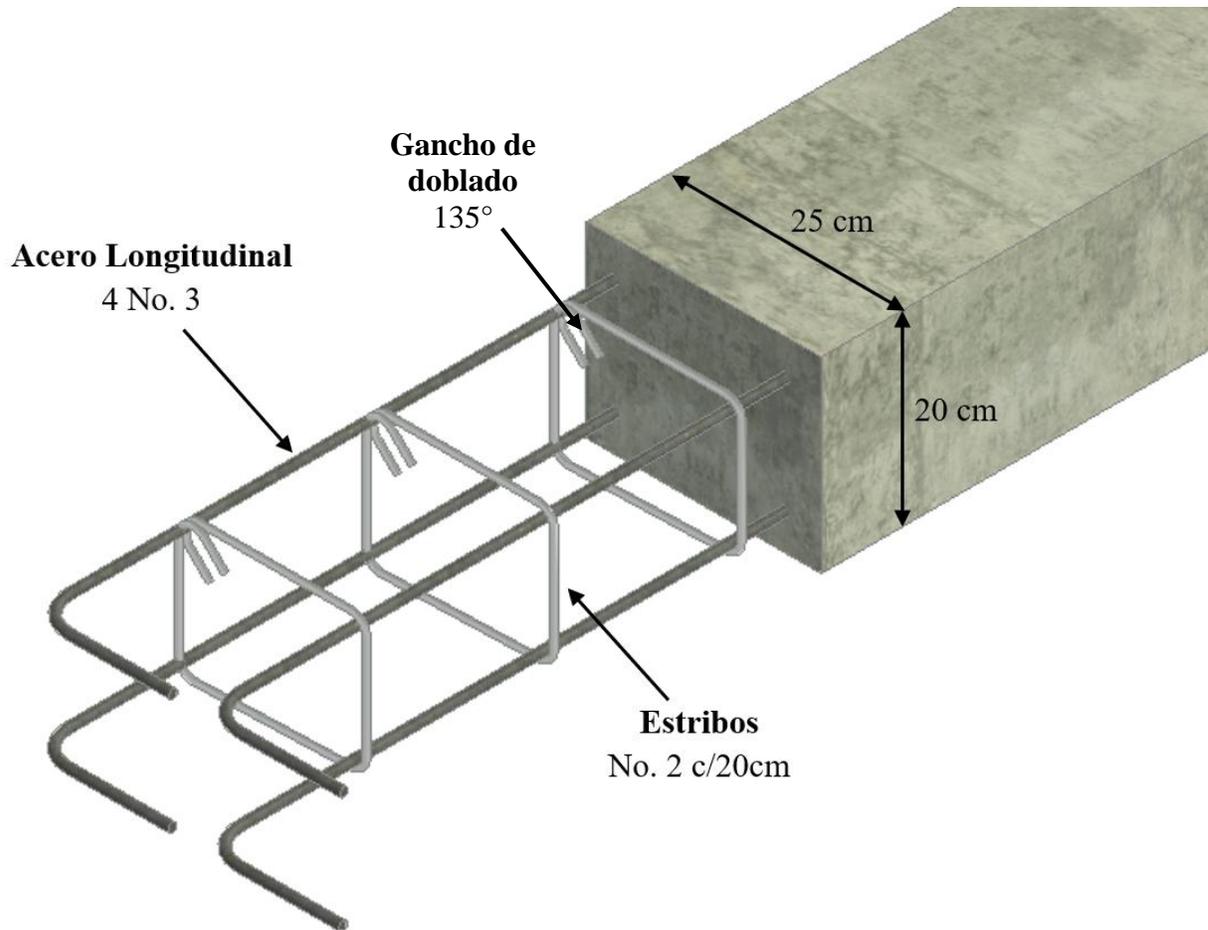
([http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10\\_Titulo\\_E.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_E.pdf))

En la Figura 11, se logra detallar la estructura de la cimentación, la cual contempla una dimensión de 25 cm de ancho por 20 cm de alto. Para el acero longitudinal, deberá tener cuatro

varillas No. 3 o su equivalente de 3/8". En cuanto a los estribos, estos deberán contar con una dimensión de 20 cm de ancho por 15 cm de alto y la curvatura del gancho de doblado debe ser de un ángulo interior de 135° o en diagonal.

**Figura 11.**

*Estructura de la viga de cimentación.*



*Nota.* La figura representa la estructura de las vigas de cimentación empleadas para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

### 14.2.1. Cimentaciones sobre terreno inclinado

Para terrenos en donde se encuentre pendientes entre el 20% y 30% de inclinación (ver 14.2.1.1. Ejemplo cálculo de pendiente de un terreno), se deberá utilizar pilares de sección circular en concreto reforzado para garantizar la estabilidad de la cimentación. Estos pilares deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- La sección circular del pilote debe ser de un diámetro mínimo de 30 cm.
- La altura mínima debe ser de 1,00 m.
- La separación entre cada pilote debe ser máximo de 5,00 m, esta distancia debe ser medida entre ejes.
- Para el acero de refuerzo longitudinal deberá ser de 4 barra N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) y para los estribos deberá ser de barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) cada 20 cm formando anillos de 15 cm x 15 cm. Importante anclar el acero a la viga de cimentación.
- Según la NSR-10 Título E.6.2.3 Colocación de las Armaduras, es importante dejar un recubrimiento de mínimo 5 cm para suelo seco y mínimo 7,5 cm para suelo húmedo. Esto para evitar que el acero haga contacto con el suelo y se ocasione una corrosión.

(AIS, 2010, E-6.2.3)

Para entender los parámetros descritos anteriormente, por favor ver Figura 16, Figura 17 y

Figura 18.

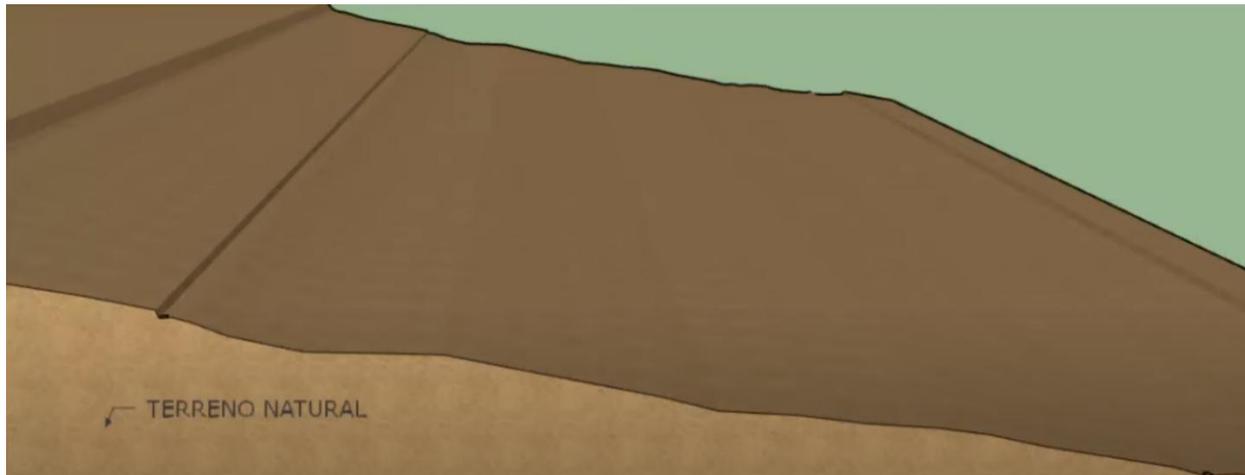
### 14.2.1.1. Ejemplo cálculo de pendiente de un terreno

Para poder saber la pendiente de cualquier terreno en campo, solo necesitaremos los siguientes materiales: lápiz y papel, dos estacas de madera de aproximadamente 1,50 m, una manguera transparente de igual o más longitud que la distancia entre las estacas, y un flexómetro.

**Paso 1:** ubicar el terreno inclinado al cual se calculará la pendiente.

**Figura 12.**

*Inclinación de terreno natural.*



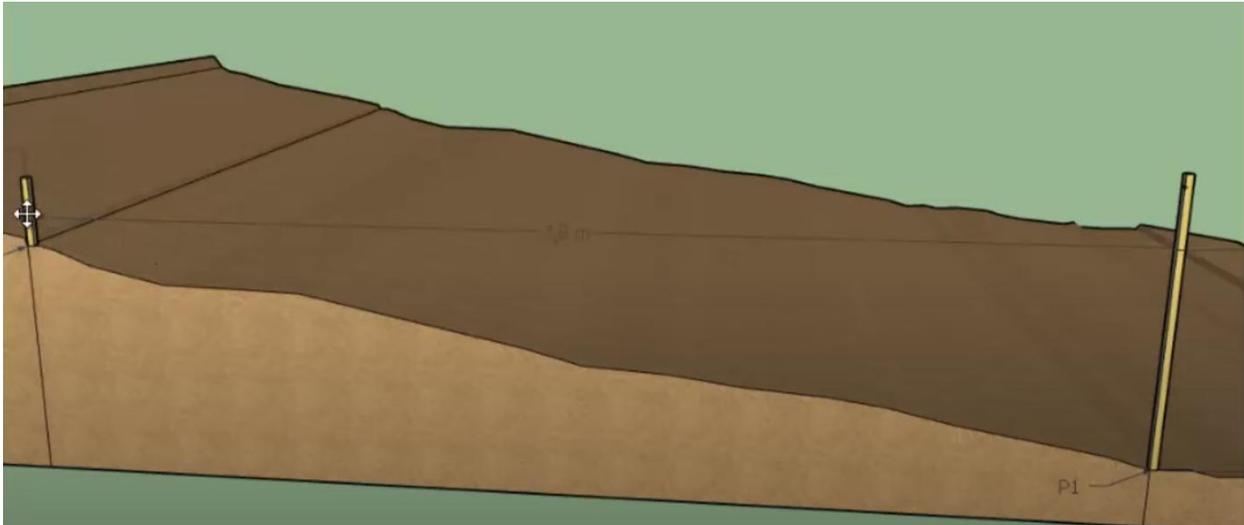
*Nota.* La figura representa un ejemplo del terreno natural inclinado. Tomado de “Cómo Obtener LA PENDIENTE DE UN TERRENO, Usando MANGUERA DE NIVELES” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2020.

