



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 11 de marzo de 2022.

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Nicolás Trujillo Vargas, con C.C. No. 1.075.306.422,

Santiago Andrés Salazar Rúa, con C.C. No. 1.075.309.448,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de Ingeniero Civil;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Nicolás Trujillo Vargas

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Santiago Andrés Salazar Rúa

Firma: \_\_\_\_\_

Vigilada Mineducación



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Trujillo Vargas	Nicolás
Salazar Rúa	Santiago Andrés

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Ramírez García	Carlos Uriel

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
N/A	N/A

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil.

**FACULTAD:** Ingeniería.

**PROGRAMA O POSGRADO:** Programa de Ingeniería Civil.

**CIUDAD:** Neiva.

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2022.

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 174.

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_X\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_\_ Grabados\_\_\_  
Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_X\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas  
o Cuadros\_X\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento: No aplica.



**MATERIAL ANEXO:** Planos en formato PDF, folios 25.

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*): No aplica.

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Amenaza sísmica	Seismic threat	6. Elemento no estructural.	Non-structural element
2. Vulnerabilidad sísmica.	Seismic vulnerability	7. Mampostería confinada.	Confined masonry
3. Edificación.	Building	8. Reforzamiento estructural.	Structural reinforcement
4. Vivienda	Housing		
5. Elemento estructural.	Structural element		

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Según la NSR-10 el 87% de la población colombiana habita en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia, por lo cual es importante que el país cuente con leyes que garanticen la seguridad de las edificaciones en el territorio Nacional ante eventos sísmicos salvaguardando así la vida de los habitantes y el patrimonio del país. En el título A de la NSR-10 se ubica al Departamento del Huila en una zona de Amenaza sísmica Alta.

Por lo anteriormente expuesto, es de vital importancia construir viviendas que garanticen seguridad y estabilidad ante cualquier evento sísmico. A partir de esta premisa, se hace necesario realizar una evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas en la ciudad de Neiva, para lo cual en el presente trabajo se realizará la correspondiente evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los elementos estructurales y no estructurales que componen las edificaciones de un piso en mampostería confinada de acuerdo a la metodología planteada en Manual de Construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). Se tomarán como muestra cuatro viviendas de un piso, también se verificará si éstas cumplen el actual reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 basado en su título E y finalmente se procederá a definir si las edificaciones objeto de estudio requieren algún tipo de reforzamiento para lo cual se establecerá la correspondiente propuesta.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

According to the NSR-10, 87% of the Colombian population lives in areas of high and intermediate seismic hazard, for which it is important that the country has laws that guarantee the safety of buildings in the national territory against seismic events, thus safeguarding the life of the inhabitants and the heritage of the country. In Title A of NSR-10, the Department of Huila is located in an area of High Seismic Hazard.

Due to the above, it is of vital importance to build houses that guarantee safety and stability in the face of any seismic event. From this premise, it is necessary to carry out an evaluation of the seismic vulnerability of the buildings built in the city of Neiva, for which in the present work the corresponding evaluation of the seismic vulnerability of the structural and non-structural elements will be carried out. make up the one-story buildings in confined masonry according to the methodology proposed in the Construction Manual, earthquake resistant evaluation and rehabilitation of masonry dwellings (Colombian Association of Seismic Engineering). Four one-story dwellings will be taken as a sample, it will also be verified if they comply with the current Colombian earthquake resistance regulation NSR-10 based on its title E and finally it will be proceeded to define if the buildings under study require some type of reinforcement for the which the corresponding proposal will be established.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: JADEHR FRANCISCO ARIZA RODRIGUEZ

Firma:

Nombre Jurado: STEFAN LEONARDO LEIVA MALDONADO

Firma:



**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y  
verificación del cumplimiento de la norma sismo  
resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas  
ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su  
respectiva propuesta de reforzamiento si es  
requerido.**

**Nicolás Trujillo Vargas**

**Santiago Salazar Rúa**

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil

Neiva, Colombia

2021

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

II

---

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**Nicolás Trujillo Vargas**

**Santiago Salazar Rúa**

Proyecto de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Civil**

Director (a):

Ingeniero Carlos Uriel Ramírez García

Línea de Investigación:

Construcción de obras civiles

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil

Neiva, Colombia

2021

*(Dedicatoria)*

*A nuestros padres, familia, amigos, docentes y seres queridos que nos apoyaron incondicionalmente en este proceso de formación, y que creyeron en nuestras capacidades.*

## Agradecimientos

A la universidad Surcolombiana y al programa de Ingeniería Civil por suministrar una educación de alta calidad en todo momento, a todos los docentes que nos capacitaron tanto académica como éticamente en este proceso de formación, y al demás personal inscrito al programa de ingeniería civil.

Al ingeniero Carlos Uriel Ramírez García por asesorarnos de manera oportuna y brindarnos toda su experiencia en el tema.

A nuestros padres, familia, docentes, amigos y seres queridos que siempre nos apoyaron y nos brindaron consejo y motivación para seguir adelante en este proceso de formación.

## Resumen

Según la NSR-10 el 87% de la población colombiana habita en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia, por lo cual es importante que el país cuente con leyes que garanticen la seguridad de las edificaciones en el territorio Nacional ante eventos sísmicos salvaguardando así la vida de los habitantes y el patrimonio del país. En el título A de la NSR-10 se ubica al Departamento del Huila en una zona de Amenaza sísmica Alta, esto debido a su historial de sismos registrados, tales como el de febrero de 1967 de magnitud de 7.2 Mw, dejando afectaciones severas y colapsos en diferentes estructuras y edificaciones de esa época, sufriendo las consecuencias en mayor parte las edificaciones y viviendas de uno y dos pisos, dejando como saldo más de 200.000 edificaciones damnificadas y más de una docena de muertos.

Por lo anteriormente expuesto, es de vital importancia construir viviendas que garanticen seguridad y estabilidad ante cualquier evento sísmico. A partir de esta premisa, se hace necesario realizar una evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas en la ciudad de Neiva, para lo cual en el presente trabajo se realizará la correspondiente evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los elementos estructurales y no estructurales que componen las edificaciones de un piso en mampostería confinada de acuerdo a la metodología planteada en Manual de Construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). Se tomarán como muestra cuatro viviendas de un piso, también se verificará si éstas cumplen el actual reglamento colombiano de sismo resistencia NSR-10 basado en su título E y finalmente se procederá a definir si las edificaciones objeto de estudio requieren algún tipo de reforzamiento para lo cual se establecerá la correspondiente propuesta.

### Palabras clave:

1. **Amenaza sísmica:** Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado.

- 
2. **Vulnerabilidad sísmica:** Es la cuantificación del potencial de mal comportamiento con respecto a una sollicitación de evento sísmico, esta puede clasificarse como vulnerabilidad sísmica baja, vulnerabilidad sísmica media o moderada y vulnerabilidad sísmica alta.
  3. **Edificación:** Es una construcción cuyo uso principal es la habitación u ocupación por seres humanos.
  4. **Vivienda:** Es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas externas.
  5. **Elemento estructural:** Componente del sistema estructural de la edificación.
  6. **Elemento no estructural:** Componente que no pertenece al sistema estructural, pero es parte integral de la edificación.
  7. **Mampostería confinada:** Es el sistema de construcción donde se construye usando muros de mampostería que están rodeados por elementos de concreto reforzado, fundidos luego de la ejecución del muro, elementos que actúan monolíticamente con el muro.
  8. **Reforzamiento estructural:** Es la acción que se ejecuta para incrementar la resistencia de una estructura o sus componentes, para mejorar la estabilidad estructural de la construcción.

## Abstract

According to the NSR-10, 87% of the Colombian population lives in areas of high and intermediate seismic threat, which is why it is important that the country has laws that guarantee the safety of buildings in the National territory against seismic events, thus safeguarding the life of the inhabitants and the patrimony of the country. In title A of the NSR-10, the Department of Huila is located in an area of High Seismic Hazard, this due to its history of recorded earthquakes, such as the February 1967 earthquake with a magnitude of 7.2 Mw, leaving severe damage and collapses. In different structures and buildings of that time, most of the buildings and houses with one and two stories suffered the consequences, leaving more than 200,000 damaged buildings and more than a dozen deaths. For the above, it is vitally important to build houses that guarantee security and stability in the event of any seismic event.

Based on this premise, it is necessary to carry out an evaluation of the seismic vulnerability of the buildings built in the city of Neiva, for which in this work the corresponding evaluation of the seismic vulnerability of the structural and non-structural elements that make up one-story buildings in confined masonry according to the methodology set forth in the Construction Manual, evaluation and earthquake-resistant rehabilitation of masonry houses (Colombian Association of Seismic Engineering). Four one-story homes will be taken as a sample, it will also be verified if they comply with the current Colombian regulation of earthquake resistance NSR-10 based on their title E and finally it will proceed to define if the buildings under study require some type of reinforcement for it. which will establish the corresponding proposal.

### **Keywords:**

**1. Seismic threat:** It is the expected value of future seismic actions at the site of interest and is quantified in terms of an expected horizontal acceleration of the ground, which has a probability of exceedance given in a predetermined period of time.

---

**2. Seismic vulnerability:** It is the quantification of the potential for misbehavior with respect to a seismic event request, this can be classified as low seismic vulnerability, medium or moderate seismic vulnerability and high seismic vulnerability.

**3. Building:** It is a construction whose main use is the habitation or occupation by human beings.

**4. Housing:** It is a building whose main function is to offer shelter and room to people, protecting them from inclement weather and other external threats.

**5. Structural element:** Component of the building's structural system.

**6. Non-structural element:** Component that does not belong to the structural system, but is an integral part of the building.

**7. Confined masonry:** It is the construction system where it is built using masonry walls that are surrounded by reinforced concrete elements, fused after the execution of the wall, elements that act monolithically with the wall.

**8. Structural reinforcement:** It is the action that is carried out to increase the resistance of a structure or its components, to improve the structural stability of the construction.

# Contenido

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>17</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>17</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	19
1.2 Justificación .....	21
1.3 Objetivos .....	23
1.3.1 General.....	23
1.3.2 Específicos .....	23
1.4 Antecedentes investigativos .....	24
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>27</b>
<b>Marco teórico</b> .....	<b>27</b>
2.1 Vulnerabilidad sísmica .....	27
2.1.1 Vulnerabilidad estructural .....	29
2.1.2 Vulnerabilidad no estructural .....	29
2.1.3 Peligro sísmico.....	29
2.1.4 Riesgo sísmico .....	30
2.2 Metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica.....	30
2.2.1 Técnicas directas .....	30
2.2.2 Técnicas indirectas .....	30
2.2.3 Técnicas convencionales .....	31
2.3 Escala de vulnerabilidad.....	31
2.4 Comportamiento estructural de edificaciones .....	32
2.5 Edificaciones construidas en mampostería.....	32
2.5.1 Mampostería no reforzada y mampostería de muros confinados. ....	32
2.5.2 Elementos de confinamiento en mampostería confinada.....	34
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>37</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>37</b>
3.1 Descripción de la metodología.....	37
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>47</b>
<b>Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas</b> .....	<b>47</b>

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido. X**

---

4.1	Paso I: Selección y caracterización de las cuatro viviendas .....	47
4.2	Paso II: Levantamiento arquitectónico y estructural.....	52
4.3	Paso III: Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento del título E de la NSR-10. ....	60
4.3.1	Identificación y evaluación del componente geométrico de las viviendas. ....	60
4.3.2	Identificación y evaluación del componente estructural de las viviendas. ....	73
4.3.3	Identificación y evaluación del componente constructivo de las viviendas.....	100
4.3.4	Identificación y evaluación del componente suelo de las viviendas. ....	108
4.3.5	Identificación y evaluación del componente entorno de las viviendas.....	110
4.3.6	Determinación de la calificación global del grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas.....	111
<b>Capítulo 5</b>	.....	<b>118</b>
<b>Recomendaciones y propuesta reforzamiento.</b>	.....	<b>118</b>
5.1	Propuesta de reforzamiento vivienda #1.....	118
5.1.1	Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales....	118
5.1.2	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.....	120
5.1.3	Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.	121
5.1.4	Propuesta de reforzamiento apartado E.2.1.5 Configuración en planta cimentación.	121
5.1.5	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados. ....	122
5.1.6	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros. ....	123
5.1.7	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.....	127
5.1.8	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.....	128
5.1.9	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.	129
5.1.10	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas. ....	129
5.2	Propuesta de reforzamiento vivienda #2.....	130
5.2.1	Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales....	130
5.2.2	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.....	132
5.2.3	Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.	132
5.2.4	Propuesta de reforzamiento apartado E.2.1.5 Configuración en planta cimentación.	132
5.2.5	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados. ....	134
5.2.6	Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros. ....	135

5.2.7 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.....	138
5.2.8 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.....	139
5.2.9 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.	139
5.2.10 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas. ....	140
5.3 Propuesta de reforzamiento vivienda #3.....	141
5.3.1 Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales. ....	141
5.3.2 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.....	143
5.3.3 Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.	143
5.3.4 Propuesta de reforzamiento apartado E.2.1.5 Configuración en planta cimentación.	143
5.3.5 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados.....	145
5.3.6 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros. ....	145
5.3.7 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.....	149
5.3.8 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.....	150
5.3.9 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.	150
5.3.10 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas. ....	151
5.4 Propuesta de reforzamiento vivienda #4.....	152
5.4.1 Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales. ....	152
5.4.2 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.....	154
5.4.3 Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.	154
5.4.4 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados.....	155
5.4.5 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros. ....	156
5.4.6 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.....	159
5.4.7 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.....	159
5.4.8 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.	159
5.4.9 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas. ....	159
5.5 Verificación del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de acuerdo a la propuesta de reforzamiento.....	161
<b>CAPITULO 6.....</b>	<b>169</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>169</b>

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**XII**

---

**REFERENCIAS ..... 172**

**ANEXOS ..... 173**

# Lista de Tablas

<b>TABLA 1.</b> SECUENCIA DE PASOS PARA EL CORRECTO DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADO. ....	38
<b>TABLA 2.</b> CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA. ....	40
<b>TABLA 3.</b> ESCALA DE CALIFICACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD DE UNA VIVIENDA DE ACUERDO AL MANUAL DE LA AIS. ....	45
<b>TABLA 4.</b> TABLA PARA DETERMINAR LA CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	45
<b>TABLA 5.</b> DATOS GENERALES DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	47
<b>TABLA 6.</b> DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	48
<b>TABLA 7.</b> REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MUROS DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	49
<b>TABLA 8.</b> REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PISOS DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	50
<b>TABLA 9.</b> REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUBIERTA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	50
<b>TABLA 10.</b> REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA FACHADA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	51
<b>TABLA 11.</b> PLANOS DE PLANTA ARQUITECTÓNICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	52
<b>TABLA 12.</b> PLANOS ESTRUCTURALES Y DE CIMENTACIÓN DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	54
<b>TABLA 13.</b> PLANO ARQUITECTÓNICO DE FACHADA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	57
<b>TABLA 14.</b> PLANO ARQUITECTÓNICO CORTE LONGITUDINAL DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	57
<b>TABLA 15.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.1.3.2. ....	62
<b>TABLA 16.</b> FORMA GEOMÉTRICA DE LA PLANTA ARQUITECTÓNICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	63
<b>TABLA 17.</b> VERIFICACIÓN DEL APARTADO 1.3.3 EN PLANO DE PLANTA ARQUITECTÓNICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS (RELACIÓN LARGO/ANCHO EN PLANTA).....	64
<b>TABLA 18.</b> VERIFICACIÓN SIMETRÍA EN PLANTA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	64
<b>TABLA 19.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.1.3.3. ....	65
<b>TABLA 20.</b> PLANOS DE FACHADA Y CORTE LONGITUDINAL (ALZADO) DE LAS CUATRO VIVIENDAS PARA LA VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD EN ALTURA.....	68
<b>TABLA 21.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.1.3.4. ....	71
<b>TABLA 22.</b> VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE JUNTA SÍSMICA PARA EL PARÁMETRO 1 (RELACIÓN LARGO/ANCHO EN PLANTA). ....	71
<b>TABLA 23.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.1.3.4.3. ....	73
<b>TABLA 24.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.2.1.4. ....	75
<b>TABLA 25.</b> CLASIFICACIÓN DE ANILLOS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN DE LAS CUATRO VIVIENDAS ....	76
<b>TABLA 26.</b> VERIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN EN PLANTA DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	78
<b>TABLA 27.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.2.1.5. ....	79
<b>TABLA 28.</b> TABLA E.2.2-1 VALORES MÍNIMOS PARA DIMENSIONES, RESISTENCIA DE MATERIALES Y REFUERZO DE CIMENTACIONES. ....	79
<b>TABLA 29.</b> VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.2.2 ESTRUCTURACIÓN DE LOS CIMIENTOS PARA LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	80
<b>TABLA 30.</b> DETALLES VIGAS DE CIMENTACIÓN DE LAS VIVIENDAS. ....	81
<b>TABLA 31.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.2.2 ....	84
<b>TABLA 32.</b> TABLA E.3.5-1 – ESPESORES MÍNIMOS NOMINALES PARA MUROS ESTRUCTURALES EN CASAS DE UNO Y DOS PISOS (MM). ....	84
<b>TABLA 33.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.3.5. ....	85
<b>TABLA 34.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.3.6.4. ....	86
<b>TABLA 35.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.3.6.6. ....	87
<b>TABLA 36.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.4.2. ....	89
<b>TABLA 37.</b> VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE DIMENSIONES MÍNIMAS PARA COLUMNAS DE CONFINAMIENTO. ....	89
<b>TABLA 38.</b> VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DISTANCIAMIENTO MÁXIMO HORIZONTAL ENTRE COLUMNAS DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	90
<b>TABLA 39.</b> PLANOS DETALLE ANLAJE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO Y MUROS A LA CIMENTACIÓN PARA LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	92
<b>TABLA 40.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.4.3.....	95
<b>TABLA 41.</b> VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE DIMENSIONES MÍNIMAS PARA VIGAS DE CONFINAMIENTO. ....	96

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**XIV**

<b>TABLA 42.</b> VERIFICACIÓN DEL APARTADO E.4.3.2 PARA LAS VIVIENDAS. ....	97
<b>TABLA 43.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.4.4. ....	99
<b>TABLA 44.</b> CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.3.2 .....	100
TABLA 45. ABERTURAS DE LOS MUROS DE FACHADA EN LAS CUATRO VIVIENDAS.....	101
TABLA 46. ABERTURAS DE LOS MUROS INTERNOS DE LAS VIVIENDAS. ....	102
TABLA 47. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.3.4 .....	104
TABLA 48. CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.3.4.....	105
TABLA 49. ESTRUCTURA DE CUBIERTA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	106
TABLA 50. CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.5.2.....	108
TABLA 51. VERIFICACIÓN REQUISITOS DEL APARTADO SUELO PARA LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	109
TABLA 52. CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO SUELO. ....	110
TABLA 53. CUADRO RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO TOPOGRAFÍA.....	111
TABLA 54. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS APARTADOS DEL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	111
TABLA 55. DETERMINACIÓN DE LA CALIFICACIÓN GLOBAL DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS. ....	116
TABLA 56. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #1. ....	119
TABLA 57. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #1. ....	119
TABLA 58. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.2.1.5 DE LA VIVIENDA #1 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	122
TABLA 59. COEFICIENTE M0 PARA LONGITUD MÍNIMA DE MUROS ESTRUCTURALES CONFINADOS. ....	122
TABLA 60. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #1 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	123
TABLA 61. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #1 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	125
TABLA 62. DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS DE LA VIVIENDA #1 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	127
TABLA 63. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #2. ....	130
TABLA 64. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #2. ....	130
TABLA 65. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.2.1.5 DE LA VIVIENDA #2 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	133
TABLA 66. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #2 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	135
TABLA 67. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #2 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	136
TABLA 68. DISTRIBUCIÓN DE COLUMNAS DE LA VIVIENDA #2 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	138
TABLA 69. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #3. ....	141
TABLA 70. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #3. ....	141
TABLA 71. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL APARTADO E.2.1.5 DE LA VIVIENDA #3 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	144
TABLA 72. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #3 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	146
TABLA 73. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #3 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	147
TABLA 74. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #4. ....	152
TABLA 75. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y LONGITUD DE MUROS EN EL SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #4. ....	153
TABLA 76. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO X PARA LA VIVIENDA #4 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	156
TABLA 77. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN SENTIDO Y PARA LA VIVIENDA #4 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO. ....	157

TABLA 78. CUADRO DE CHEQUEO EVALUADO SEGÚN LAS PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO.....	161
TABLA 79. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS DE ACUERDO A LAS PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO. ....	167

# Tabla de Figuras

<b>FIGURA 1.</b> ¿CÓMO AFECTA UN SISMO A UN EDIFICIO?.....	28
<b>FIGURA 2.</b> MUROS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA. ....	33
<b>FIGURA 3.</b> MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA. ....	34
<b>FIGURA 4.</b> FIGURA A.3-1 IRREGULARIDADES EN PLANTA – NSR-10.....	67
<b>FIGURA 5.</b> FIGURA A.3-2 IRREGULARIDADES EN ALTURA – NSR-10.....	68
<b>FIGURA 6.</b> FIGURA E.2.1-1 – SISTEMA RETICULAR DE VIGAS QUE CONFIGURAN ANILLOS CERRADOS Y CONTINUOS.....	74
<b>FIGURA 7.</b> PLANO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA VIVIENDA #1 SEGÚN EL APARTADO E.1.3.2. ....	120
<b>FIGURA 8.</b> VERIFICACIÓN SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN AMBOS SENTIDOS DE LA VIVIENDA #1 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	126
<b>FIGURA 9.</b> DISEÑO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA LA VIVIENDA #1 SEGÚN VERIFICACIÓN DEL APARTADO E.4.3.....	128
<b>FIGURA 10.</b> PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA CUBIERTA DE LA VIVIENDA #1. ....	129
<b>FIGURA 11.</b> PLANO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA VIVIENDA #2 SEGÚN EL APARTADO 1.3.2 DE LA TABLA 55.....	131
<b>FIGURA 12.</b> VERIFICACIÓN SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN AMBOS SENTIDOS DE LA VIVIENDA #2 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	137
<b>FIGURA 13.</b> DISEÑO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA LA VIVIENDA #2 SEGÚN VERIFICACIÓN DEL APARTADO E.4.3.....	138
<b>FIGURA 14.</b> PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA CUBIERTA DE LA VIVIENDA #2. ....	140
<b>FIGURA 15.</b> PLANO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA VIVIENDA #3 SEGÚN EL APARTADO 1.3.2 DE LA TABLA 66 Y 67.....	142
<b>FIGURA 16.</b> VERIFICACIÓN SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN AMBOS SENTIDOS DE LA VIVIENDA #3 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	148
<b>FIGURA 17.</b> DISEÑO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA LA VIVIENDA #3 SEGÚN VERIFICACIÓN DEL APARTADO E.4.3.....	149
<b>FIGURA 18.</b> PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA ABERTURA DE MUROS DE LA VIVIENDA #3. ....	150
<b>FIGURA 19.</b> PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA CUBIERTA DE LA VIVIENDA #3. ....	151
<b>FIGURA 20.</b> PLANO DE PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA VIVIENDA #4 SEGÚN EL APARTADO 1.3.2 DE LA TABLA 74 Y 75.....	153
<b>FIGURA 21.</b> VERIFICACIÓN SIMETRÍA DE MUROS ESTRUCTURALES EN AMBOS SENTIDOS DE LA VIVIENDA #4 SEGÚN PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	158
<b>FIGURA 22.</b> PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA CUBIERTA DE LA VIVIENDA #4. ....	160

## **Capítulo 1**

### **Introducción**

La norma para la construcción sismo resistente en Colombia nace debido a la necesidad de salvaguardar las vidas de las personas en el país y el patrimonio del territorio nacional, además, para evitar al máximo los daños o colapsos que puedan ser producidos en las edificaciones provocados por los sismos y terremotos, teniendo en cuenta que Colombia es un país ubicado en una de las zonas sísmicamente más activas de la tierra, la cual se denomina Anillo Circumpacífico y corresponde a los bordes del Océano Pacífico, además, de su ubicación sobre las placas de Nazca, Caribe, Cocos y Sudamericana, produciendo así diferentes tipos de fallas geológicas. La norma nace en 1984 a raíz de la ocurrencia del Sismo de Popayán y se ha ido actualizando e incluyendo nuevas técnicas y parámetros constructivos con el avance de las tecnologías de la construcción. A hoy en día, la norma ya lleva su segunda actualización, denominada NSR-10.

La NSR-10 incluye, entre otras cosas, el título E “Casas de uno y dos pisos”, el cual establece los requisitos para la construcción sismo resistente de edificaciones de uno y dos pisos de mampostería confinada y de bahareque encementado, dirigidos a todos los profesionales de la ingeniería y arquitectura que trabajan en la construcción de viviendas a pesar de no ser especialistas en cálculo estructural.

El presente trabajo nace de la necesidad de conocer el grado de vulnerabilidad sísmica de cuatro edificaciones de un piso construidas en la ciudad de Neiva, esto es debido a que históricamente a nivel nacional han sido construidas miles de edificaciones sin contar con el personal profesional adecuado con conocimientos de ingeniería o sismo resistencia, construidas por maestros de obra, obreros no calificados e incluso por sus propietarios. De acuerdo a lo anterior, es muy probable que estas edificaciones posean vulnerabilidades que comprometan la seguridad de sus habitantes ante la acción de eventos sísmicos significativos, los cuales pueden afectar la integridad estructural de las viviendas, poniendo en riesgo la vida de las personas.