(<https://youtu.be/ttR-dEyarM4>)

**Paso 2:** anclar las dos estacas de madera a una distancia determinada.

**Figura 13.**

*Posicionamiento de estacas en madera.*

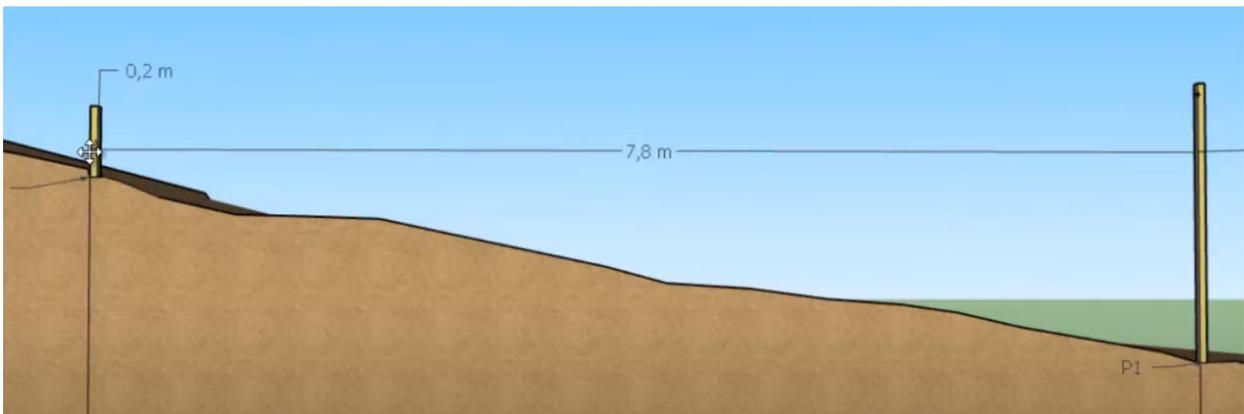


*Nota.* La figura representa un ejemplo del posicionamiento de estacas en madera. Tomado de “Cómo Obtener LA PENDIENTE DE UN TERRENO, Usando MANGUERA DE NIVELES” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2020. (<https://youtu.be/ttR-dEyarM4>)

**Paso 3:** en la estaca que queda en el punto más alto, hacer una marca a 20 cm del suelo.

**Figura 14.**

*Marcación de estaca a 20 cm del suelo.*



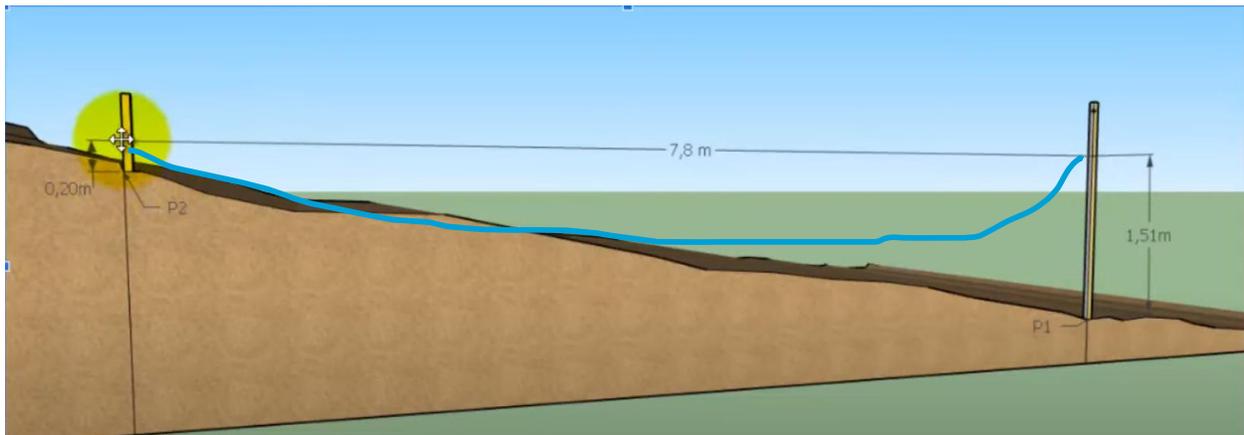
*Nota.* La figura representa un ejemplo de la marcación de estaca a 20 cm del suelo. Tomado de “Cómo Obtener LA PENDIENTE DE UN TERRENO, Usando MANGUERA DE NIVELES” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2020. (<https://youtu.be/ttR-dEyarM4>)

**Paso 4:** llenar la manguera con agua y ubicar un extremo en la marca de 20 cm de la estaca del punto alto, y el otro extremo en la otra estaca hasta que nivele el agua y marcar ese punto.

Medimos y anotamos esa distancia vertical entre la marca de la estaca y el terreno, y le restamos 20 cm.

**Figura 15.**

*Ubicación de manguera de niveles.*

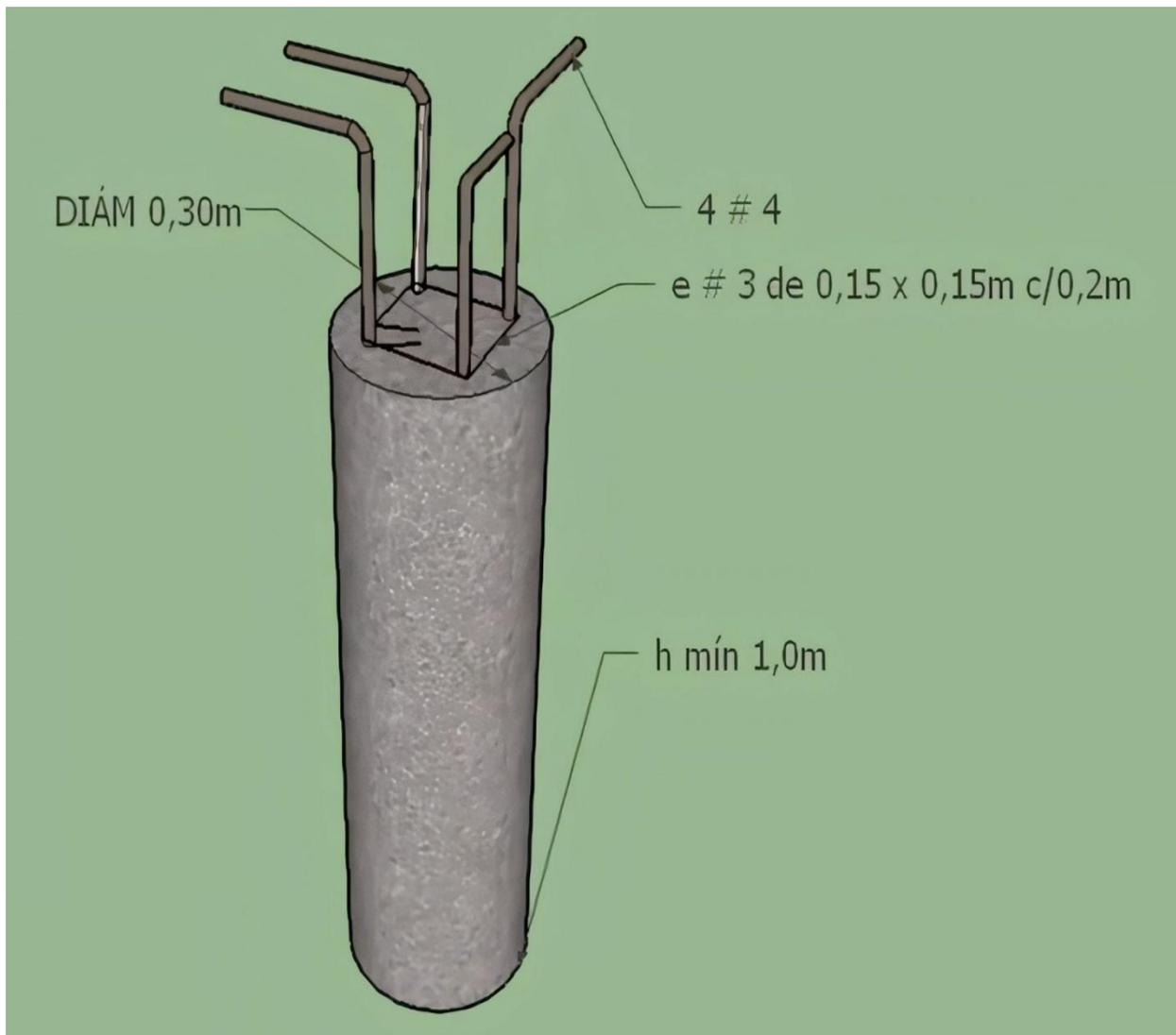


*Nota.* La figura representa un ejemplo de la ubicación de la manguera de niveles en el terreno. Tomado de “Cómo Obtener LA PENDIENTE DE UN TERRENO, Usando MANGUERA DE NIVELES” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2020. (<https://youtu.be/ttR-dEyarM4>)

Para el valor de pendiente, solo hay que dividir la altura de la marcación de la primera estaca entre la distancia horizontal de ambas estacas y multiplicar el resultado por 100.

**Figura 16.**

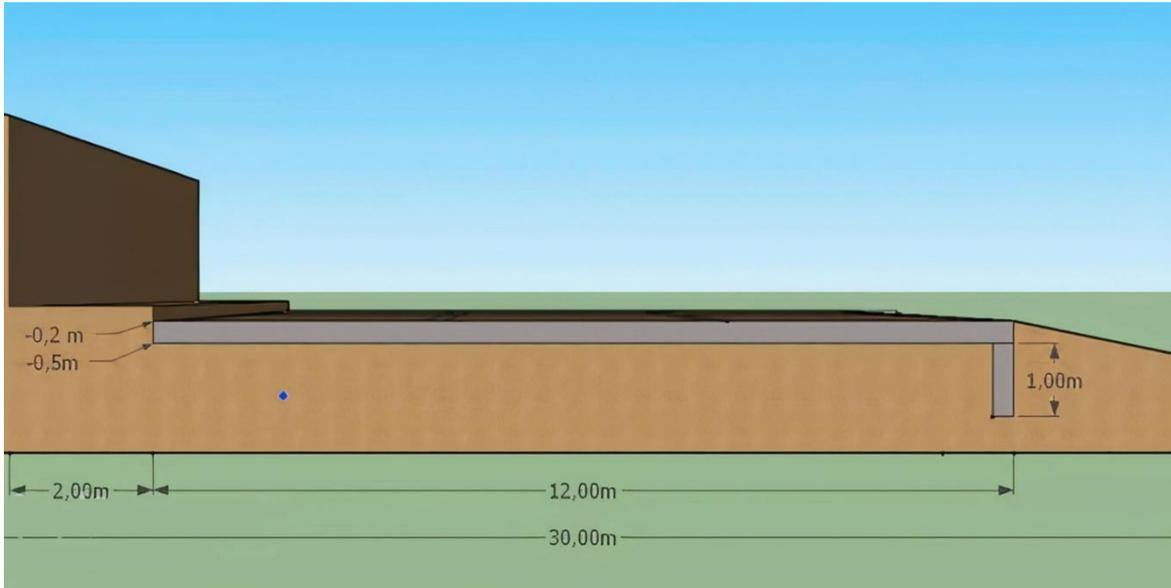
*Estructura de pilote en concreto para terreno inclinado.*



*Nota.* La figura representa un ejemplo de la estructura de un pilote en concreto para terreno inclinado. Tomado de “Cimentaciones en terreno inclinado + Como construir Pilotines o Micropilotes” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2018. (<https://youtu.be/zocRKEztQCA>)

**Figura 17.**

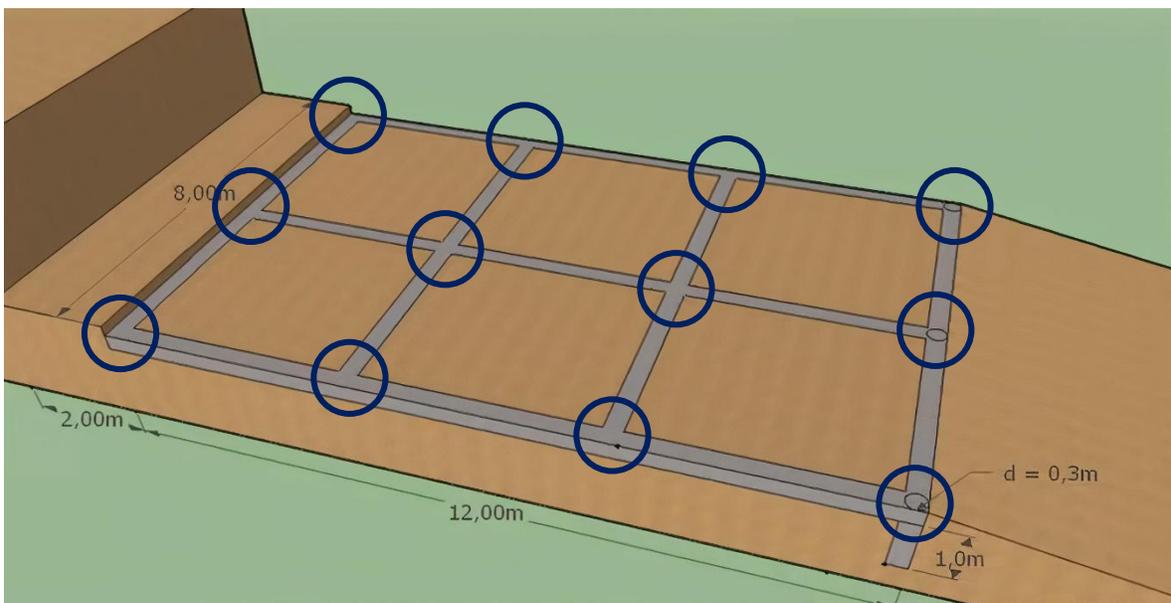
*Ejemplo de vista en corte para pilotes de cimentación.*