Se decide realizar este trabajo en el municipio de Neiva departamento del Huila, puesto que éste se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta de acuerdo al título A de la NSR-10, se

---

pretende realizar un trabajo de campo donde se pueda recolectar la mayor cantidad de información posible de las edificaciones para desarrollar la respectiva evaluación de vulnerabilidad sísmica.

El objetivo general del presente estudio es determinar la vulnerabilidad sísmica y verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño en la que se encuentran cuatro edificaciones ubicadas en la ciudad de Neiva construidas en mampostería confinada y realizar la respectiva propuesta de mejoramiento estructural de ser necesario para que se acoja a los requerimientos dados por el título E de la NSR-10.

La metodología a emplear se encuentra planteada en el Manual de Construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica), donde de acuerdo a un trabajo de campo realizado en cada edificación objeto de estudio se procede a realizar un levantamiento en planta de la edificación, también se recopila información de la misma, se hace una inspección visual de la integración física, y se entrevista a los propietarios para conocer los antecedentes de la edificación. Una vez realizado el trabajo en campo se da inicio a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de acuerdo a los parámetros establecidos en el mencionado manual, como también en base de los conocimientos de los autores en el tema. También se verifica el cumplimiento del título E de la NSR-10 en las edificaciones objeto de estudio, para finalmente proceder a realizar una propuesta de mejoramiento estructural en caso de ser requerido, el cual se presentará al propietario con el objetivo de preservar la seguridad y la vida de los propietarios ante la acción de un sismo.

Dentro de las limitaciones se tiene que los propietarios de las viviendas no poseen planos ni especificaciones técnicas de las viviendas, por lo cual se debe realizar un levantamiento arquitectónico y utilizar la información suministrada por los propietarios o constructores. También, al tratarse de viviendas ocupadas y con acabados terminados, no se van a realizar apiques para comprobar propiedades de los elementos estructurales y no estructurales.

## **1.1 Planteamiento del problema**

El departamento del Huila padece una gran probabilidad de acontecimientos de eventos sísmicos de gran magnitud, esto debido a las características geológicas de la región y de acuerdo al título A de la NSR-10 dicho departamento se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta, por lo cual es de gran importancia diseñar y construir edificaciones que cumplan a cabalidad con la norma sismo resistente colombiana, esto para salvaguardar la vida de las personas que habiten dichas edificaciones. Expuesto lo anterior se es necesario que los profesionales de ingeniería civil posean los conocimientos necesarios para así poder concebir edificaciones que cumplan con todos los requerimientos de seguridad y de servicio descritos en la NSR-10, logrando resistir además de las fuerzas que imponen su uso, temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daño estructural pero con posibles daños en elementos no estructurales y temblor fuerte con daños en elementos estructurales y no estructurales pero sin colapso, protegiendo vidas y recursos económicos.

Se plantea realizar la verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10, haciendo uso de los planos estructurales y arquitectónicos levantados en campo, como fuente de apoyo principal se manejará el Título E de la NSR-10 “Casas de uno y dos pisos”, en donde se dictaminan las especificaciones mínimas de diseño y construcción que deben de cumplir las viviendas de uno y dos pisos para cada zona de amenaza sísmica en el país, donde de acuerdo a dichas especificaciones se evaluará si las viviendas objeto de estudio cumplen con la normativa vigente, y en caso de que no cumplan en su totalidad, realizar las correspondientes recomendaciones técnicas para dar cumplimiento a la norma.

Las viviendas objeto de estudio son de uso residencial, donde habitan familias de manera permanente, y teniendo en cuenta que se ubican en una zona de amenaza sísmica alta se hace necesario corroborar que la obra construida cumpla con las especificaciones técnicas del título E de la NSR-10, para lo cual el presente estudio busca responder el siguiente interrogante *¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas tomadas como muestra, las*

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

20

---

*cuales presentan características similares en cuanto al tipo de materiales utilizados y su proceso constructivo?*

## **1.2 Justificación**

El título E de la NSR-10 establece los requisitos para la construcción sismo resistente de viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada, permitiendo un funcionamiento adecuado de las viviendas ante cargas laterales y verticales en las diferentes zonas de amenaza sísmica.

Un sismo es una cadena de vibraciones generadas en la corteza terrestre debido a un movimiento en las placas tectónicas del planeta Tierra, teniendo así repercusiones múltiples en diferentes tipos de estructuras.

El riesgo sísmico es el estado de pérdidas que se espera que tenga una estructura después de la ocurrencia de un sismo, y va ligado directamente a la zonificación sísmica (nivel de amenaza sísmica por ubicación) y también al diseño sismo resistente que tenga la estructura, lo cual se conoce como vulnerabilidad sísmica.

*“La vulnerabilidad sísmica de una estructura (...) se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño” (Barbat, 1998).*

El diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio colombiano debe someterse a los criterios y requisitos mínimos que se establecen en la NSR-10, dicho reglamento tiene como objetivo principal reducir al mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.

Actualmente la ciudad de Neiva tiene una cantidad considerable de población, los cuales se encuentran habitando casas que probablemente no cumplen con requisitos mínimos de sismo resistencia, algunos habitan a orillas del río, o en viviendas con materiales no aptos para la construcción.

Es fundamental que las viviendas en la ciudad estén en óptimas condiciones, o al menos en condiciones de funcionamiento sismo resistente para que puedan tener la capacidad de

---

seguir en pie ante una amenaza sísmica para asegurar así el patrimonio y salvaguardar las vidas de quienes las habitan.

Como futuros Ingenieros Civiles la determinación y evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas en la ciudad de Neiva nos proporciona ampliar los conocimientos adquiridos, especialmente en las competencias investigativas de formación en el área de construcción de edificaciones y análisis estructural.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas objeto de estudio, y plantear la correspondiente propuesta de reforzamiento si es requerida.

### **1.3.2 Específicos**

- Verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño y construcción sismo resistente establecidos en el título E de la NSR-10 “Casas de uno y dos pisos” para las cuatro viviendas.
- Identificar las deficiencias en el diseño y construcción sismo resistente que tienen en común las cuatro viviendas.
- Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas mediante la implementación de la metodología planteada en el Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica “AIS”.

---

## 1.4 Antecedentes investigativos

Para la realización del presente proyecto de investigación se llevó a cabo una búsqueda de diferentes investigaciones que van ligadas a la vulnerabilidad sísmica en las estructuras.

Relacionados al tema de “Vulnerabilidad sísmica en las estructuras” hay una cantidad de investigaciones a lo largo del mundo, lo que de cierta forma hace que la recolección de información bibliográfica y de antecedentes de estudios de este tipo sea más sencilla y por consiguiente también conocer el estado de los avances que se han logrado a lo largo de estos.

En el presente trabajo se van a tomar más en cuenta los antecedentes nacionales por compartir de cierta forma la misma norma sismo resistente y por condiciones de estudios.

- **“Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017”<sup>1</sup> 2009.** El distrito de Chilca, perteneciente a la provincia de Huancayo, lugar donde se realizó la investigación, tiene antecedentes de haber sufrido daños por movimientos sísmicos, los cuales fueron originados por la presencia de la falla geológica del Huaytapallana, que en la actualidad se encuentra en un silencio sísmico de 50 años. En las últimas décadas, la población del distrito de Chilca y su necesidad de tener una vivienda, fue aumentando exponencialmente. Al no contar con los recursos económicos suficientes, optan por construir de manera personal o la realizan mediante terceras personas, que no cuentan con conocimientos adecuados para la construcción de una vivienda. Para la investigación se realizó el Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica usando tres metodologías: Método cualitativo – ATC 21, Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y Método de INDECI. Métodos que permiten la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Así mismo, se contrastó los límites de distorsión de entrepiso (deriva) de una vivienda de

---

1- <sup>1</sup> Santos, D. (2019). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental, Huancayo, Perú.  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6924>

---

albañilería mediante un análisis estático sísmico, y también la resistencia última de los muros de una vivienda de adobe. Ambos análisis fueron contrastados por la Norma E.0.30, Diseño Sismoresistente, y Norma E0.80, Diseño y Construcción con tierra reforzada.

- ***“Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto”<sup>2</sup> 2018:*** Cuenca es una ciudad con alta amenaza sísmica, vulnerable ante sismos, en particular su Centro Histórico, como pudo constatarse en un estudio de vulnerabilidad sísmica llevado a cabo, como parte del proyecto P-BID 400 Amenaza sísmica en el Austro, vulnerabilidad y riesgo sísmico en la Ciudad de Cuenca, por la Red Sísmica del Austro (1999-2002). El trabajo que se propone aquí se centra en un proyecto de actualización del estudio de vulnerabilidad presentado al GAD-Cuenca en el marco de un acuerdo de cooperación. Este proyecto se ha acotado, en una primera fase, al Centro Histórico de la ciudad, suponiendo su planteamiento un avance con respecto al proyecto realizado en el marco del proyecto P-BID 400; esta mejora tiene que ver fundamentalmente con el modelo de capacidad de las edificaciones. En el presente artículo se explica este avance en la aproximación al problema de la vulnerabilidad sísmica a escala territorial, en el contexto del método de evaluación sísmica empleado: el Método de Nivel Dos del proyecto europeo RISK-UE, y más específicamente, el Método del Espectro de Capacidad. Además, se exponen los lineamientos generales del proyecto y los avances alcanzados en relación con la caracterización tipológica del patrimonio edificado, modelización e implementación computacional del Método del espectro de Capacidad.
- ***“Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali”<sup>3</sup> 2019:*** Un

---

2- <sup>2</sup> , J., Cabrera, J., Sánchez, J., & Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto. *Maskana*, 9(1), 59–78. <https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.07>

3- <sup>3</sup> Garcés, J. R. (2017). Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/16248>.

---

estudio de vulnerabilidad sísmica permite conocer las condiciones en las cuales se encuentra una edificación frente a la presencia de un sismo de intensidad moderada, el presente trabajo de grado está enfocado en las viviendas de uno y dos pisos construidas por sus propietarios antes de la vigencia del decreto 1400 de 1984. En este estudio se emplea el método de observación rápida o ATC 21, el cual consiste en realizar una inspección desde el exterior de las viviendas, de sus condiciones estructurales y no estructurales existentes. El método ATC 21 establece un nivel de vulnerabilidad sísmica calificando la edificación entre una vulnerabilidad mínima, significativa, alta y muy alta. Se plantean soluciones a las deficiencias encontradas, fundamentadas en la norma NSR10, específicamente el título E, brindando una propuesta de vivienda segura y económica.

---

## Capítulo 2

### Marco teórico

#### 2.1 Vulnerabilidad sísmica

Es el grado de daño que puede sufrir una estructura o edificación debido a un evento sísmico, así, se pueden clasificar las edificaciones con vulnerabilidad baja, moderada y alta.

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica (AIS), “la vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado.”

Entonces, siendo así, se puede decir que la vulnerabilidad sísmica es una propiedad que viene siendo intrínseca para la edificación, puesto que es una característica de su comportamiento ante la acción de un evento sísmico, donde hay una relación de Causa- efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Sandi, 1986).

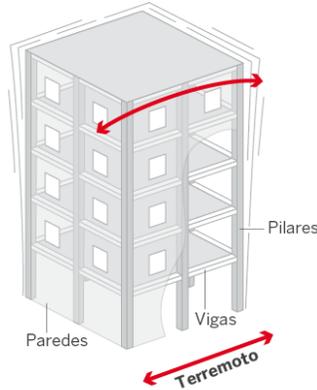
Debido a esto, se puede afirmar que un estudio de vulnerabilidad sísmica podría ser aplicado a cualquier tipo de obra ingenieril en la que se requiera conocer el comportamiento ante un posible evento sísmico. El daño que puede sufrir una edificación puede darse en dos tipos, daño estructural y en daño no estructural.

Figura 1. ¿Cómo afecta un sismo a un edificio?

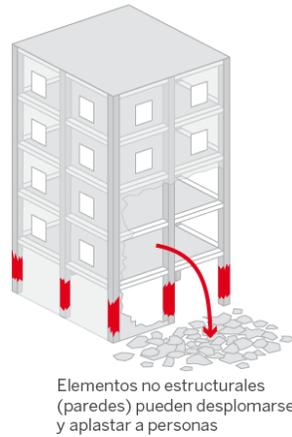
**CÓMO AFECTA UN SEÍSMO A UN EDIFICIO**

Fallos que suelen producirse en un inmueble no sismorresistente

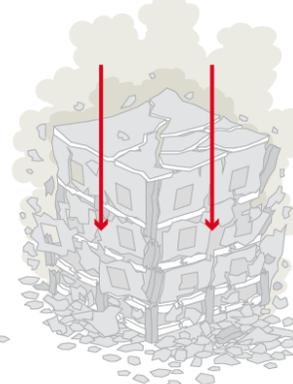
**1** El terremoto produce **movimientos laterales**, para los que el edificio no está preparado



**2** Los daños del edificio **se concentran en una planta** (muchas veces, la planta baja)



**3** La planta dañada deja de poder soportar las cargas verticales y el edificio **se desploma**



**EDIFICIOS SISMORRESISTENTES**

Se busca un equilibrio entre **R resistencia** y **D ductilidad** (capacidad para deformarse sin romperse)

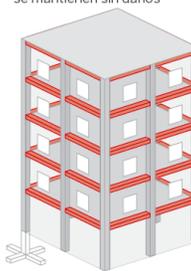
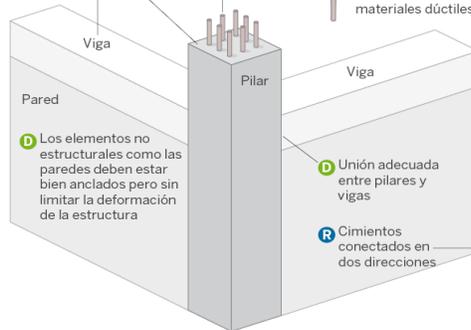
**R** Mayores dimensiones de vigas y pilares

**R** Pilares y vigas se construyen con más acero

**D** Los pilares deben ser más resistentes que las vigas y éstas estar construidas con materiales dúctiles

**Vigas:** todas sufren daños (deformaciones) de forma homogénea.

**Pilares:** son elásticos y se mantienen sin daños



El objetivo es que el edificio no se desplome, aunque pueda sufrir daños que requieran su reparación o derribo.