*Nota.* La figura representa un ejemplo de vista en corte para pilotes en concreto para terreno inclinado. Tomado de “Cimentaciones en terreno inclinado + Como construir Pilotines o Micropilotes” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2018. (<https://youtu.be/zocRKEztQCA>)

**Figura 18.**

*Representación de ubicación de pilotes en concreto para terreno inclinado.*



*Nota.* La figura representa un ejemplo de la ubicación de pilotes en concreto para terreno inclinado. Tomado de “Cimentaciones en terreno inclinado + Como construir Pilotines o Micropilotes” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2018. (<https://youtu.be/zocRKEztQCA>)

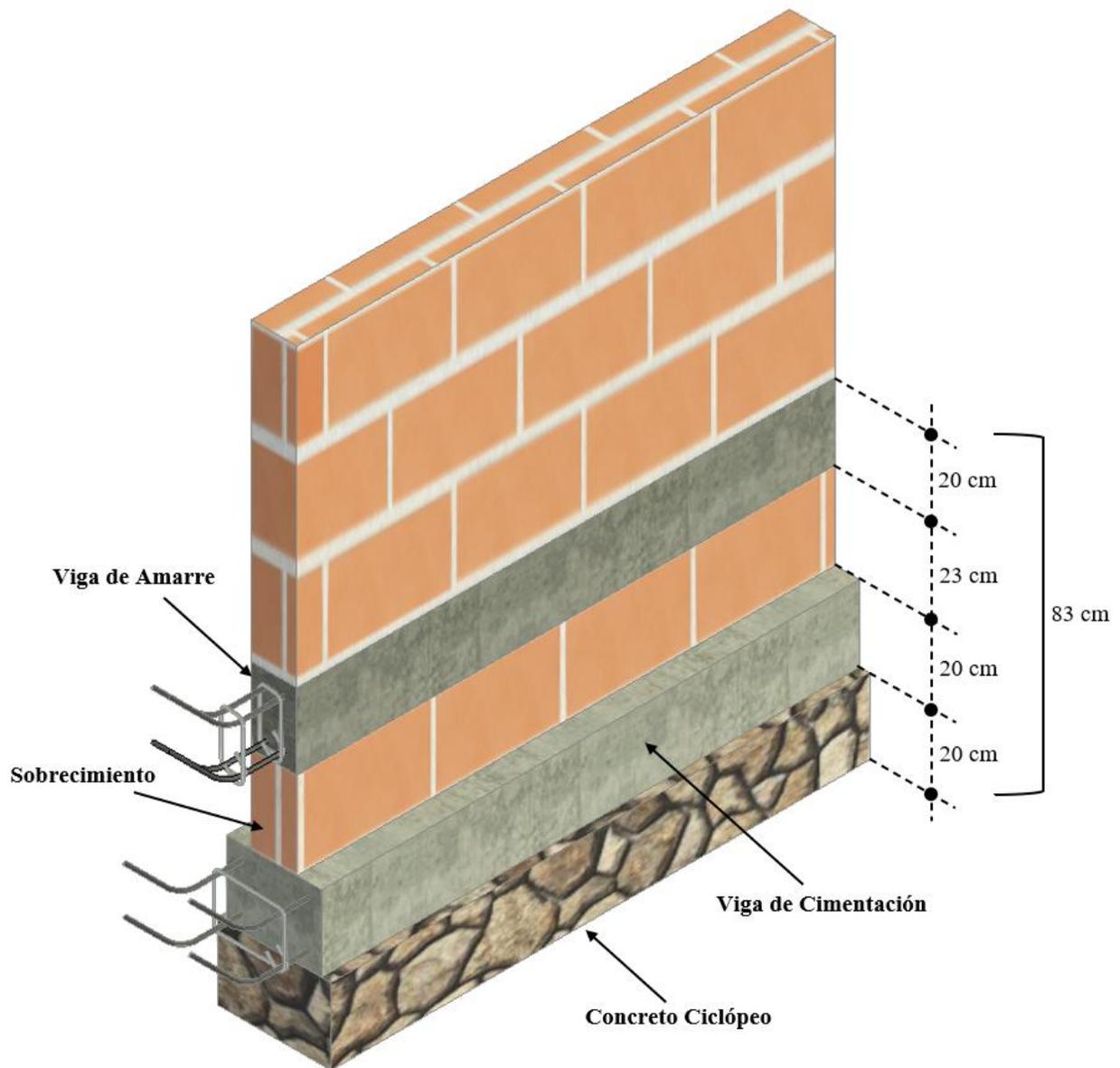
### 14.2.2. Sobrecimientos

De acuerdo al título E de la NSR-10, se deberán cumplir los siguientes requisitos para los sobrecimientos. De igual forma, se detalla la estructura del mismo en la Figura 19.

- Las vigas de cimentación deben estar a un nivel inferior de mínimo 50 cm del acabado de piso.
- El sobrecimiento se puede construir en mampostería confinada, reforzada o en concreto, debe sobresalir mínimo 8 cm y aplica para cualquier tipo de terreno.
- Se debe anclar a la cimentación por medio de acero de refuerzo N° 3 (3/8”).
- Los sobrecimientos que se construyan con mampuestos deben terminar en la parte superior con vigas de amarre.
- Cuando la profundidad de la capa de suelo idóneo es mayor de 70 cm, se puede reducir la altura del sobrecimiento, ubicando la viga de cimentación sobre un concreto ciclópeo (concreto 60% - piedra 40%). Este relleno deberá tener unas dimensiones de 30 cm de ancho por 20 cm de alto.
- La placa de contrapiso debe separarse lateralmente del sobrecimiento y no se debe unir con la estructura de cimentación.
- Para las instalaciones hidrosanitarias, estas deben estar sobre las vigas de cimentación, es decir, deben atravesar el sobrecimiento. También pueden pasar por debajo de las vigas de cimentación, es decir, deben atravesar el concreto ciclópeo a una distancia vertical mayor de 10 cm entre el fondo de la viga y el borde superior de la tubería. De ninguna manera deben atravesar las vigas de cimentación.

**Figura 19.**

*Estructura del sobrecimiento.*



*Nota.* La figura representa la estructura del sobrecimiento empleado para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

## 15. Requerimientos Técnicos de Mampostería Confinada

### 15.1. Muros confinados estructurales

De acuerdo con el ejemplo ilustrativo de la Figura 21, en donde se detalla la estructura de un muro confinado, se deben cumplir con los siguientes parámetros.

- Estos muros soportan fuerzas horizontales originadas por el viento o los sismos. También soportan cargas verticales, tales como cargas muertas (el entrepiso, la cubierta, los muros) y cargas vivas (personas que usan la vivienda).
- Deben tener continuidad vertical, es decir, desde la cimentación hasta la viga de amarre superior.
- No deben tener aberturas (ver 15.4.1. Ejemplo aberturas de muros).
- Deben tener confinamiento tanto vertical como horizontal.
- Si hay una pérdida de sección del muro mayor al 50%, se deben considerar como dos muros independientes y confinar ambos. (ver 15.1.1. Ejemplo pérdida de sección). (AIS, 2010, E-11).

#### 15.1.1. Ejemplo pérdida de sección

Para lograr entender los parámetros expuestos anteriormente acerca de la pérdida de sección en muros, a continuación, se explica un ejemplo ilustrativo de un muro el cual cuenta con un espesor de 12 cm y una tubería empotrada de 3”.

##### **Muro**

- Espesor de muro = 12 cm
- 50% espesor del muro = 6 cm

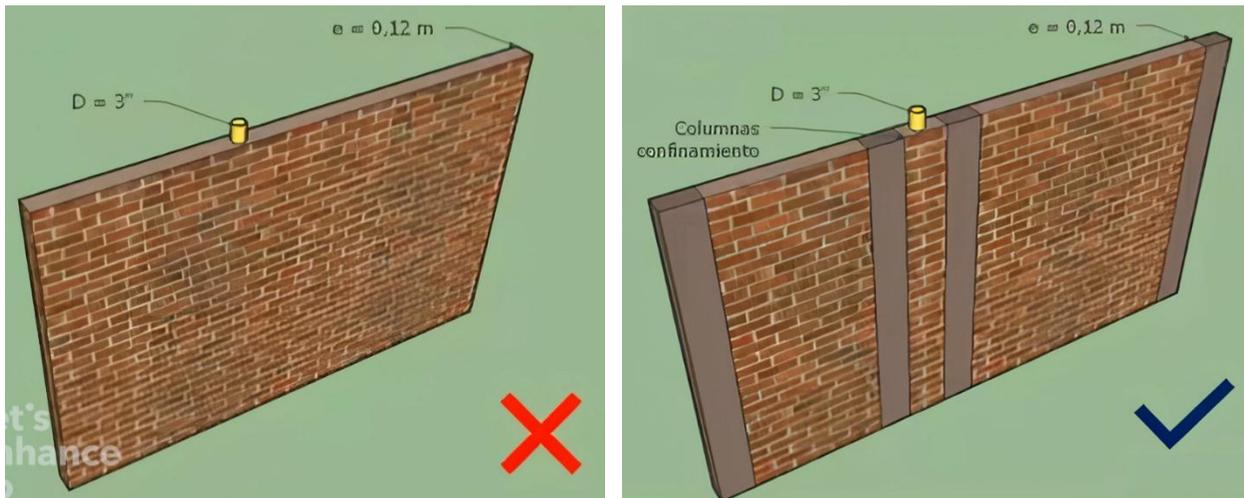
## Tubería

- Diámetro tubería 3" debe ser  $\leq 50\%$  espesor del muro
- Diámetro tubería 3"  $\approx 7,6$  cm
- Por lo tanto,  $7,6$  cm  $> 6$  cm (No cumple con los parámetros)

De acuerdo a que no cumple con los parámetros anteriores, se debe considerar como dos muros independientes y confinarse ambos como se muestra en la Figura 20.