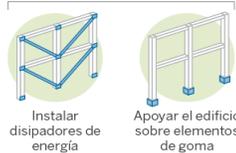
**REACONDICIONAMIENTO DE EDIFICIOS YA EXISTENTES**

Estas son algunas de las reformas que suelen realizarse

Soluciones convencionales



Soluciones avanzadas (más caras)



**Nota.** Tomado de *Amadeo Benavente*, catedrático de estructuras. ETS Ingenieros industriales (U. Politécnica de Madrid). HEBER LONGÁS/EL PAÍS

### **2.1.1 Vulnerabilidad estructural**

El daño estructural depende directamente del comportamiento de los elementos estructurales, tales como columnas, muros, vigas, losas, cimentación. Este daño estructural se puede cuantificar por medio de indicadores de daños, pudiendo ser locales o a nivel global de la estructura viéndola como un conjunto.

El estudio de vulnerabilidad estructural determinar qué tan susceptibles son estas estructuras locales cuando se inducen fuerzas en ellas y estas fuerzas actúan en conjunto con las cargas de la edificación.

Para obtener una baja vulnerabilidad estructural es necesario construir desde el diseño sismo resistente para evitar colapsos y así mantener la integridad de la edificación y lo que es aún más importante, la vida de sus habitantes.

### **2.1.2 Vulnerabilidad no estructural**

El estudio de vulnerabilidad sísmica no estructural busca establecer la susceptibilidad a daños que los elementos no estructurales pueden presentar. Esto debido a que luego de un sismo puede suceder que a pesar de que la edificación no colapse los elementos no estructurales como equipos o elementos de tipo arquitectónicos pueden generar un riesgo de caída o falla.

### **2.1.3 Peligro sísmico**

La peligrosidad sísmica de una zona es cualquier descripción de los efectos provocados por terremotos en el suelo de dicha zona. Estos efectos pueden venir dados por velocidad, aceleración intensidad, y para su evaluación se debe analizar los fenómenos que tienen lugar desde el primer momento de la emisión de las ondas sísmicas en el centro del sismo hasta que las ondas alcanzan el lugar o zona afectada. Para evaluar la peligrosidad sísmica de una zona se deben definir dos aspectos: la caracterización de la zona y el mecanismo de propagación de la energía sísmica.

---

### 2.1.4 Riesgo sísmico

Según Souter y Dowrick, el riesgo significa *“la posibilidad de pérdida o daño o exposición al cambio de daño o pérdida”*, entonces el riesgo sísmico podría ser definido como las consecuencias económicas y sociales provocadas por un movimiento telúrico, resultado de fallas en la estructura cuya capacidad resistente fue excedida por el sismo.

*“Por lo tanto, se puede observar que el riesgo sísmico depende directamente de la peligrosidad y de la vulnerabilidad, es decir, los elementos de una zona con cierta peligrosidad sísmica pueden verse afectados en menor o mayor medida dependiendo del grado de vulnerabilidad sísmica que tengan, ocasionando un cierto nivel de riesgo sísmico del lugar”* Mena Hernández, 2002.

En el riesgo sísmico interviene la probabilidad de que se produzca un sismo, los posibles efectos locales de amplificación de las ondas sísmicas, la vulnerabilidad de las edificaciones y la existencia de los habitantes y bienes que puedan ser perjudicados.<sup>1</sup>

## 2.2 Metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica

### 2.2.1 Técnicas directas

Son las que predicen el daño causado por un sismo a una edificación por el modelo de tipología o por modelo mecánico. En el modelo tipológico se evalúa la probabilidad del daño basándose en el daño pasado evidenciado. En el modelo mecánico se permite predecir el efecto de un evento sísmico por medio de modelos mecánicos adecuados a cada tipo de construcción.

### 2.2.2 Técnicas indirectas

Permiten conocer el índice de vulnerabilidad estableciendo la relación entre el daño y la intensidad sísmica, evaluando estudios luego de eventos sísmicos.

### **2.2.3 Técnicas convencionales**

Brindan un índice de vulnerabilidad que no es dependiente a la predicción que se realiza del daño esperado, se utilizan mayormente para realizar comparaciones entre construcciones distintas que mantengan una misma tipología, en una misma zona.

La Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS) propone un método cualitativo para evaluar la vulnerabilidad de edificaciones existentes en las cuales no cuentan con información detallada de su diseño estructural, lo que a ciencia cierta no permite realizar un análisis computacional o un análisis detallado a nivel estructural por software. Sin embargo, es un método acertado para dar una valoración a cada vivienda o edificación.

El documento fue publicado en el “Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería”, el método presentado en el capítulo II del manual se califica mediante criterios sencillos y por medio de visualización y comparación con patrones generales, siendo algunos de ellos los siguientes:

- Calidad de los materiales de construcción.
- Calidad o falta de control de la mano de obra.
- Defectos estructurales tanto de forma como de cantidades de refuerzo.
- Fallas por la forma irregular y o el dimensionamiento desproporcionado de las construcciones.
- Fallas de orden socioeconómico por necesidad de realizar la vivienda por autoconstrucción sin supervisión de personal idóneo.

## **2.3 Escala de vulnerabilidad**

Según la AIS, la vulnerabilidad global de una vivienda depende de la vulnerabilidad individual que presenten los aspectos geométricos, constructivos y estructurales, y de la vulnerabilidad asociada a la cimentación, los suelos y el entorno. La AIS propone un sistema de calificación al evaluar los criterios de forma sencilla por medio de la visualización y comparación con patrones generales.

---

La AIS califica en tres niveles:

- Vulnerabilidad baja (**Verde** = 1)
- Vulnerabilidad media (**Naranja**= 2)
- Vulnerabilidad alta (**Rojo** = 3).

## 2.4 Comportamiento estructural de edificaciones

*“Se entiende por comportamiento estructural al funcionamiento de una estructura o edificación bajo cierto estado de cargas dependiente de su configuración, sistema estructural, localización, entre otros aspectos propios de la edificación.”* (Díaz, 2005).

Sobre una estructura pueden actuar diferentes tipos de fuerzas exteriores, las cuales son:

- Acciones de tipo gravitacional: carga muerta, movimientos forzados, sobrecargas, cargas vivas.
- Acciones térmicas: convección, radiación, flujo de calor.
- Acciones del terreno: empujes activos, asentamientos, deslizamientos.

## 2.5 Edificaciones construidas en mampostería.

### 2.5.1 Mampostería no reforzada y mampostería de muros confinados.

El título D de la NSR-10 establece los requisitos mínimos para diseñar y construir estructuras en mampostería y sus elementos, además, establece que este título está dirigido a lograr un comportamiento apropiado de las construcciones en mampostería estructural y su integridad estructural bajo condiciones de carga. Según el título D de la NSR-10 se establece que los muros siempre deben estar confinados así no cumplan función estructural. En ese orden de ideas se presentan dos tipos diferentes de muros:

- **Mampostería no reforzada:** Construcción que utiliza unidades de mampostería, pero no se consideran refuerzos internos ni externos para su confinamiento. Su unión va por medio

---

de mortero, está clasificada por la NSR-10 como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI). Cumple con los requisitos generales del capítulo D.9 de la NSR-10.

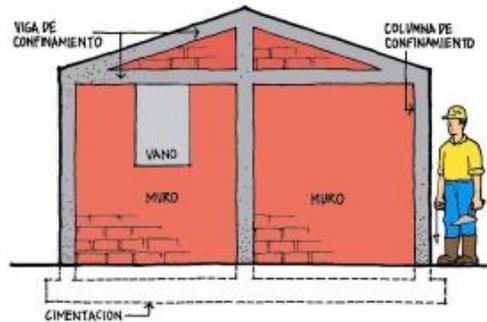
**Figura 2.** Muros de mampostería no reforzada.



**Nota.** Tomado de *Construcción de muros de mampostería de ladrillo* (Fotografía), por Cueva del Ingeniero Civil, 2012, (<https://www.cuevadelcivil.com/2012/08/construccion-de-muros-mamposteria-de.html>.)

- **Mampostería confinada:** Construcción que utiliza unidades de mampostería conformando un muro que luego se confina con vigas y columnas de concreto reforzados vaciados en sitio, está clasificada por la NSR-10 como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO). Se rigen bajo los requisitos del expuestos en el capítulo D.10 de la NSR-10. Para que un muro confinado se considere estructural debe ser continuo desde la cimentación hasta su nivel superior y no puede tener ningún tipo de aberturas. En caso de que no, se consideran muros confinados no estructurales y deben cumplir los requisitos expuestos por el capítulo A.9 de la NSR-10.

Figura 3. Muros de mampostería confinada.



**Nota.** Tomado de *Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería* (Figura), por Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001.

### 2.5.2 Elementos de confinamiento en mampostería confinada

- **Materiales:** las especificaciones mínimas establecidas según el título E.4 de la NSR-10 indican que el concreto debe ser de mínimo 17.5 Mpa, y el acero debe tener un límite de fluencia superior a 240 Mpa.
- **Columnas de confinamiento:** las columnas deben ser de concreto reforzado, ancladas a la cimentación y rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior, su sección transversal no debe ser menor a 200 cm<sup>2</sup> y deben estar ubicadas en los extremos de los muros estructurales, su distancia entre sí no debe ser mayor a 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento o 4 m.
- **Vigas de confinamiento:** deben ser de concreto reforzado, el refuerzo debe ir anclado a los extremos terminales con ganchos de 90°, se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan. Su ancho mínimo debe ser igual al espesor del muro, y su sección transversal no debe ser inferior a 200cm<sup>2</sup>.

- **Cintas de amarre:** son elementos suplementarios a las vigas de amarre, se utilizan en antepechos de ventanas, remates de culatas, remates de parapetos, etc. Deben ser construidas de forma monolítica con el elemento que remata y su refuerzo longitudinal debe ir anclado a los extremos terminales.



## Capítulo 3 Metodología

### 3.1 Descripción de la metodología

La Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS) propone un método cualitativo para evaluar la vulnerabilidad de edificaciones existentes en las cuales no cuentan con información detallada de su diseño estructural, dicho método se encuentra establecido en el “Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sísmo resistente de viviendas de mampostería”, el método presentado en el capítulo II del manual se califica mediante criterios sencillos y por medio de visualización y comparación con patrones generales, los cuales se describen a continuación con su respectivo procedimiento.

Primero se procede a seleccionar las cuatro viviendas de un piso construidas en mampostería confinada ubicadas en la ciudad de Neiva, luego mediante trabajo de campo se describen las características de cada componente de la vivienda (fachada, muros, pisos, cubierta) y se realiza el levantamiento arquitectónico y estructural.

Realizada la caracterización, levantamiento arquitectónico y estructural de las cuatro viviendas, se da inicio a la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica, para lo cual se implementará la metodología propuesta por el Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sísmo resistente de viviendas de mampostería publicado por la Asociación colombiana de ingeniería sísmica (AIS), donde se verifica el grado de vulnerabilidad sísmica de los apartados tales como el geométrico, cimentación, estructural, constructivo, suelo y entorno.

Para poder evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de los cinco apartados mencionados anteriormente, se establece una lista de chequeo donde se verifica el cumplimiento de los parámetros de diseño y construcción sísmo resistente para casas de uno y dos pisos, establecidos en el título E de la NSR-10, ver tabla 2. Una vez verificado el cumplimiento de cada parámetro de la norma se procede a evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica (N.V) en la misma lista de chequeo, asignando un puntaje de 1 cuando el nivel de vulnerabilidad sísmica es bajo y la vivienda cumple con el parámetro evaluado, y 3 cuando el nivel de vulnerabilidad sísmica es alto y la vivienda no cumple con el parámetro evaluado.