**Figura 20.**

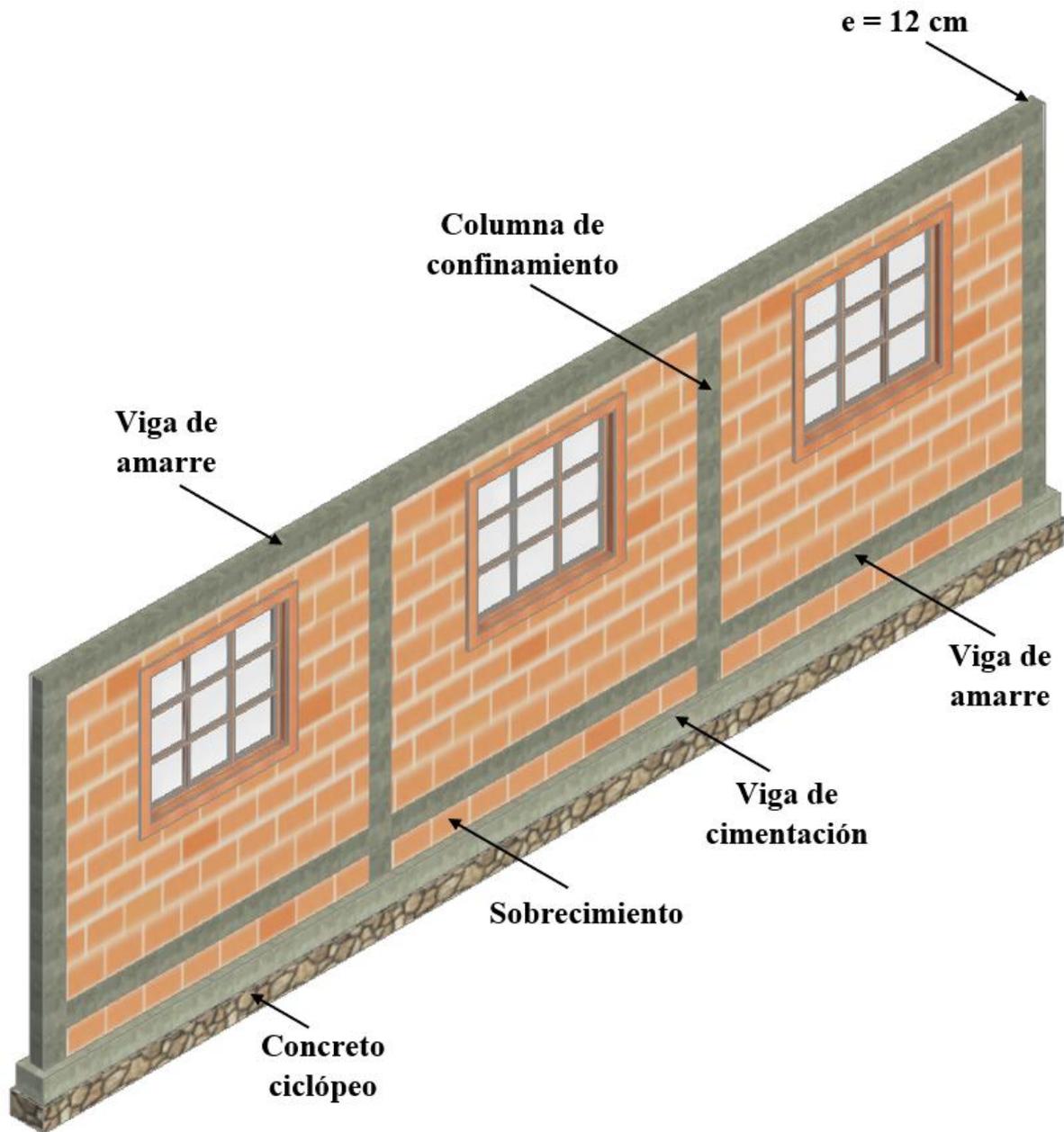
*Ejemplo pérdida de sección en muros.*



*Nota.* La figura representa un ejemplo de pérdida de sección en muros. Tomado de “MAMPOSTERÍA CONFINADA - 2° Parte Como Construir Una Casa de Uno o Dos Pisos Sismo resistente” ConstruReyes Ingeniería [CRI], 2022. (<https://youtu.be/ft5GcYh2v10>)

**Figura 21.**

*Estructura de muro costado Norte en mampostería confinada.*



*Nota.* La figura representa la estructura del muro en mampostería confinada empleado para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

## 15.2. Especificaciones técnicas del mampuesto

El mampuesto a utilizar para el proyecto de vivienda es el bloque N° 5 tradicional, el cual cumple con los estándares de calidad de de la Norma Técnica Colombiana (NTC 4205, 2009). A continuación, se mencionan las especificaciones técnicas.

- **Dimensiones:**
  - Largo: 33 cm  $\pm$  6,0 mm
  - Ancho: 12 cm  $\pm$  2,3 mm
  - Alto: 23 cm  $\pm$  4,6 mm
- **Resistencia a la compresión:** 40 kg/cm<sup>2</sup>
- **Textura:** acanalado sus cuatro caras
- **Paredes:** 10 mm
- **Tabiques:** 8,5 mm
- **Peso/unidad:** 6 kg
- **Absorción de agua:** 11%

**Figura 22.**

*Bloque tradicional N°5.*



*Nota.* La figura representa el bloque tradicional N° 5. Tomado de “BLOQUE TRADICIONAL #5” Distriarcillas, 2022. (<https://distriarcillas.com/producto/bloque-tradicional-5/>)

### **15.3. Mortero de pega**

Los morteros de pega deben poseer buena consistencia, plasticidad y garantizar la detención del agua mínima para la hidratación del cemento. Por tanto, es obligatorio que cumpla con los siguientes parámetros.

- Resistencia a la compresión a los 28 días mínima de 7,5 MPa (1100 PSI).
- La dosificación del mortero debe ser de 1:4, es decir, 1 de cemento por 4 de arena (esta dosificación puede hacerse en unidades de kilogramos). La arena debe ser cernida por malla N° 8 o arena de río.

### **15.4. Aberturas en los muros**

Se deben cumplir los siguientes parámetros.

- El área de los vanos debe ser menor o igual al 35% del área del muro.
- La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 50 cm, y en ningún caso menor que la mitad de la dimensión mínima de la abertura.
- La longitud de los vanos debe ser menor a la mitad de la longitud del muro medida en planta. Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado.
- No dejar aberturas continuas en la parte superior del muro cerca de las columnas de confinamiento, porque se puede presentar el efecto de columna corta.

(AIS, 2010, E-12)

#### **15.4.1. Ejemplo aberturas de muros**

Para lograr entender los parámetros expuestos anteriormente, a continuación, se explica un ejemplo ilustrativo de un muro confinado el cual cuenta con una abertura de un vano de ventana.

## Muro

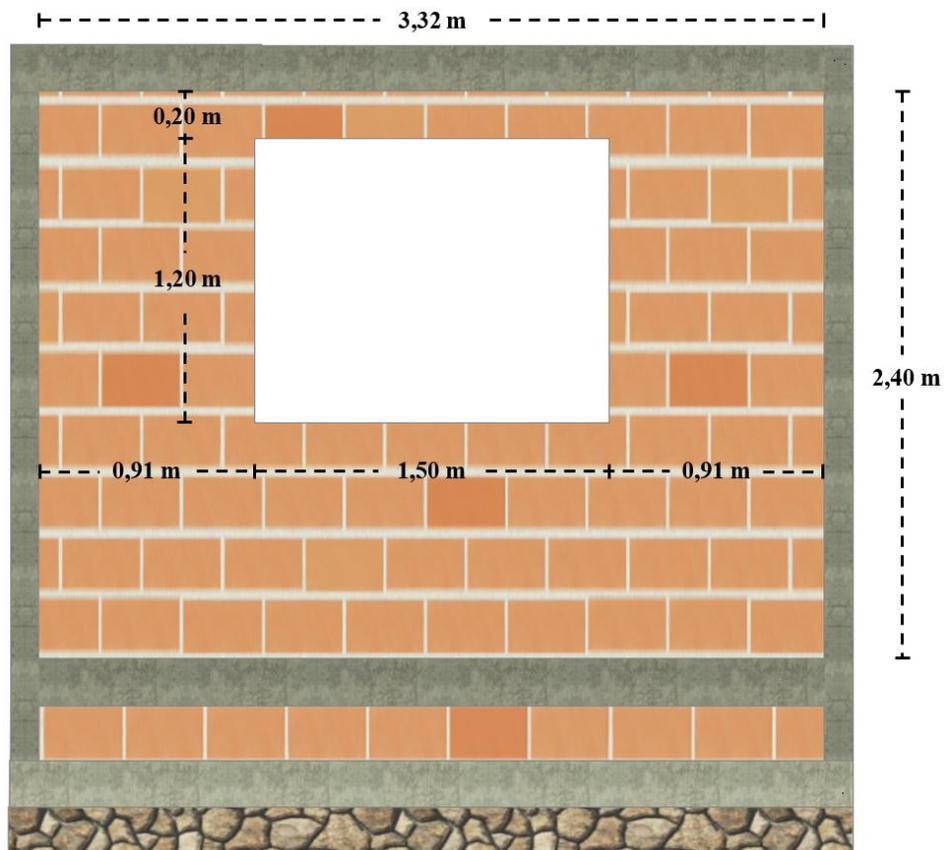
- Área de muro (2,40 m x 3,32 m) = 7,97 m<sup>2</sup>
- 35% del Área de muro (7,97 m<sup>2</sup> x 0,35) = 2,79 m<sup>2</sup>

## Vano

- Área de vano debe ser  $\leq 35\%$  Área de muro
- Área de vano  $\leq 2,79$  m<sup>2</sup>
- Área de vano (1,20 m x 1,50 m) = 1,80 m<sup>2</sup> (Cumple con los parámetros)

Figura 23.

*Ejemplo aberturas de muros confinados.*



*Nota.* La figura representa un ejemplo ilustrativo de aberturas en muros confinados empleado para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

### 15.5. Espesor de muros

De acuerdo al título E de la NSR-10, los muros estructurales deben cumplir los siguientes parámetros.

- **Debido a la altura libre:**  $H \leq 25$  veces el espesor del muro.
- **Debido a la longitud libre horizontal:**  $L \leq 35$  veces el espesor del muro.
- **Espesor mínimo de muros estructurales confinados:** de acuerdo a lo mencionado anteriormente, se escogió el bloque N° 5, el cual cuenta con un espesor de 12 cm y cumple con los requisitos de la tabla 3. Importante acotar que para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados.

(AIS, 2010, E-12)

**Tabla 3.**

*Espesores mínimos para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm).*

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1° Nivel	2° Nivel
Alta Intermedia Baja	110	110	100
	100	110	95
	95	110	95

*Nota.* La tabla representa los espesores mínimos para muros estructurales en casas de uno y dos pisos en (mm). Tomado de “Título E - Casas de uno y dos pisos” por Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10], 2010.

([http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10\\_Titulo\\_E.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_E.pdf))

## 15.6. Longitud de muros confinados

Para que la vivienda pueda disipar la energía de un sismo, se debe contar con una longitud mínima de muros confinados en ambas direcciones principales. La idea es buscar una configuración reticular, donde los muros cooperen entre sí, tanto en el sentido longitudinal como transversal. Se deben ubicar buscando la mejor simetría posible y la mayor rigidez torsional.

El título E de la NSR-10, establece la siguiente ecuación para la longitud mínima de muros confinados en ambas direcciones.

$$L_{min} = \frac{M_o \cdot A_p}{t} \quad (\text{Ecuación 10.7})$$

En donde:

- $L_{min}$  = longitud mínima de muros estructurales en cada dirección (m).
- $M_o$  = coeficiente que se lee en la tabla 4.
- $t$  = espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm).
- $A_p$  = se considera en  $m^2$  como sigue:
  - a. Igual al área de la cubierta en construcciones de un piso con cubierta en losa de concreto.
  - b. Igual al área de cubierta para muros del segundo nivel en construcciones de dos pisos, cuando la cubierta es una losa de concreto.
  - c. 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.
  - d. 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 2/3.

**Tabla 4.**

*Coefficiente  $M_o$  para longitud mínima de muros estructurales confinados.*

Zona de Amenaza Sísmica	Valores $A_a$	Valores $M_o$
Alta	0.40	33.0
	0.35	30.0
	0.30	25.0
	0.25	21.0
Intermedia	0.20	17.0
	0.15	13.0
Baja	0.10	8.0
	0.05	4.0

*Nota.* La tabla representa los coeficientes  $M_o$  para longitud mínima de muros estructurales confinados. Tomado de “Título E - Casas de uno y dos pisos” por Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10], 2010. ([http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10\\_Titulo\\_E.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_E.pdf))

De acuerdo a los parámetros anteriormente mencionados, se procede con el cálculo.

$$L_{min} = \frac{M_o \cdot A_p}{t}$$

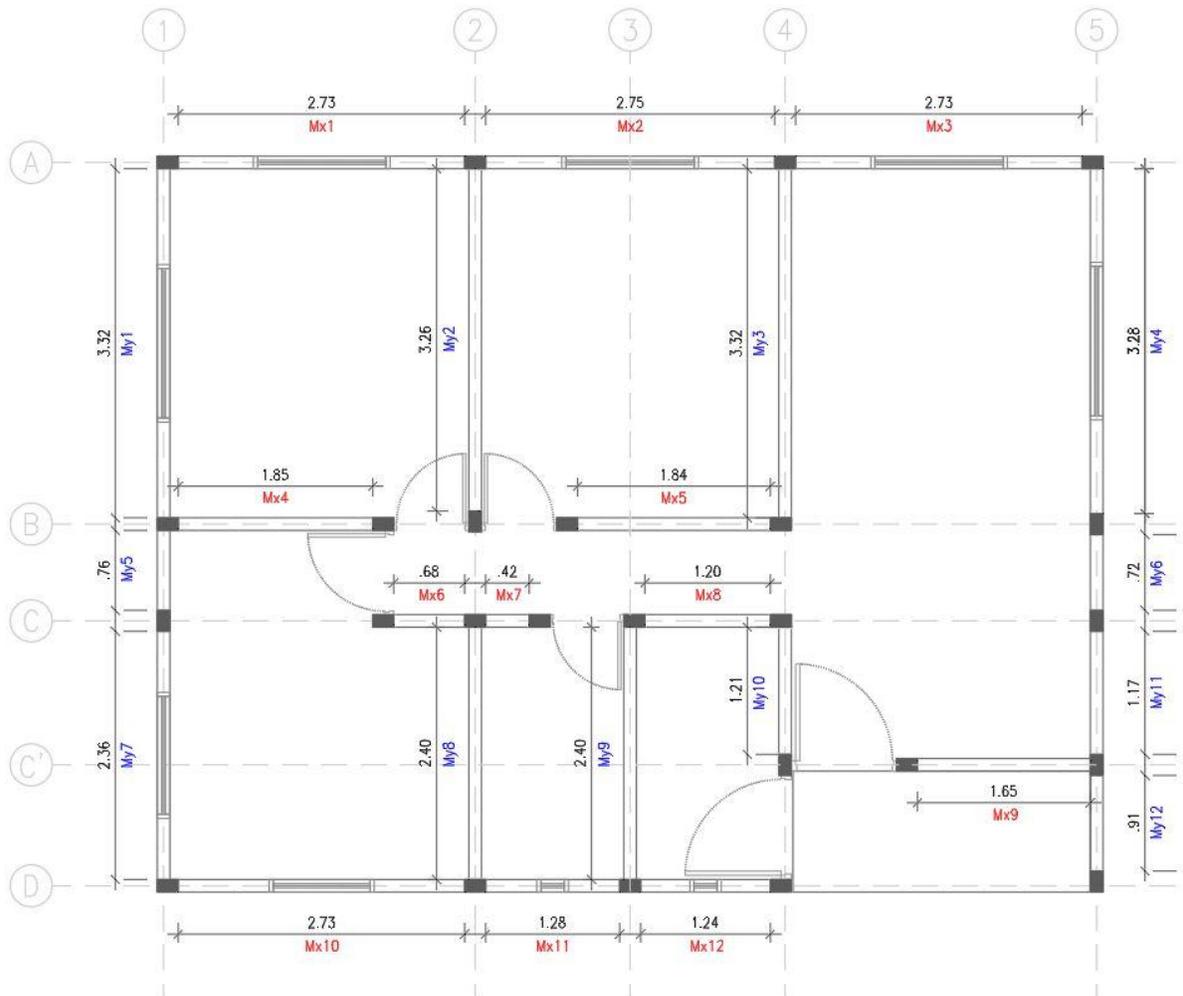
$$L_{min} = \frac{33 \cdot (63 \cdot \frac{2}{3})}{120}$$

$$L_{min} = 11,55 \text{ m}$$

Esto quiere decir, que la longitud mínima de muros confinados requerida en cada una de las direcciones principales de la vivienda debe ser de 11,55 m. (AIS, 2010, E-13)

**Figura 24.**

*Longitud de muros confinados.*



*Nota.* La figura representa la identificación de cada muro en mampostería del modelo de VIPR. Elaboración propia.

**Tabla 5.**

*Longitud de muros confinados en el eje X y en el eje Y.*

<b>Muros Eje X</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Muros Eje Y</b>	<b>Longitud (m)</b>
Mx1	2.73	My1	3.32
Mx2	2.75	My2	3.28
Mx3	2.73	My3	3.32
Mx4	1.85	My4	3.28
Mx5	1.84	My5	0.76
Mx6	0.68	My6	0.72
Mx7	0.42	My7	2.36
Mx8	1.2	My8	2.4
Mx9	1.65	My9	2.4
Mx10	2.73	My10	1.21
Mx11	1.28	My11	1.17
Mx12	1.24	My12	0.91
<b>Total</b>	<b>21.1</b>	<b>Total</b>	<b>25.13</b>

*Nota.* La tabla representa las longitudes de los muros confinados en ambas direcciones demostrando que el modelo cumple con la NSR-10 E.3.6.3 y E.3.6.4. Elaboración propia.

De acuerdo al plano (Figura 24) del modelo de vivienda con la identificación de cada muro, y la tabla (Tabla 5) con los valores de las longitudes de cada muro en cada eje, se demuestra que, si cumple con la longitud mínima ( $L_{min} = 11,55$  m), dando como resultado en el eje X= 21,10 m y en el eje Y= 25,13 m y que la cantidad de muros en cada dirección cuentan con un reparto uniforme, “no deben sumar más de la mitad de la longitud total de muros confinados en esa dirección” (p. 19) criterios exigidos en la NSR 10 título E.3.6.3 y E.3.6.4.

## **16. Requerimientos Técnicos de Elementos de Confinamiento**

### **16.1. Especificaciones mínimas de los materiales**

#### **16.1.1. Concreto**

De acuerdo a la NSR-10 título E, se debe cumplir con una resistencia a la compresión mínima de  $f'c=17,5$  MPa ó su equivalente de  $f'c=2500$  PSI.

#### **16.1.2. Acero de refuerzo**

Este debe cumplir con un límite de fluencia mínimo de  $f_y= 240$  MPa ó su equivalente de  $f_y=34800$  PSI.

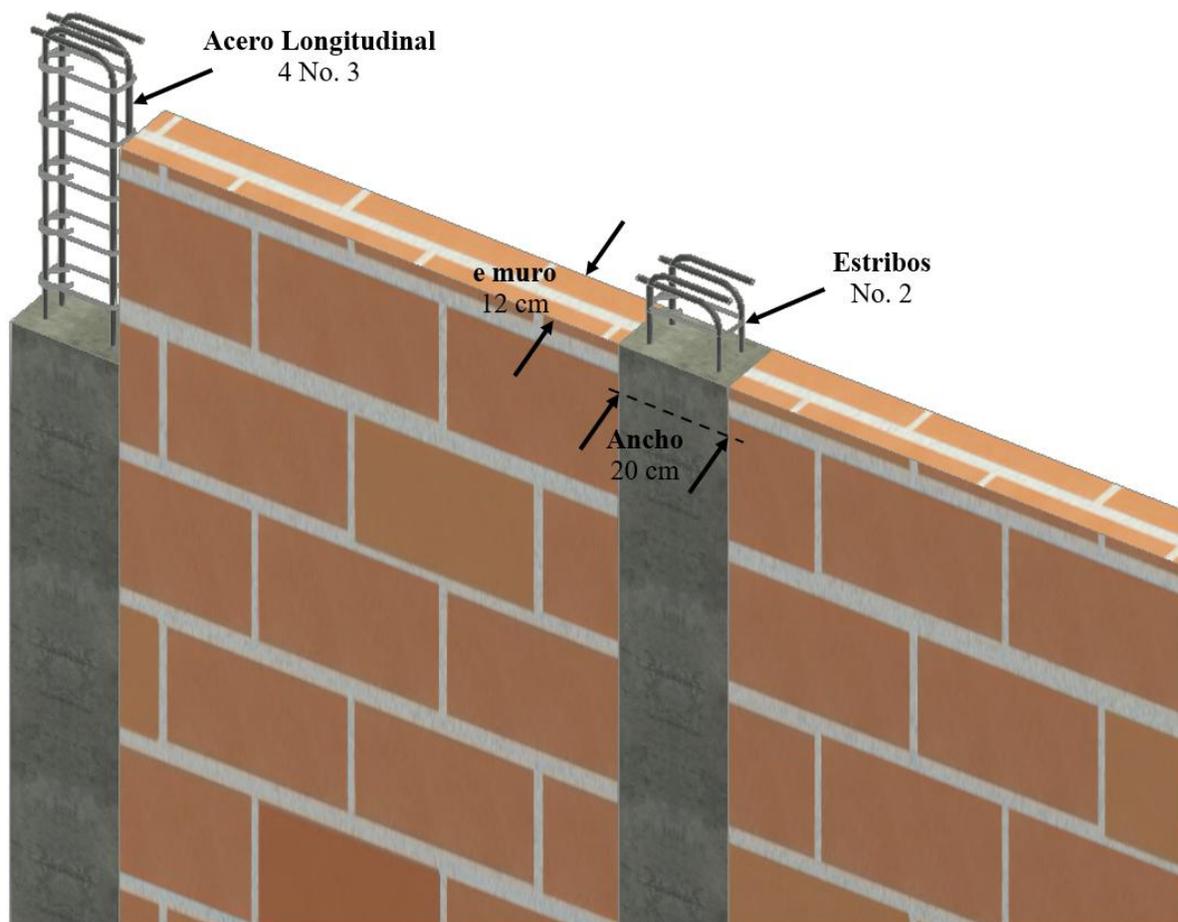
## 16.2. Columnas de confinamiento

### 16.2.1. Dimensiones

Debe tener una dimensión mínima de  $200 \text{ cm}^2$ , con espesor igual al muro que se está confinando. Para el modelo de VIPR se estableció una dimensión de  $12 \text{ cm}$  por  $20 \text{ cm}$ , el cual representa un área de  $240 \text{ cm}^2$ .

Figura 25.

*Estructura de columnas de confinamiento.*



*Nota.* La figura representa la estructura de columnas de confinamiento empleadas para el modelo de VIPR.  
Elaboración propia.

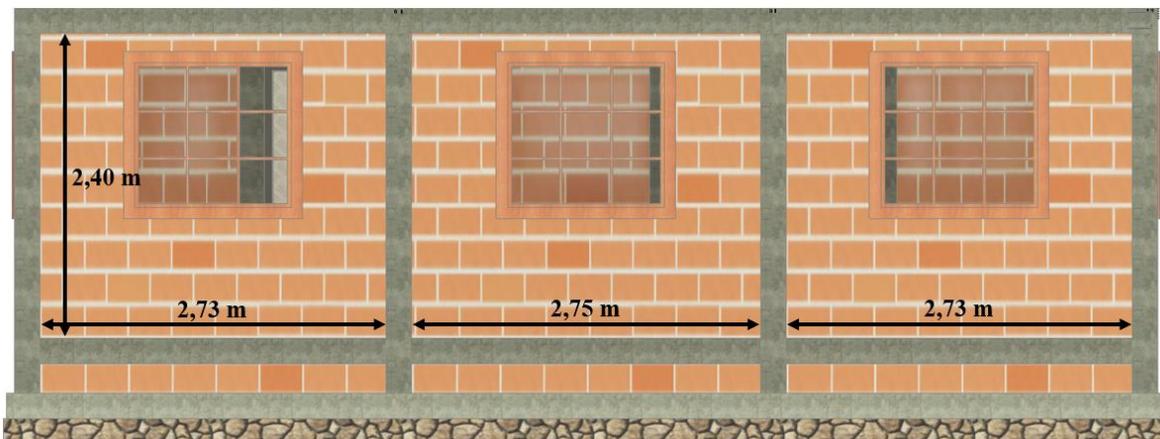
### 16.2.2. Ubicación

Las columnas se deben ubicar en los extremos de los muros y en las intersecciones con otros muros estructurales. Ahora, en lugares intermedios, se debe escoger el resultado menor de los siguientes tres criterios para su ubicación.