Una vez verificado y evaluado el cumplimiento de los parámetros de diseño y construcción sismo resistente según la tabla 2, se procede a determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de la vivienda siguiendo el procedimiento establecido en el Manual de la AIS, ver la tabla 4. En primer lugar, se toma la calificación de cada uno de los parámetros según su apartado (geométrico, constructivo, estructural, cimentación, suelo y entorno) y se promedian, posteriormente la calificación ponderada de cada apartado se multiplica por un factor de ponderación establecido por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, y como paso final se realiza la sumatoria de cada calificación ponderada, la cual determinará en qué grado de vulnerabilidad se encuentra la vivienda, de acuerdo a la escala de calificación establecida en la tabla 3.

En la tabla 1 se muestra la secuencia de pasos establecidos para el correcto desarrollo del proyecto, según la metodología descrita, junto con las actividades programadas a ejecutar.

**Tabla 1.** Secuencia de pasos para el correcto desarrollo del proyecto de grado.

<b>PASO</b>	<b>ACTIVIDADES A EJECUTAR</b>
<b>Paso I: Selección y caracterización de las cuatro viviendas.</b>	Realizar la búsqueda de las viviendas objeto de estudio que cumplan con el perfil requerido y suministrar la información general de las mismas.
	Realizar la descripción de las condiciones actuales de las viviendas y sus materiales de construcción.
	Suministrar el registro fotográfico obtenido durante las inspecciones en campo de las cuatro viviendas.
<b>Paso II: Levantamiento arquitectónico y estructural.</b>	Realizar el levantamiento arquitectónico de las cuatro viviendas, dibujando los planos de fachada, planta y corte longitudinal de acuerdo a las medidas y replanteo llevado a cabo durante las inspecciones en campo.

	<p>Realizar el levantamiento estructural de las cuatro viviendas, dibujando los planos estructurales y de cimentación de acuerdo a las medidas, replanteo e información obtenida de los propietarios y constructores de las viviendas, llevado a cabo durante las inspecciones en campo.</p>
<p><b>Paso III: Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento del título E de la NSR-10.</b></p>	<p>Verificar el cumplimiento de los diferentes apartados del título E de la NSR-10 para cada componente que incide en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas (geométrico, estructural, cimentación, constructivo, suelo y entorno), y establecer el puntaje de calificación del nivel de vulnerabilidad individual de cada apartado, según lo establecido en la tabla 1.</p> <p>Determinar la calificación global del grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas, desarrollando la tabla 2 con los puntajes de calificación de cada apartado obtenido en la tabla 1 y siguiendo el procedimiento y factores de ponderación establecidos en el manual.</p>
<p><b>Paso IV: Recomendaciones y propuestas de mejoramiento y/o reforzamiento</b></p>	<p>Realizar planos de las propuestas de mejoramiento y/o reforzamiento que cumplan con la normatividad sísmica vigente (NSR-10).</p> <p>Demostrar que los planos de propuesta de reforzamiento cumplen con los diferentes apartados del título E de la NSR-10 establecidos en la tabla 1.</p>







**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

E.4.3	<b>Columnas de confinamiento</b>	Deben ir ancladas a la cimentación y rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. La sección transversal debe tener un área mínima de 200cm <sup>2</sup> . Deben colocarse en los extremos de los muros estructurales, en intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, o 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento, o 4m. El refuerzo mínimo longitudinal no debe ser menor de 4 barras #3 o 3 barras #4. El refuerzo transversal debe consistir en estribos cerrados de diámetro mínimo #2 espaciados a cada 200mm. Los primeros 6 estribos deben ir espaciados a 100mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.															
E.4.4	<b>Vigas de confinamiento</b>	Deben ir ancladas en los extremos terminales con ganchos de 90° y vaciadas directamente sobre los muros estructurales que confinan. El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200cm <sup>2</sup> . Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando así los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta. Las vigas deben ir ubicadas en la cimentación, en el entrepiso en casas de dos niveles, a nivel de enrase de cubierta.															
<b>COMPONENTE CONSTRUCTIVO</b>																	
E.3.2	<b>Unidades de mampostería</b>	Deben ser de concreto, de arcilla cocida o de silical. Deben cumplir con las															



**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**Tabla 3.** Escala de calificación del grado de vulnerabilidad de una vivienda de acuerdo al Manual de la AIS.

CALIFICACIÓN	COLOR	GRADO DE VULNERABILIDAD
1	Verde	Vulnerabilidad baja
2	Naranja	Vulnerabilidad media
3	Rojo	Vulnerabilidad alta

**Tabla 4.** Tabla para determinar la calificación global de la vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas.

TABLA PARA DETERMINAR LA CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS																	
COMPONENTES A EVALUAR		CALIFICACIÓN DE COMPONENTES (A)				CALIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE CADA COMPONENTE (B)= PROMEDIO (A)				FACTORES DE PONDERACIÓN RELATIVA (C)				VULNERABILIDAD PONDERADA (D)= (B)*(C)			
Apartado	Título	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>																	
E.1.3.2	Disposición de muros estructurales									20%							
E.1.3.3	Simetría																
E.1.3.4	Integridad estructural																
E.1.3.4.3	Juntas Sísmicas																
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>																	
E.3.5	Espesor de muros									30%							
E.3.6.4	Longitud mínima de muros confinados																
E.3.6.6	Distribución simétrica de muros																
E.4.2	Materiales																
E.4.3	Columnas de confinamiento																
E.4.4	Vigas de confinamiento																
<b>COMPONENTE CIMENTACIÓN</b>																	
E.2.1.4	Sistema de cimentación									10%							
E.2.1.5	Configuración en planta																
E.2.2	Estructuración de los cimientos																
<b>COMPONENTE CONSTRUCTIVO</b>																	
E.3.2	Unidades de mampostería									20%							

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

E.3.4	Aberturas en los muros																		
E.5.2	Cubiertas																		
<b>COMPONENTE SUELO</b>																			
MANUAL AIS	Suelos														10%				
<b>COMPONENTE ENTORNO</b>																			
MANUAL AIS	Topografía														10%				
<b>CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA (Sumatoria (D) de cada componente)</b>																			

---

## Capítulo 4

### Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas

En el presente capítulo, se procede a desarrollar los pasos I, II y III establecidos en la tabla 1 para la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

#### 4.1 Paso I: Selección y caracterización de las cuatro viviendas

Se realiza la selección y caracterización de las cuatro viviendas objeto de estudio, esto teniendo en cuenta las características tales como que sean casas de un piso, que las viviendas se encuentren ubicadas en el municipio de Neiva, que las viviendas estén construidas en mampostería confinada y que las viviendas hayan sido construidas sin la intervención de personal profesional calificado.

A continuación, en la tabla 5 se presentan los datos generales de las viviendas obtenidos mediante las visitas en campo y entrevistas a los propietarios.

**Tabla 5.** Datos generales de las cuatro viviendas.

DATOS GENERALES VIVIENDAS				
	Vivienda # 1	Vivienda # 2	Vivienda # 3	Vivienda # 4
<b>Ubicación</b>	Calle 78 # 1 d bis 33 Barrio Villa Soledad Comuna 9, Neiva.	Calle 1H #19-56 Barrio Ventilador Comuna 7, Neiva.	Cra 40A #23-41 Barrio Limonar bajo Comuna 6, Neiva.	Calle 2Bis #35A-21 Barrio Los Alpes Comuna 8, Neiva
<b>Sistema estructural</b>	Mampostería confinada.	Mampostería confinada.	Mampostería confinada.	Mampostería confinada.
<b>Número de pisos</b>	1 piso	1 piso	1 piso	1 piso
<b>Área construida</b>	69,75 m <sup>2</sup>	96 m <sup>2</sup>	94.86 m <sup>2</sup>	42.84 m <sup>2</sup>
<b>Antigüedad</b>	12 años	8 años	8 años	7 años

**Condiciones actuales de las viviendas y materiales de construcción:** Durante la inspección en campo de las cuatro viviendas se verificaron los materiales de construcción y el estado de cada uno de ellos, los cuales se describen en la tabla 6.

Tabla 6. Descripción de las condiciones actuales de las cuatro viviendas.

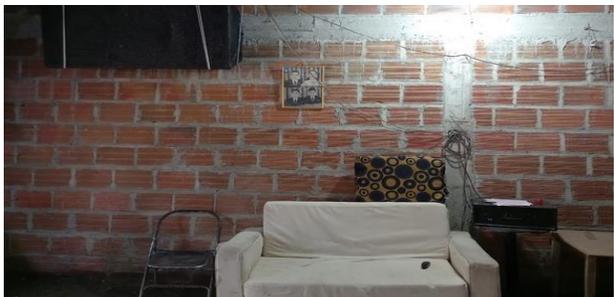
	VIVIENDA #1	VIVIENDA #2	VIVIENDA #3	VIVIENDA #4
<b>MUROS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mampostería, bloque de arcilla no. 5</li> <li>- Los muros se encuentran sin acabados, algunos tienen rebaba de las juntas de pega. No se evidencian fallas estructurales o daños que puedan comprometer la integridad física de los muros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mampostería, bloque de arcilla no. 5</li> <li>- Los muros se encuentran sin acabados, algunos tienen rebaba de las juntas de pega. No se evidencian fallas estructurales o daños que puedan comprometer la integridad física de los muros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mampostería, bloque de arcilla no. 5.</li> <li>- Los muros se encuentran sin acabados, algunos tienen rebaba de las juntas de pega. No se evidencian fallas estructurales o daños que puedan comprometer la integridad física de los muros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mampostería, bloque de arcilla no. 5</li> <li>- Los muros se encuentran sin acabados, algunos tienen rebaba de las juntas de pega. No se evidencian fallas estructurales o daños que puedan comprometer la integridad física de los muros.</li> </ul>
<b>PISO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los pisos se encuentran con acabado en mortero liso. No hay fisuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los pisos se encuentran con acabado en mortero liso. No hay fisuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los pisos se encuentran con acabado en mortero liso. No hay fisuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los pisos se encuentran con acabado en mortero liso. No hay fisuras.</li> </ul>
<b>CUBIERTA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tejas son de zinc y se encuentran en buen estado, la estructura de cubierta en perfil metálico se encuentra en buen estado.</li> <li>- La estructura de la cubierta se encuentra anclada a la culata de la vivienda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tejas son de zinc y se encuentran en buen estado, la estructura de cubierta en perfil metálico se encuentra en buen estado.</li> <li>- La estructura de la cubierta se encuentra anclada a la culata de la vivienda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tejas son de zinc y se encuentran en un estado regular, la estructura de cubierta en perfil de madera se encuentra en un estado regular.</li> <li>-La estructura de la cubierta no se encuentra totalmente anclada a la vivienda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tejas son de zinc y se encuentran en un estado regular, la estructura de cubierta en perfil de madera se encuentra en mal estado y a simple vista se ve insegura y frágil.</li> <li>- La estructura de la cubierta se encuentra anclada a la culata de la vivienda.</li> </ul>
<b>FACHADA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fachada se encuentra en obra negra, no se evidencian fallas estructurales o daños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fachada se encuentra en obra negra, no se evidencian fallas estructurales o daños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fachada se encuentra en obra negra, no se evidencian fallas estructurales o daños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La fachada se encuentra en obra negra, no se evidencian fallas estructurales o</li> </ul>

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

<p>que puedan comprometer la integridad física de la estructura.</p> <p>- El porcentaje de aberturas en la fachada es del 63,5%, lo cual <b>no cumple</b> con el máximo permitido del 35% según E.3.4.1.</p>	<p>que puedan comprometer la integridad física de la estructura.</p> <p>- El porcentaje de aberturas en la fachada es del 32,7%, lo cual <b>cumple</b> con el máximo permitido del 35% según E.3.4.1.</p>	<p>que puedan comprometer la integridad física de la estructura.</p> <p>- El porcentaje de aberturas en la fachada es del 22,7%, lo cual <b>cumple</b> con el máximo permitido del 35% según E.3.4.1.</p>	<p>daños que puedan comprometer la integridad física de la estructura.</p> <p>- El porcentaje de aberturas en la fachada es del 22,4%, lo cual <b>cumple</b> con el máximo permitido del 35% según E.3.4.1.</p>
--	---	---	---

**Registro fotográfico estado actual de viviendas:** A continuación, se presenta el registro fotográfico tomado en campo donde se evidencian las condiciones actuales de las viviendas descritas en la tabla anterior.