- Una distancia  $\leq 35$  veces el espesor del muro.
- 1,5 veces la distancia vertical entre vigas de confinamiento.
- Una distancia máxima de 4,00 m.

**Figura 26.**

*Ubicación de las columnas de confinamiento.*



*Nota.* La figura representa la ubicación de las columnas de confinamiento empleadas para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

### 16.2.3. Refuerzo mínimo

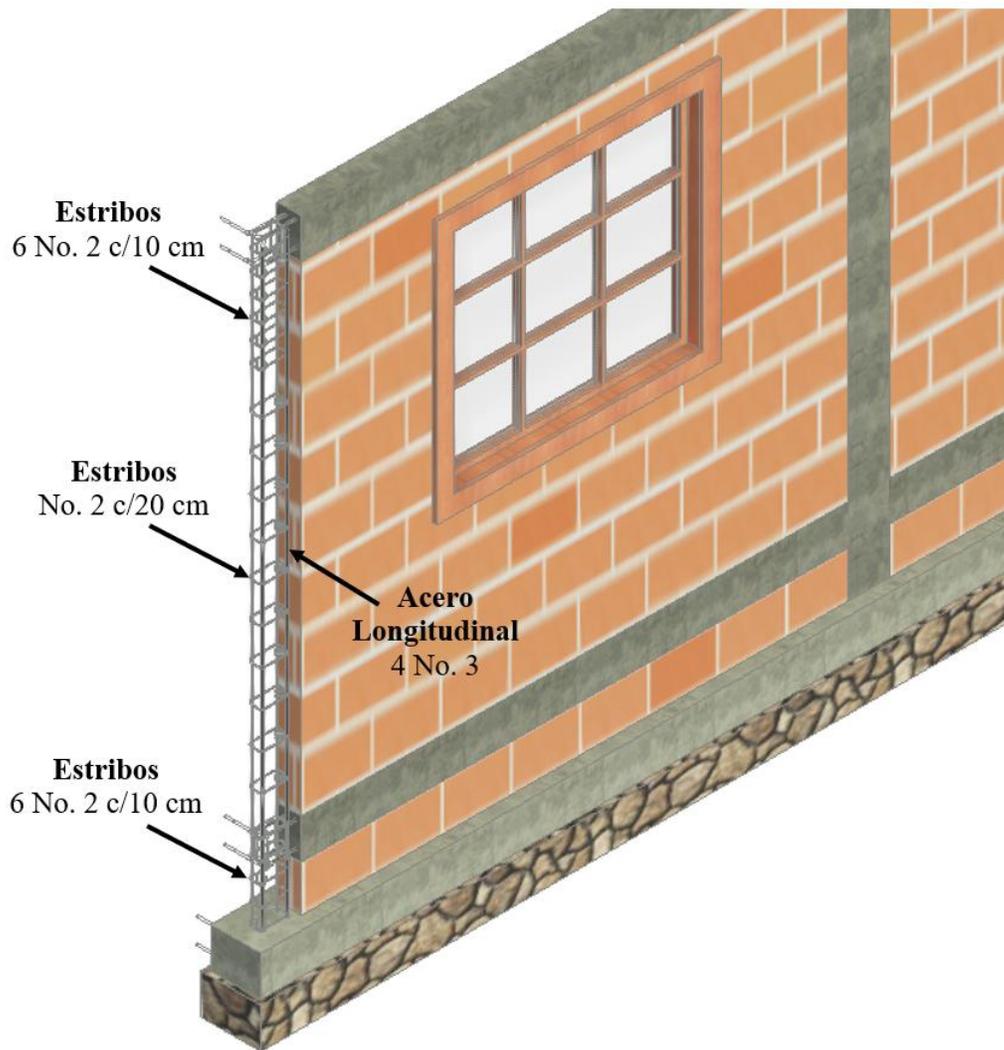
Las columnas de confinamiento deben cumplir con los siguientes requisitos.

- **Acero longitudinal:** debe contar con 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). Es importante que el acero longitudinal de las columnas esté anclado a las barras inferiores de la viga de cimentación por medio de ganchos a 90°.

- **Acero transversal:** para los estribos, debe contar con barras N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), distribuidos cada 20 cm en la mitad del elemento. En los extremos, se deben distribuir los primeros seis estribos cada 10 cm.  
  
(AIS, 2010, E-15)

**Figura 27.**

*Refuerzo mínimo de las columnas de confinamiento.*



*Nota.* La figura representa el refuerzo mínimo de las columnas de confinamiento empleadas para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

## 16.3. Vigas de confinamiento

### 16.3.1. Dimensiones

Debe tener una dimensión mínima de 200 cm<sup>2</sup>, con espesor igual al muro que se está confinando, por lo cual se estableció una dimensión de 12 cm por 20 cm, el cual representa un área de 240 cm<sup>2</sup>.

### 16.3.2. Ubicación

Se deben formar anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales:

- A nivel de cimentación.
- A nivel de entrepiso en viviendas de dos niveles.
- A nivel de enrase de cubierta, sean vigas de amarre superior y cintas de amarre para remate de culatas.

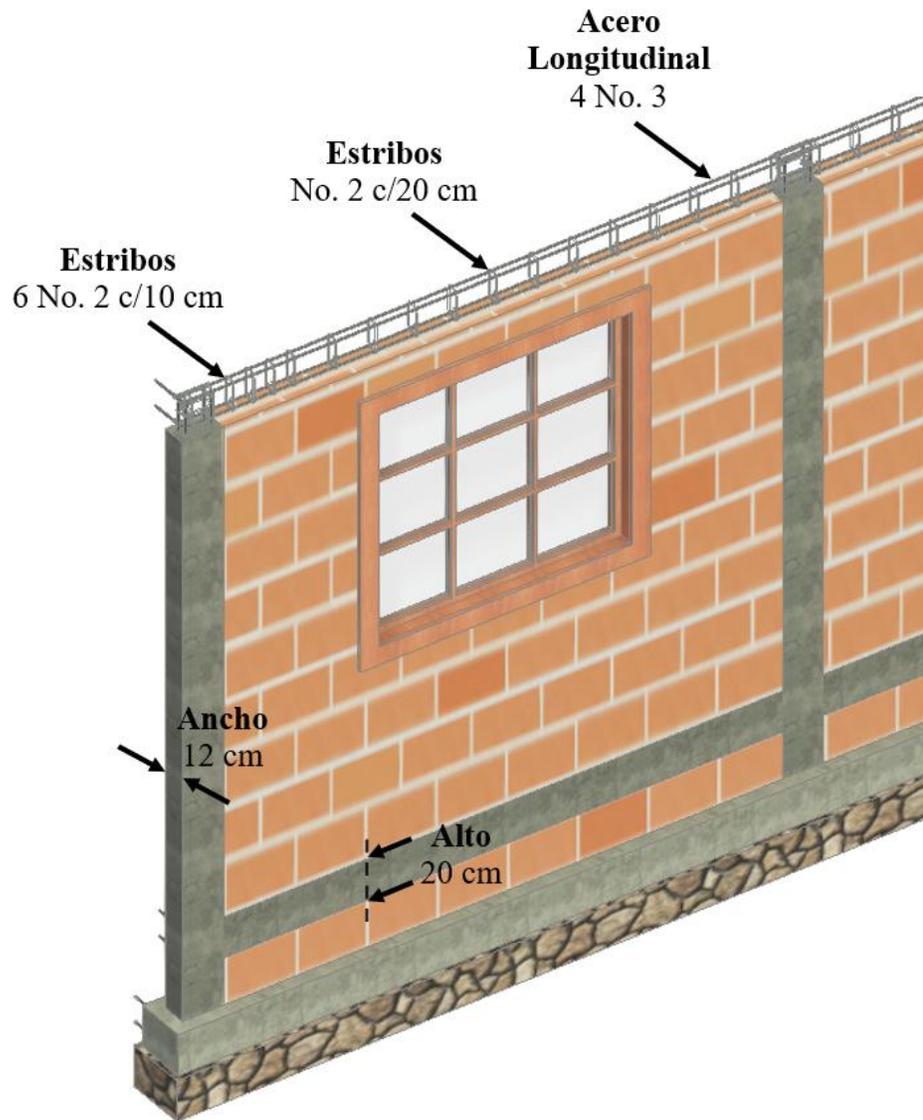
### 16.3.3. Refuerzo mínimo

Las vigas de confinamiento deben cumplir con los siguientes requisitos.

- **Acero longitudinal:** debe contar con 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). Es importante que el acero longitudinal de las vigas esté anclado a las barras del extremo de la columna de confinamiento por medio de ganchos a 90°.
- **Acero transversal:** para los estribos, debe contar con barras N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), distribuidos cada 200 mm en la mitad del elemento. En los extremos, se deben distribuir los primeros seis estribos cada 100 mm.

**Figura 28.**

*Estructura de las vigas de confinamiento.*



*Nota.* La figura representa la estructura de las vigas de confinamiento empleadas para el modelo de VIPR.  
Elaboración propia.

## 17. Cubierta

### 17.1. Cintas de amarre

Estas se pueden utilizar para rematar elementos suplementarios como las vigas de amarre, antepechos de ventanas, en remates de culatas o en remates de parapetos.

#### 17.1.1. Dimensiones

La altura mínima debe ser  $\geq 10$  cm, con ancho igual al espesor del muro, por lo cual se estableció una dimensión de 12 cm por 20 cm, el cual representa un área de 240 cm<sup>2</sup>.

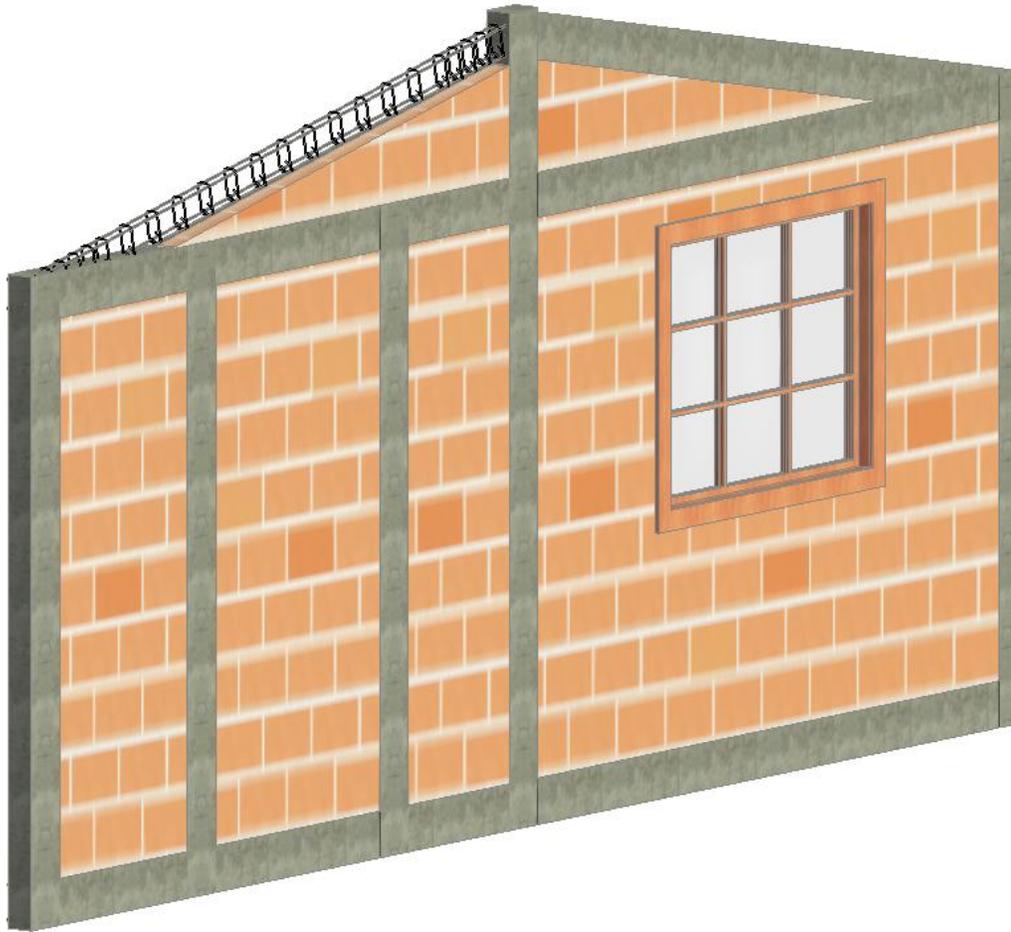
#### 17.1.2. Refuerzo mínimo

Las cintas de amarre deben cumplir con los siguientes requisitos.

- **Acero longitudinal:** se establecieron 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). Es importante que el acero longitudinal de las cintas de amarre esté anclado a las barras del extremo de la columna de confinamiento por medio de ganchos a 90°.
- **Acero transversal:** se establecieron estribos con barras N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), distribuidos cada 200 mm en la mitad del elemento. En los extremos, se deben distribuir los primeros seis estribos cada 100 mm.

**Figura 29.**

*Estructura de las cintas de amarre.*



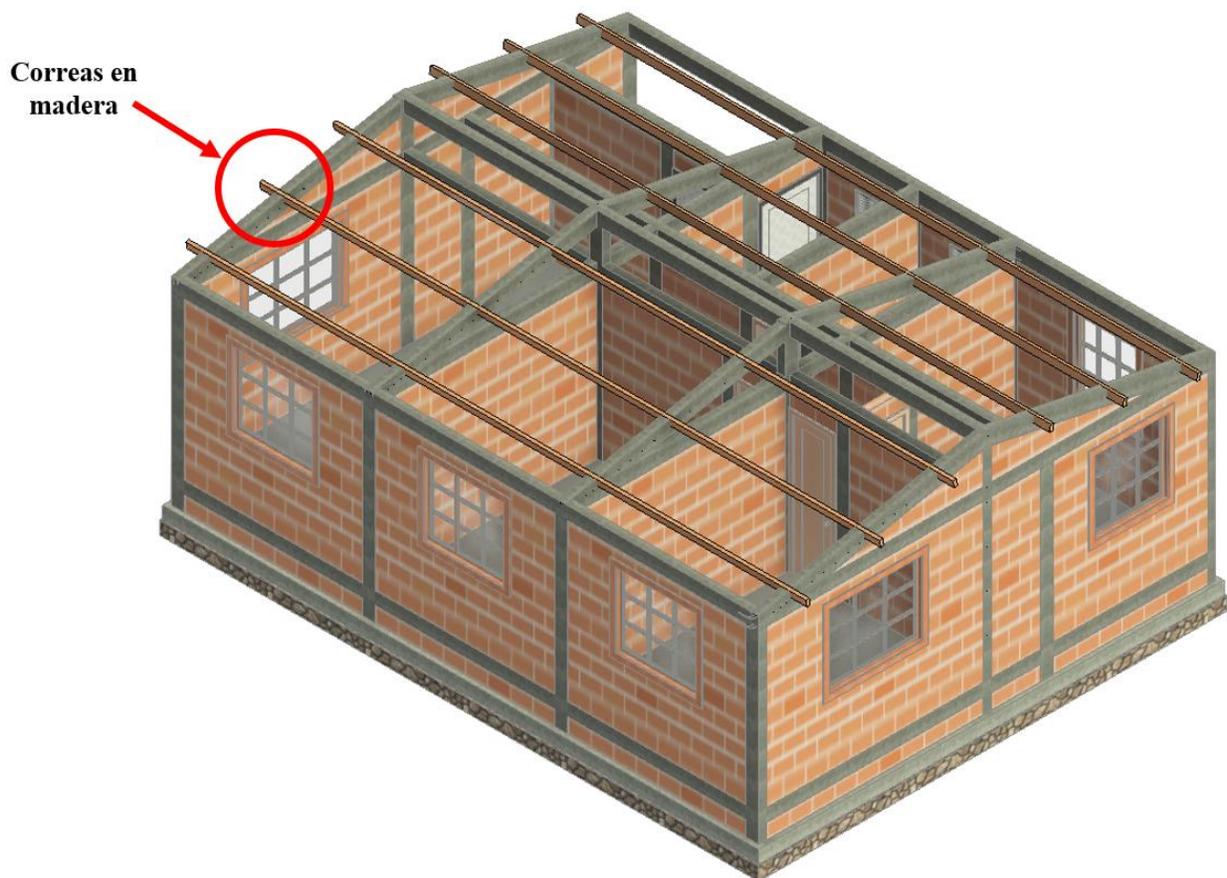
*Nota.* La figura representa la estructura de las cintas de amarre empleadas para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

## 17.2. Correas para tejado

Estas correas deben ir empotradas dentro de la viga cinta y tener una dimensión de 0,05 m x 0,10 m x 9,50 m, y serán seis unidades en total. Podrán ser en madera pino o metálicas, siempre y cuando se cumplan con las dimensiones anteriormente nombradas.

**Figura 30.**

*Correas para tejado.*



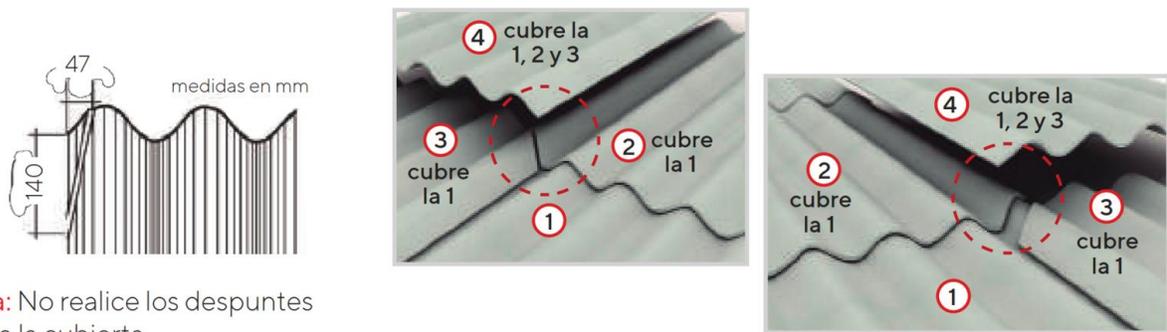
*Nota.* La figura representa la estructura de las correas para el tejado empleadas para el modelo de VIPR. Elaboración propia.

### 17.3. Tejado

La pendiente establecida para este caso es del 20%, y se utilizarán tejas de fibrocemento No. 5 y No. 8 de la marca Eternit. Antes de empezar con la instalación, es importante realizar el despunte correcto de las tejas, conocer el traslape y el sistema de fijación, por lo cual se detalla a continuación cada proceso.

**Figura 31.**

*Despunte de tejas.*

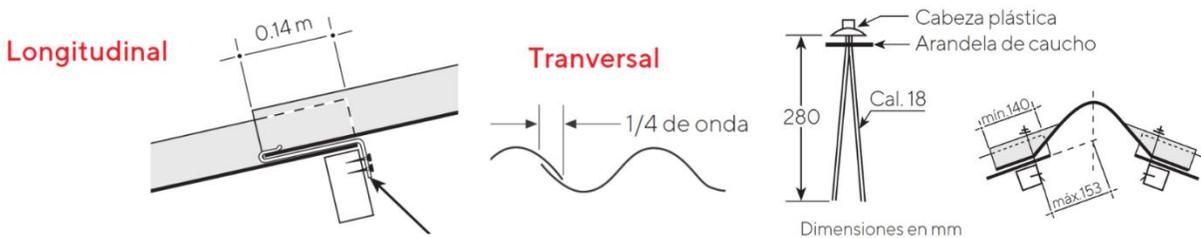


**Nota:** No realice los despuntes sobre la cubierta.

Nota. La figura representa el despunte de las tejas. Tomado de “Cartilla Técnica Teja Ondulada” ETERNIT 2022. (<https://www.eternit.com.co/wp-content/uploads/2022/08/CARTILLA-TECNICA-TEJA-ONDULDA-ETERNIT-P-7.pdf>)

**Figura 32.**

*Traslape de tejas y sistema de fijación.*



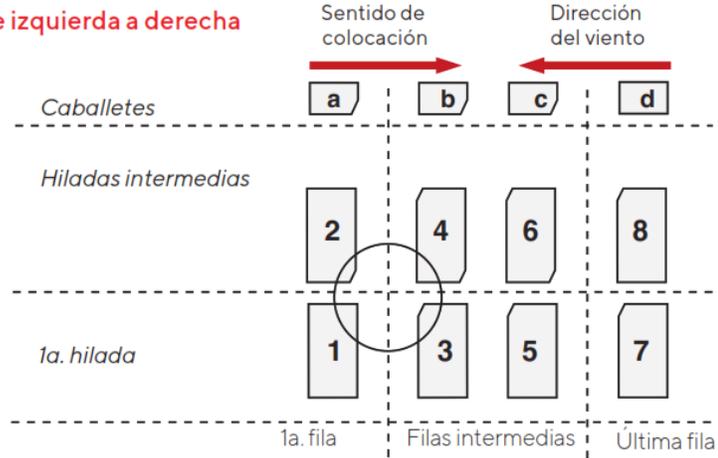
Nota. La figura representa el traslape de las tejas y sistema de fijación. Tomado de “Cartilla Técnica Teja Ondulada” ETERNIT 2022. (<https://www.eternit.com.co/wp-content/uploads/2022/08/CARTILLA-TECNICA-TEJA-ONDULDA-ETERNIT-P-7.pdf>)

**Figura 33.**

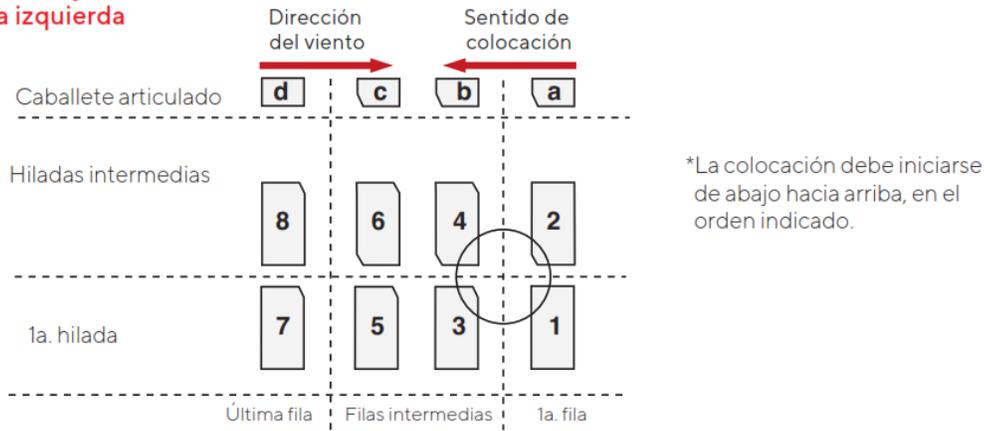
*Sistema de instalación de tejas.*

## Sistemas de Instalación

### Montaje de izquierda a derecha



### Montaje de derecha a izquierda



Nota. La figura representa el sistema de instalación de las tejas. Tomado de “Cartilla Técnica Teja Ondulada” ETERNIT 2022. (<https://www.eternit.com.co/wp-content/uploads/2022/08/CARTILLA-TECNICA-TEJA-ONDULDA-ETERNIT-P-7.pdf>)

#### 17.4. Canaletas y bajantes

Las canaletas son cuadradas y su material podrá ser de plástico o carpintería metálica, deberá tener una dimensión de 0,15 m x 0,15 m x 9,50 m.