**Tabla 7.** Registro fotográfico del estado actual de los muros de las cuatro viviendas.

<b>MUROS</b>	
<b>VIVIENDA #1</b>	<b>VIVIENDA #2</b>
	
<b>VIVIENDA #3</b>	<b>VIVIENDA #4</b>
	

**Tabla 8.** Registro fotográfico del estado actual de los pisos de las cuatro viviendas.

PISOS	
VIVIENDA #1	VIVIENDA #2
	
VIVIENDA #3	VIVIENDA #4
	

**Tabla 9.** Registro fotográfico del estado actual de la cubierta de las cuatro viviendas.

CUBIERTA	
VIVIENDA #1	VIVIENDA #2
	

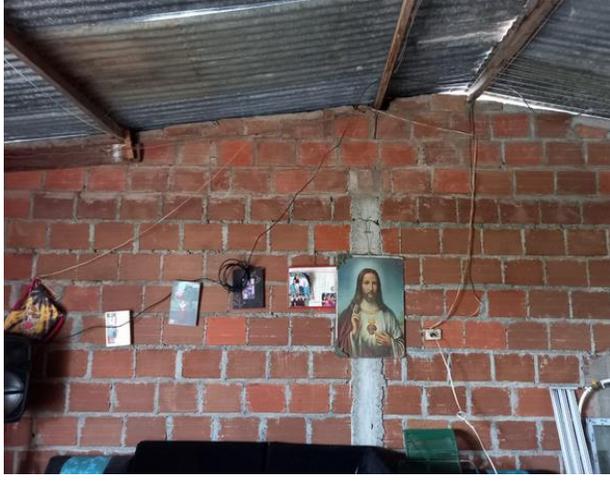
VIVIENDA #3	VIVIENDA #4
	

Tabla 10. Registro fotográfico del estado actual de la fachada de las cuatro viviendas.

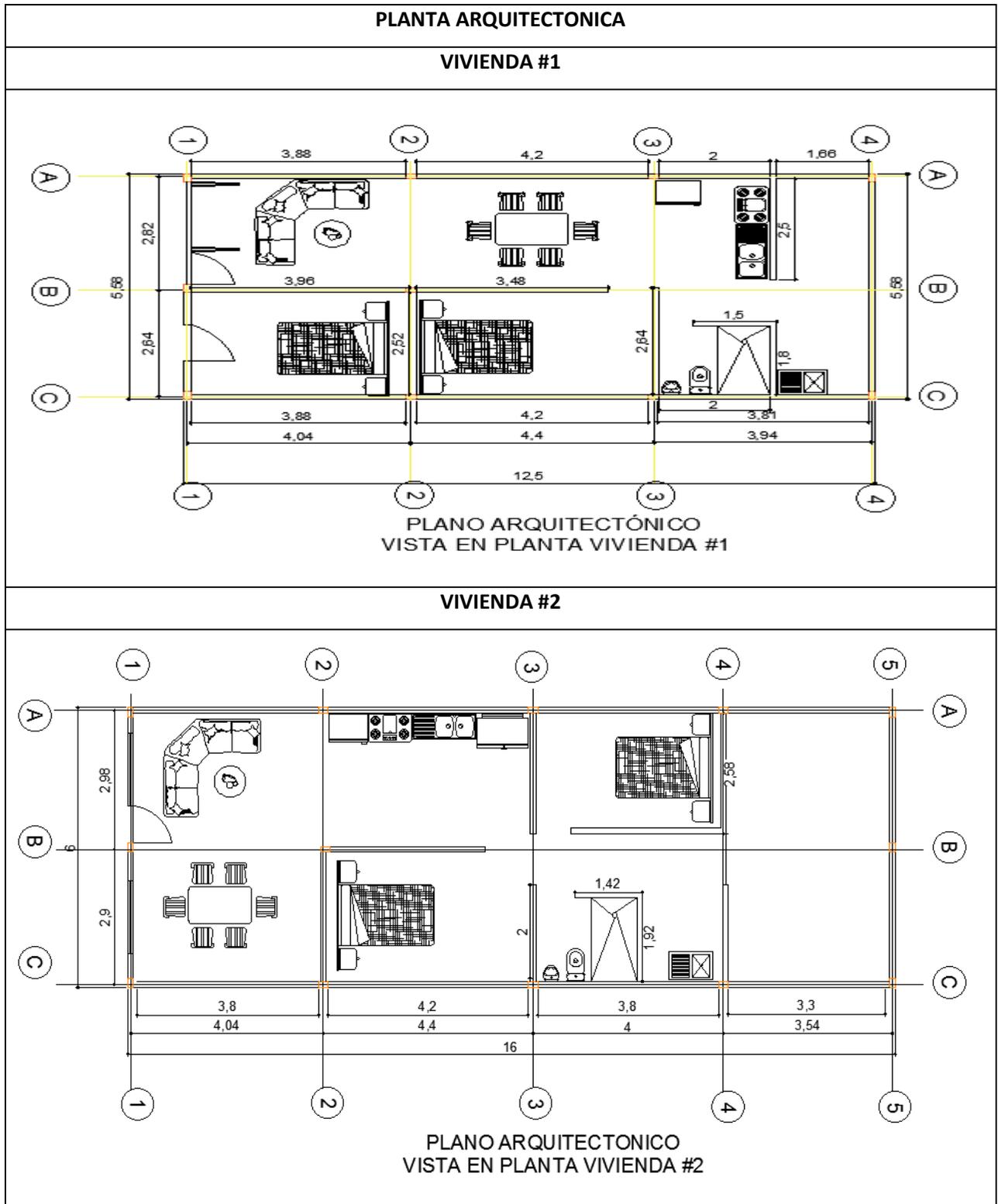
FACHADA	
VIVIENDA #1	VIVIENDA #2
	

VIVIENDA #3	VIVIENDA #4
	

## 4.2 Paso II: Levantamiento arquitectónico y estructural.

Como resultado del levantamiento arquitectónico y estructural realizado durante las visitas en campo de las cuatro viviendas, se presentan los planos arquitectónicos y estructurales en las tablas 11 a la 14.

**Tabla 11.** Planos de planta arquitectónica de las cuatro viviendas.



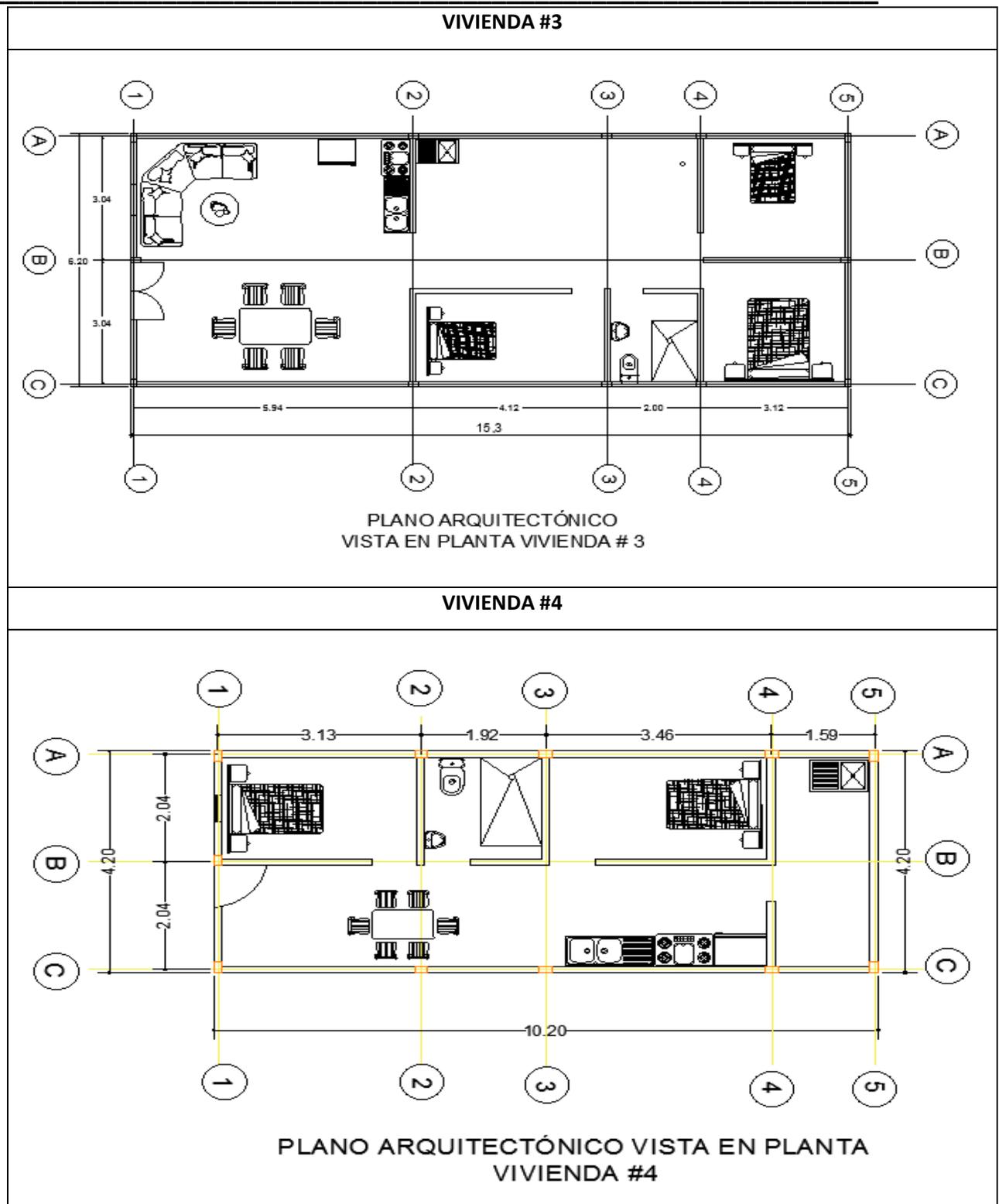
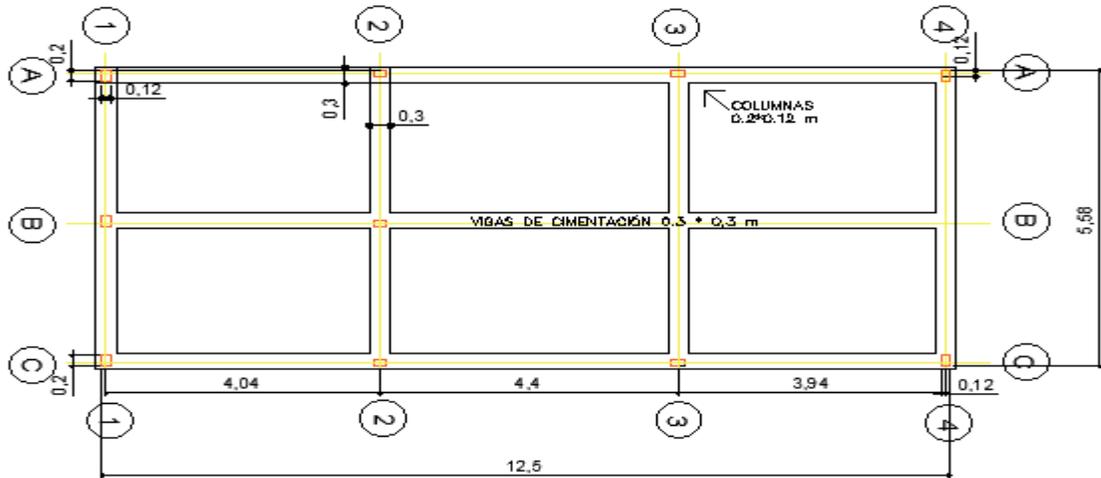


Tabla 12. Planos estructurales y de cimentación de las cuatro viviendas.