Las bajantes y los codos deben ser en PVC 3" y la tubería debe tener una longitud de 2,00 m. En total son cuatro bajantes de agua pluvial.

**Figura 34.**

*Canaletas y bajantes de agua pluvial.*



Nota. La figura representa las canaletas y bajantes de agua pluvial. Elaboración propia.

## **18. Conclusiones y Recomendaciones**

Este trabajo de grado surge, como puesta en marcha de los temas tratados en el Semillero de Investigación de Materiales de Construcción y Sostenibilidad SEIMAS, de la Facultad de Ingenierías de la Universidad La Gran Colombia.

Las viviendas existentes en las zonas rurales son, en su mayoría, viviendas no dignas para sus habitantes, dadas las condiciones expresadas en el déficit cualitativo que la rodean. Sin embargo, quienes moran en estas viviendas no cuentan con los recursos para repararlas, y los subsidios existentes resultan ineficientes, sumando el hecho que las viviendas VIPR no tienen áreas adecuadas.

El modelo de vivienda podrá replicarse en las diferentes regiones rurales de Colombia, realizando ajustes como la altura de los muros se podrá emplazar en los diferentes pisos térmicos del país, para brindar así, un confort adecuado según su zona climática. De igual manera dependiendo de las condiciones del suelo, si es de mala calidad, se hará necesario construir toda la estructura del sobrecimiento. A través de la cartilla ilustrativa, se podrá realizar la autoconstrucción de la vivienda solo de un nivel, pudiéndose ajustar a las necesidades de quienes la habitarán, es decir, que las alcobas podrán ser utilizadas como: dormitorios, oficina, zona de estudio o el uso que desee darle cada núcleo familiar dependiendo de sus requerimientos.

Los cálculos para el modelo de vivienda se desarrollaron teniendo en cuenta los parámetros de sismicidad alta mínimos requeridos por la NSR-10 título E.

Los planos anexos de la red hidrosanitaria y de la red eléctrica, representan el esquema de la posible distribución en el modelo de vivienda. Cada caso específico tendrá sus requerimientos especiales de acuerdo a las condiciones donde se vaya a realizar la construcción.

## 19. Bibliografía

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. (2017). *Guía para la construcción de viviendas sismo-resistentes en mampostería confinada*.

<https://www.confinedmasonry.org/wp-content/uploads/2018/05/guia-albaniles-COSUDE-A5-Ecuador.compressed.pdf>

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia. Obtenido el 01 de agosto de 2022.

<https://www.ramajudicial.gov.co/documents/10228/1547471/CONSTITUCION-Interiores.pdf>

ConstruReyes Ingeniería. (2018, 04, 01). *Cimentaciones en terreno inclinado + Como construir Pilotines o Micropilotes*. [Vídeo]. YouTube.

<https://youtu.be/zocRKEztQCA>

ConstruReyes Ingeniería. (2020, 29, 06). *Cómo Obtener LA PENDIENTE DE UN TERRENO, Usando MANGUERA DE NIVELES*. [Vídeo]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=ttR-dEyarM4>

ConstruReyes Ingeniería. (2017, 14, 12). *MAMPOSTERÍA CONFINADA - 2º Parte Como Construir Una Casa de Uno o Dos Pisos Sismo resistente*. [Vídeo]. YouTube.

<https://youtu.be/ft5GcYh2v10>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2020). *Mujeres Rurales en Colombia*.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas/sep-2020-%20mujeres-rurales.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2020). *Grupos étnicos*.  
Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.

<https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Paginas/grupos-etnicos.aspx>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2021). *Boletín Técnico Déficit Habitacional 2020*.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/Boletin-tec-deficit-hab-2020.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2021). *Resultados Déficit Habitacional 2020*.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/presentacion-rueda-de-prensa-deficit-hab-2020.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2021). *Comunicado de Prensa Déficit Habitacional 2020*.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/comunicado-deficit-hab-2020.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2021). *Boletín Técnico - Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2020*.

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/calidad\\_vida/2020/Boletin\\_Tecnico\\_ECV\\_2020.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2020/Boletin_Tecnico_ECV_2020.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2021). *Resultados - Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2020*.

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/calidad\\_vida/2020/presentacion\\_rueda\\_de\\_prensa\\_ECV\\_2020.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2020/presentacion_rueda_de_prensa_ECV_2020.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2021). *Comunicado de Prensa - Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2020*.

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/calidad\\_vida/2020/comunicado\\_ECV\\_2020.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2020/comunicado_ECV_2020.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2022). *Resultados censo poblacional y vivienda 2018*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>

Decreto 890/17, 28 Mayo, 2017. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Colombia).

Obtenido el 01 de agosto de 2022.

<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20890%20DEL%2028%20DE%20MAYO%20DE%202017.pdf>

Decreto 1052/19, 12 Junio, 2019. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Colombia).

Obtenido el 01 de agosto de 2022.

<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Decretos/Decreto%201052%20de%202019.pdf>

Decreto 1071/15, 26 Mayo, 2015. Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural. (Colombia). Obtenido el 01 de agosto de 2022.

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=76838](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=76838)

Decreto 1247/22, 19 Julio, 2022. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Colombia).

Obtenido el 01 de agosto de 2022.

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/decreto-1247-del-19-de-julio-de-2022.pdf>

Decreto 1341/20, 08 Octubre, 2020. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Colombia).

Obtenido el 01 de agosto de 2022.

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=143129](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=143129)

Decreto 1400/84, 25 Julio, 1984. Ministerio de Obras Públicas. (Colombia). Obtenido el 01 de agosto de 2022.

[https://www.redjurista.com/Documents/decreto\\_1400\\_de\\_1984\\_ministerio\\_de\\_obras\\_publicas.aspx#/](https://www.redjurista.com/Documents/decreto_1400_de_1984_ministerio_de_obras_publicas.aspx#/)

Distriarcillas. (2022). *Bloque Tradicional #5*.

<https://distriarcillas.com/producto/bloque-tradicional-5/>

Economía y Negocios. (2019). *Materiales, lo más costoso a la hora de construir vivienda*.

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/costo-de-los-materiales-de-construccion-427040>

El Tiempo. (2020). *Proyecciones del Censo: auge de pobladores del campo no se detendrá*.

(2020, Enero 27).

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/proyecciones-del-censo-en-colombia-segun-el-dane-455718>

Eternit. (2022). *Cubiertas de Fibrocemento. Cartilla Técnica Teja ondulada Perfil 7*.

<https://www.eternit.com.co/wp-content/uploads/2022/08/CARTILLA-TECNICA-TEJA-ONDULDA-ETERNIT-P-7.pdf>

Gobierno de Colombia. (2021). *Plan nacional de construcción y mejoramiento de vivienda social rural*. Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2021-08/plan-nacional-de-construccion-y-anexo-a-cronograma.pdf>

ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 4205 (2009). *Unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos*. Bogotá.

<http://www.cytarcillasyprefabricados.com/wp-content/uploads/2017/02/NTC-4205-Unidades-de-mamposteria-de-arcilla-ladrillos-y-bloques-ceramicos.pdf>

ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 2050 (1998). *Código Eléctrico Colombiano*.

[https://www.armada.mil.co/sites/default/files/normograma\\_arc/mantenimiento1/NTC%20%202050.pdf](https://www.armada.mil.co/sites/default/files/normograma_arc/mantenimiento1/NTC%20%202050.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2005). *Clasificación de los climas*.

<http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER]. (2022). *Caracterización General del Escenario de Riesgo por Movimientos en Masa en Bogotá*.

<https://www.idiger.gov.co/rmovmasa>

Ley 3/91, enero 15, 1991. Diario Oficial. [D.O.]: 39631. (Colombia). Obtenido el 01 de agosto de 2022.

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=1164](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=1164)

Ley 400/97, agosto 19, 1997. Diario Oficial. [D.O.]: 43113. (Colombia). Obtenido el 01 de agosto de 2022.

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=336](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=336)

Ley 2079/21, enero 14, 2021. Diario Oficial. [D.O.]: 51557. (Colombia). Obtenido el 01 de agosto de 2022.

[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=160946](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=160946)

Magallón, J. (2013). *Cartilla de autoconstrucción para vivienda de uno y dos pisos*. Pontificia Universidad Javeriana.

<https://www.javeriana.edu.co/recursosdb/664630/679421/CartillaProsofi1+Cartilla+de+Autoconstrucci%C3%B3n+para+la+vivienda+de+Uno+o+Dos+Pisos.pdf>

Mora, C. (2020). *Manual de diseño y construcción sismo resistente para casas de uno y dos pisos en mampostería confinada de acuerdo con el título E NSR-10*. [Trabajo de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio institucional.

<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/8040>

Nieto, N. & Trujillo, A. (2019). *Diseño arquitectónico y estructural de una Vivienda de Interés Social Rural en guadua (Angustifolia Kunth)*. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia].

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24357/1/TESIS%20DE%20GRADO%20%28Vivienda%20de%20Interes%20Social%29%20%281%29.pdf>

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos [OHCHR].

(2020). *Concepto del déficit habitacional*.

<https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Issues/Housing/Homelessness/CSOs/27102015-FUNDASAL->

[El\\_Salvador\\_Annex\\_1.docx#:~:text=El%20d%C3%A9ficit%20habitacional%2C%20no%20es,poblaci%C3%B3n%20en%20un%20territorio%20determinado.](#)

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2011). *Hacia una vivienda saludable ¡Que viva nuestro hogar!*

[https://www.paho.org/col/dmdocuments/Hacia\\_vivienda\\_saludable\\_familias.pdf](https://www.paho.org/col/dmdocuments/Hacia_vivienda_saludable_familias.pdf)

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente [NSR-10]. (2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Colombia).

<https://www.idrd.gov.co/sites/default/files/documentos/Construcciones/5titulo-e-nsr-100.pdf>

Reina, J. & López, I. (2020). *Prototipo de Vivienda Rural Sostenible para el municipio de Gachantivá, Boyacá*. [Trabajo de grado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio institucional.

[https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5653/Reina\\_Johana\\_Lopez\\_Ingry\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5653/Reina_Johana_Lopez_Ingry_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Resolución 18-0398/04, abril 07, 2004. Ministerio de Minas y Energía. (Colombia). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas [RETIE]*. Obtenido el 24 de septiembre de 2022.

<https://conatel.org/wp-content/uploads/2019/07/RETIE-RESOLUCION-18-1294-AGOSTO-06-DE-2008.pdf>

Resolución 18-1294/08, agosto 06, 2008. Ministerio de Minas y Energía. (Colombia). Obtenido el 24 de septiembre de 2022.

<https://conatel.org/wp-content/uploads/2019/07/RETIE-RESOLUCION-18-1294-AGOSTO-06-DE-2008.pdf>

Ruiz, D. (2021). *Elaboración de una guía para la construcción de viviendas de uno y dos pisos con mampostería confinada basada en el reglamento NSR 2010 título E*. [Trabajo de

grado (Anexo), Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional.

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/31739>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD]. (2021). *Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes de mampostería confinada de uno y dos pisos en Colombia.*

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/32754>

## **20. Anexos**

- 20.1. Plano Planta Arquitectónica.
- 20.2. Plano Fachada 1.
- 20.3. Plano Fachada 2.
- 20.4. Plano Fachada 3.
- 20.5. Plano Fachada 4.
- 20.6. Plano Planta de Cimentación.
- 20.7. Plano Planta de Concreto Ciclópeo.
- 20.8. Plano Planta de Correas Tejado.
- 20.9. Plano Planta Red Hidráulica.
- 20.10. Plano Isométrico Red Hidráulica.
- 20.11. Plano Planta Red Sanitaria.
- 20.12. Plano Planta Red Eléctrica.
- 20.13. Render Vista 1
- 20.14. Render Vista 2
- 20.15. Guía Metodológica para la Construcción de VIPR.