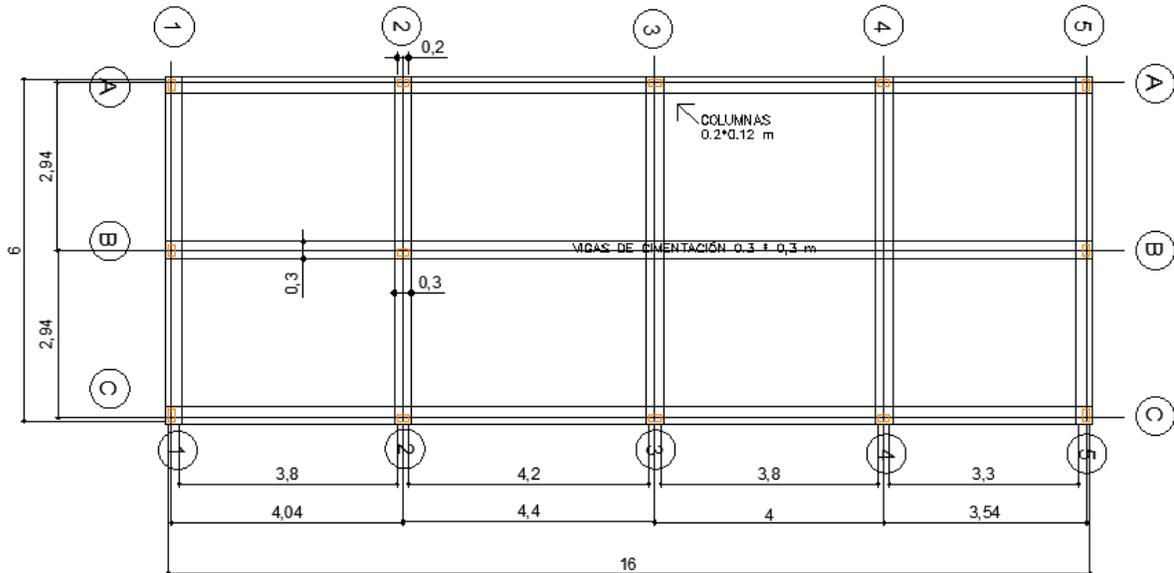
PLANOS ESTRUCTURALES Y DE CIMENTACIÓN

VIVIENDA #1



PLANO ESTRUCTURAL Y CIMENTACIÓN VIVIENDA #1

VIVIENDA #2



PLANO ESTRUCTURAL Y CIMENTACIÓN VIVIENDA #2

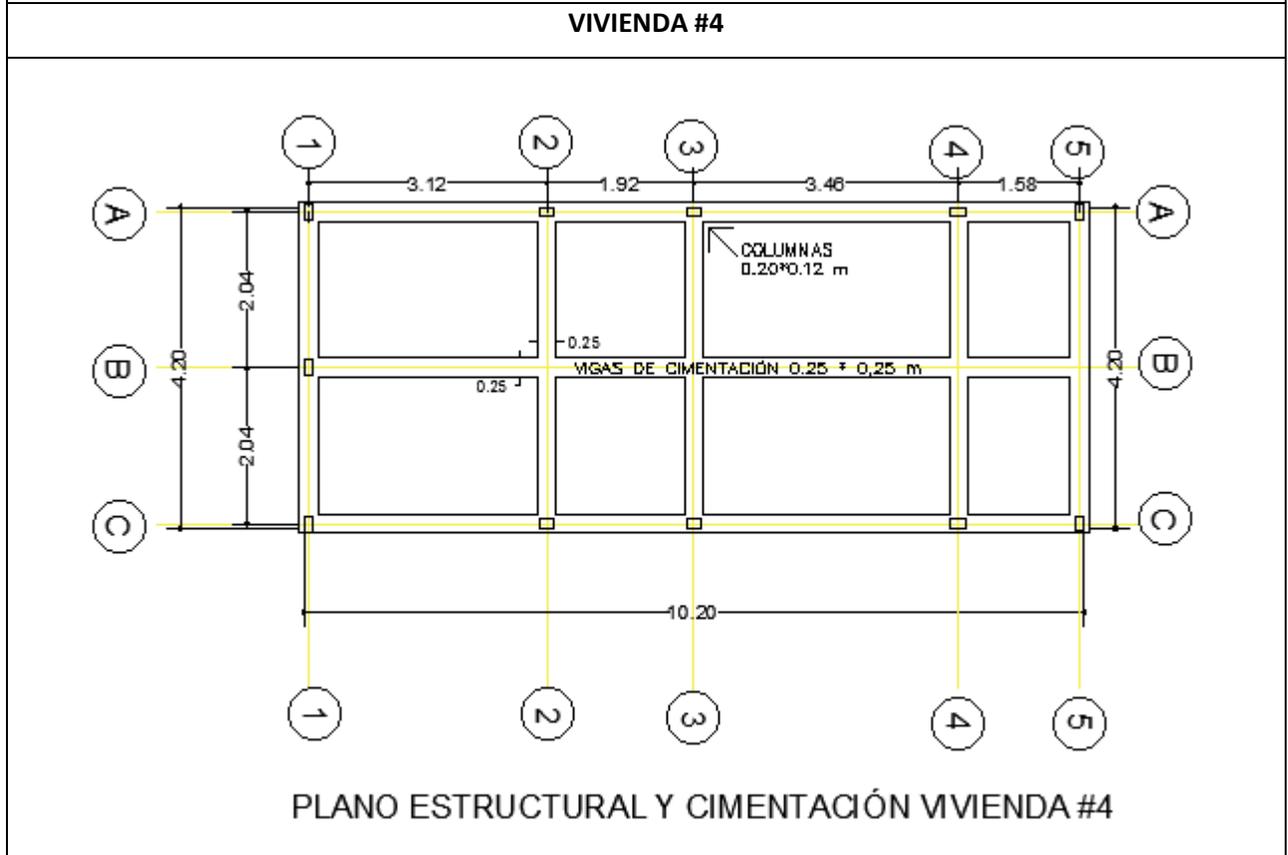
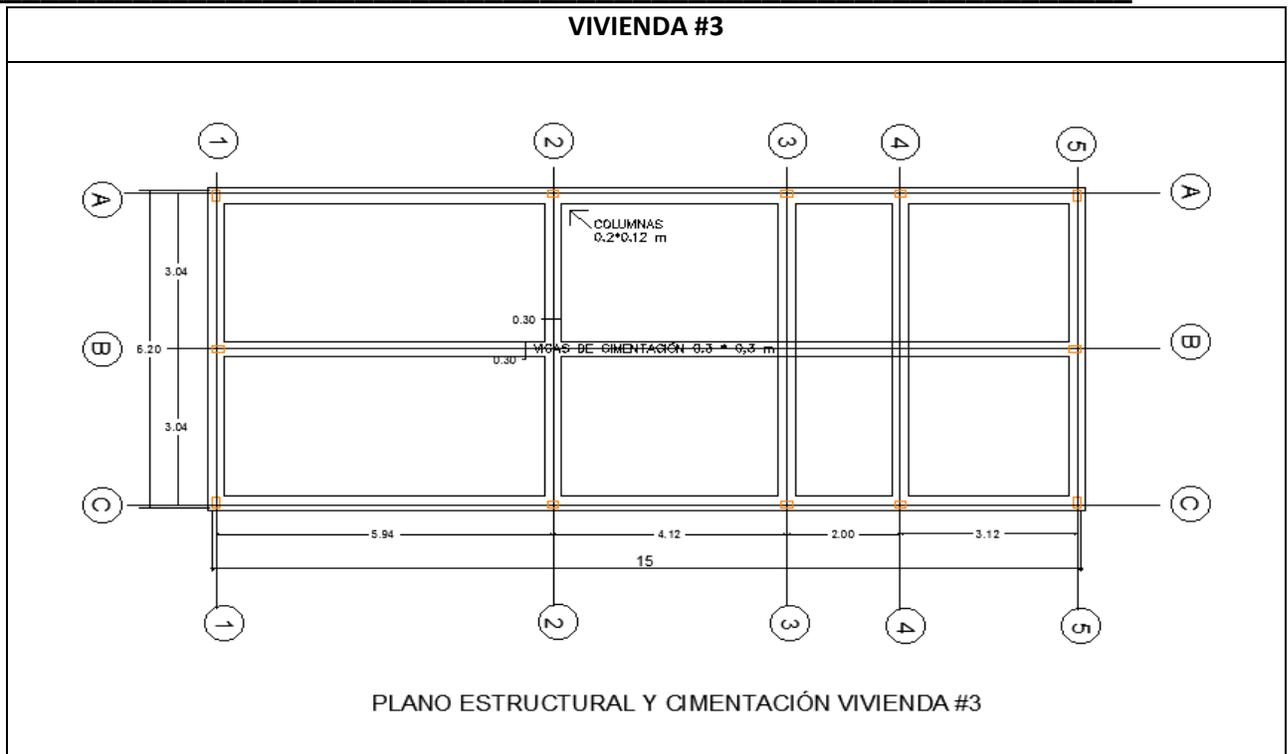


Tabla 13. Plano arquitectónico de fachada de las cuatro viviendas.

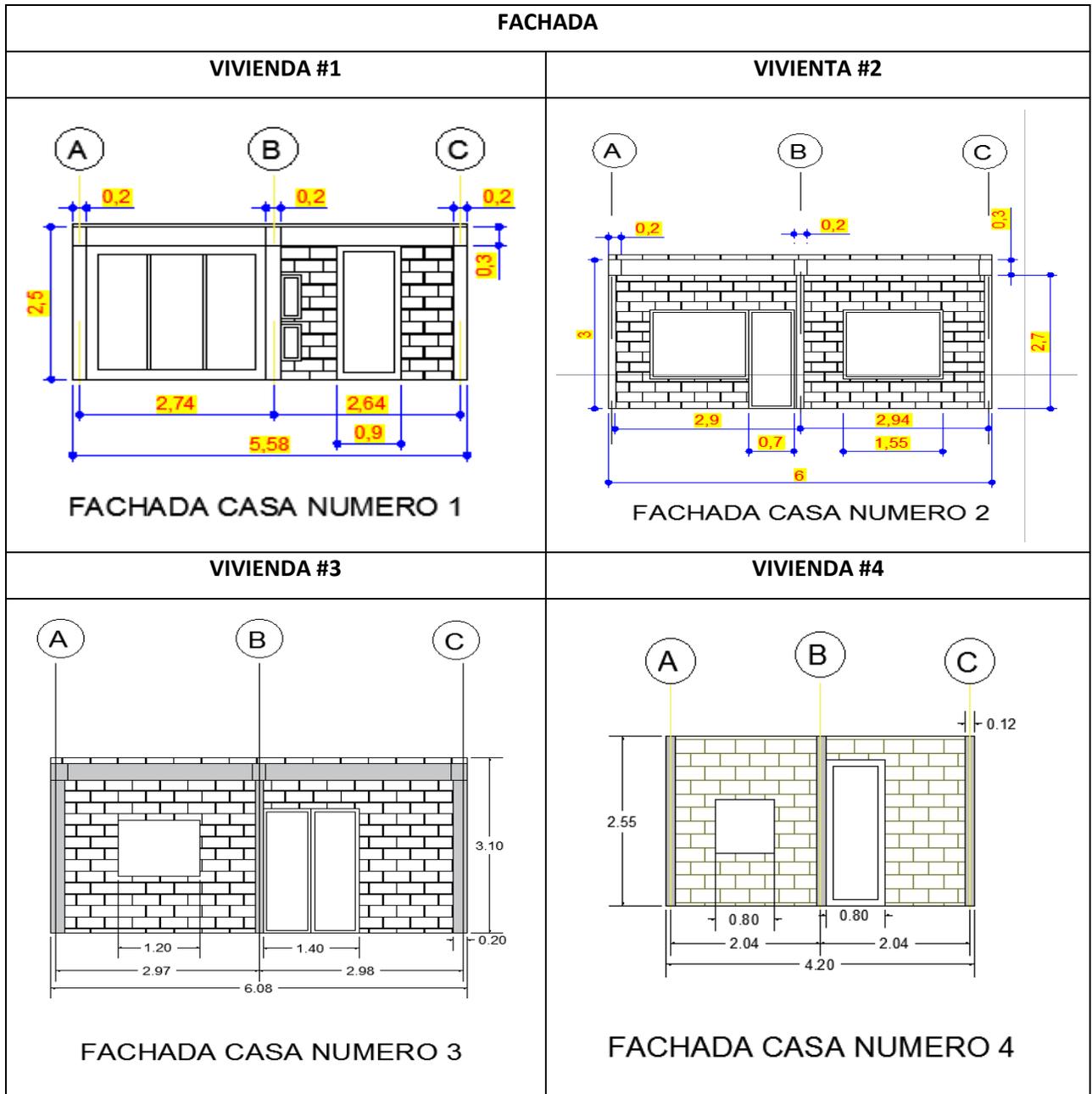
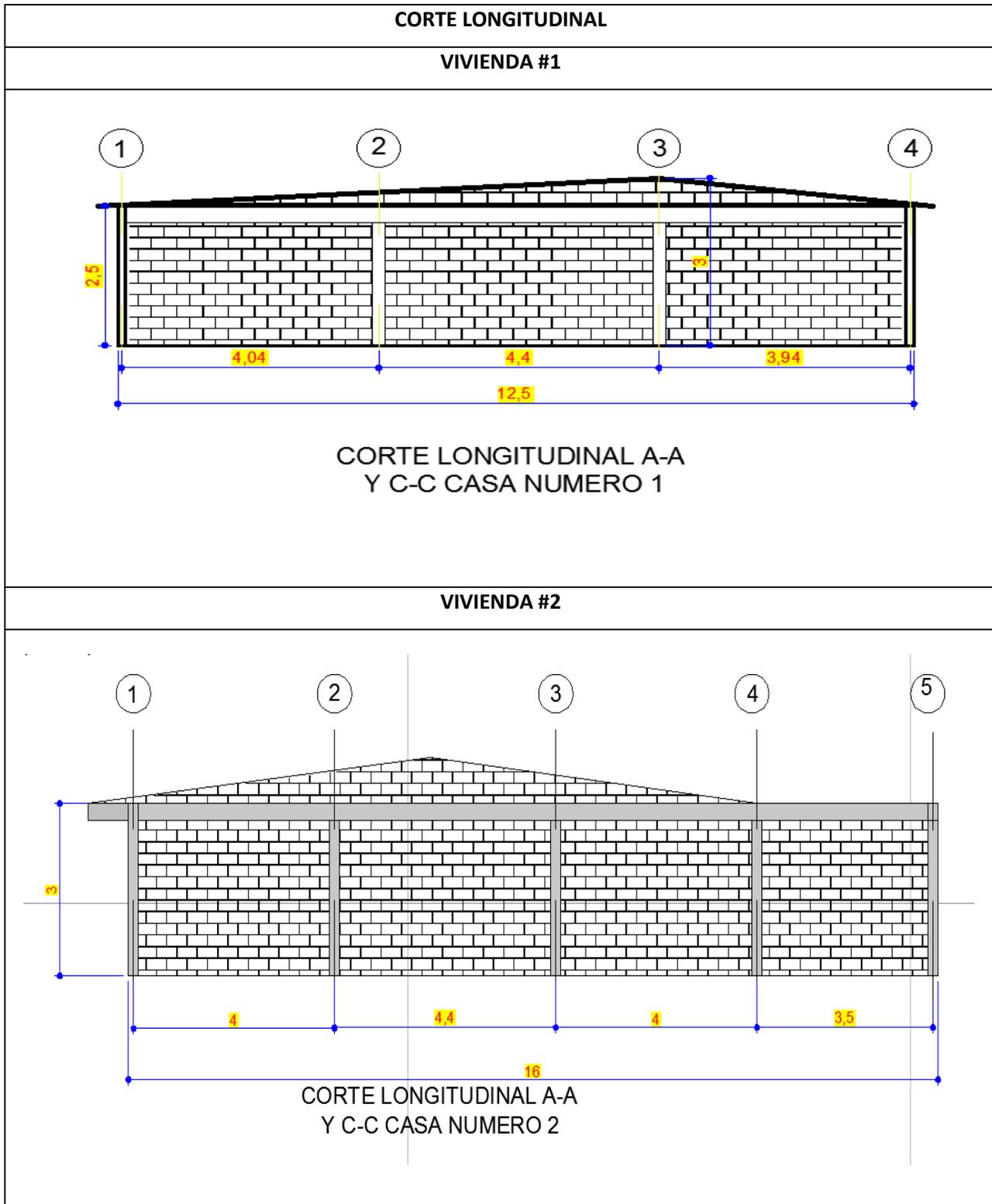
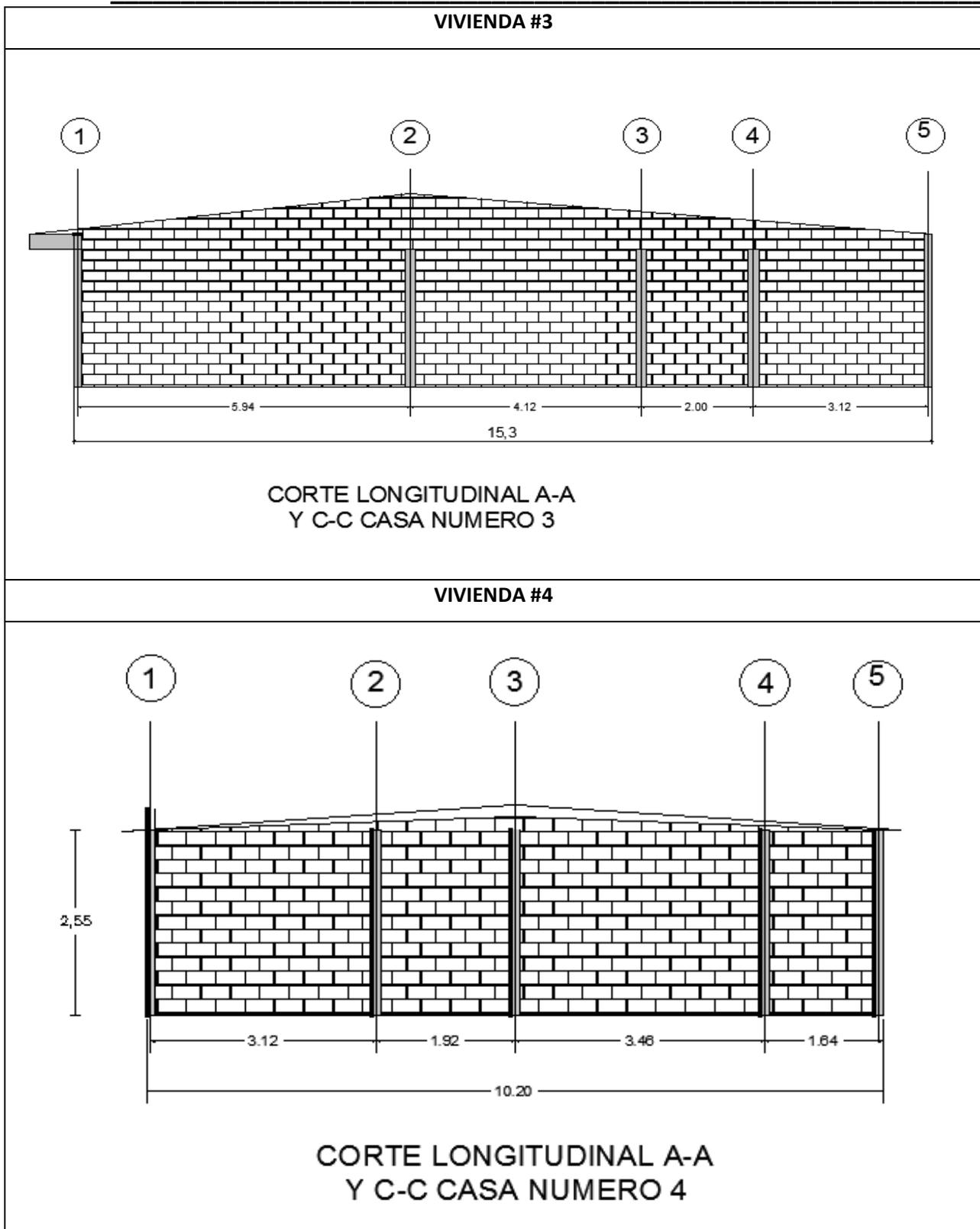


Tabla 14. Plano arquitectónico corte longitudinal de las cuatro viviendas.





### **4.3 Paso III: Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento del título E de la NSR-10.**

En el desarrollo del paso III, se realiza la verificación y evaluación de todos los apartados descritos la tabla 2 para cada componente, de acuerdo a los parámetros de diseño y construcción sismo resistente establecidos en el título E de la NSR-10, posteriormente se procede a determinar la calificación global del grado de vulnerabilidad para todas las viviendas siguiendo el método del Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, mediante la verificación del cumplimiento del título E de la NSR-10, ver la tabla 3.

#### **4.3.1 Identificación y evaluación del componente geométrico de las viviendas.**

Los apartados que se verifican y evalúan en el componente geométrico de las viviendas hacen parte del numeral *1.3 CRITERIOS BÁSICOS DE PLANEAMIENTO ESTRUCTURAL del título E de la NSR-10*, entre los cuales se tiene la disposición de muros estructurales, simetría de la vivienda, irregularidad estructural y juntas sísmicas.

Para cada una de las viviendas se realiza la verificación de los apartados del componente geométrico de la tabla 2 *CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA*, también se asigna un puntaje que indica el nivel de vulnerabilidad que presenta cada vivienda en relación con el apartado evaluado.

- **Apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales.**

El presente apartado indica que la función individual de los muros es la de resistir principalmente las cargas laterales paralelas a su plano, por lo cual es necesaria la colocación de muros en dos direcciones ortogonales, o aproximadamente ortogonales en planta. La longitud de muros en las dos direcciones debe ser aproximadamente igual.

---

Según la definición del numeral E.3.1.2 del Título E de la NSR-10, que establece lo siguiente: “Sólo se consideran como muros estructurales, en un nivel determinado, aquellos que presentan continuidad vertical desde la cimentación hasta el diafragma superior del nivel considerado, que no tienen ningún tipo de aberturas, y que están confinados.

Se verifica el cumplimiento de la definición de los muros estructurales descrita anteriormente para todos los muros de las viviendas, luego se clasifican los muros en estructurales y no estructurales, para finalmente comprobar la disposición de muros estructurales en ambos sentidos de las viviendas.

**Viviendas #1, #2, #3 y #4.**

Según la definición del numeral E.3.1.2 del Título E de la NSR-10, descrita anteriormente, se tiene que las viviendas no poseen muros estructurales ya que se presenta lo siguiente:

- Como se puede observar en las tablas de la 7 a la 14, ninguno de los muros de las viviendas posee confinamiento en los parapetos y culatas que soportan la estructura de la cubierta, ya que las correas en perfil metálico o madera están apoyadas directamente sobre los muros mediante aberturas de los mismos. De acuerdo a esto, se considera que los muros que soportan la cubierta no son estructurales ya que el confinamiento debe ser continuo hasta la cubierta. Se recomienda tener en cuenta en la propuesta de reforzamiento el confinamiento de los parapetos y culatas mediante viga cinta que cumpla con los requisitos mínimos establecidos en el título E de la NSR-10.
- Los muros divisorios que no se encuentran confinados no se pueden considerar como muros estructurales.

Como las cuatro viviendas no poseen muros estructurales debido a que estos no cumplen con los requisitos establecidos en el apartado E.3.1.2 del título E de la NSR-10, se determina que **NO CUMPLE** con este apartado.

### Resumen apartado

Como resultado de las verificaciones realizadas a las cuatro viviendas respecto a la longitud total de muros en ambos sentidos, se pudo evidenciar que ninguna de las viviendas posee muros estructurales, ya que éstos no cumplen con los requisitos mínimos establecidos en la NSR-10.

De acuerdo a lo anterior, se tiene el siguiente cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del presente apartado:

**Tabla 15.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.1.3.2.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>														
E.1.3.2	Disposición de muros estructurales	Es necesaria la colocación de muros en dos direcciones ortogonales. La longitud de los muros en las dos direcciones debe ser aproximadamente igual.		X	3		X	3		X	3		X	3

- **Apartado E.1.3.3 Simetría.**

El presente apartado establece que la planta arquitectónica de la vivienda debe ser lo más simétrica posible para evitar torsión, la edificación como un todo debe ser simétrica a sus ejes.

De acuerdo a lo anterior, se procede a realizar la verificación de la simetría en planta de las cuatro viviendas, verificando en el plano de planta arquitectónica que las viviendas posean una forma geométrica regular, que los ejes de las viviendas coincidan sobre su línea base y que la vivienda se encuentre debidamente escuadrada garantizando ángulos rectos de 90°.

**Viviendas #1, #2, #3 y #4.**

En la tabla 16 se muestran los planos arquitectónicos de la vista en planta de las cuatro viviendas, resaltando el contorno de las mismas para verificar su forma geométrica, también se acotan los ángulos internos de los muros para poder determinar si se encuentran debidamente escuadrados y simétricos en sus ejes.

**Tabla 16.** Forma geométrica de la planta arquitectónica de las cuatro viviendas.

<b>FORMA GEOMÉTRICA DE LA PLANTA ARQUITECTÓNICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS</b>	
<b>VIVIENDA #1</b>	<b>VIVIENDA #2</b>
<p>PLANO ARQUITECTÓNICO VISTA EN PLANTA VIVIENDA #1</p>	<p>PLANO ARQUITECTÓNICO VISTA EN PLANTA VIVIENDA #2</p>
<b>VIVIENDA #3</b>	<b>VIVIENDA #4</b>
<p>PLANO ARQUITECTÓNICO VISTA EN PLANTA VIVIENDA 3</p>	<p>PLANO ARQUITECTÓNICO VISTA EN PLANTA VIVIENDA #4</p>

**Tabla 17.** Verificación del apartado 1.3.3 en plano de planta arquitectónica de las cuatro viviendas (relación largo/ancho en planta)

VERIFICACIÓN APARTADO 1.3.3 EN PLANO DE PLANTA ARQUITECTÓNICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS (RELACIÓN LARGO/ANCHO EN PLANTA)				
	LARGO PLANTA (L)	ANCHO PLANTA (A)	RELACIÓN L/A	EXCEDE LA MÁXIMA PERMITIDA 3:1
VIVIENDA #1	12,5 m	5,58 m	2,25: 1	NO
VIVIENDA #2	16,0 m	6,0 m	2,67:1	NO
VIVIENDA #3	15,3	6,2	2,46:1	NO
VIVIENDA #4	4,2 m	10,2 m	2,43:1	NO

**Tabla 18.** Verificación simetría en planta de las cuatro viviendas.

Verificación simetría en planta para las cuatro viviendas									
Descripción	Vivienda 1		Vivienda 2		Vivienda 3		Vivienda 4		Observación
	Cumple		Cumple		Cumple		Cumple		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
La vivienda tiene forma geométrica regular	X		X		X		X		Se puede observar que las viviendas tienen una forma rectangular en planta, no poseen cambios bruscos de sección o forma.
La vivienda posee simetría en los ejes	X		X		X		X		Los ejes en ambos sentidos se encuentran simétricamente posicionados.
Los muros de la vivienda se encuentran debidamente escuadrados con ángulos rectos de 90°.	X		X		X		X		Se observa que todos los muros de las viviendas poseen ángulos de 90° cuando se conectan a elementos de confinamiento.

Según lo evidenciado en la tabla 18, las cuatro viviendas poseen simetría en planta, puesto que **CUMPLEN** con los requisitos geométricos para evitar la torsión.

**Resumen apartado**

Como resultado de las verificaciones realizadas a las cuatro viviendas respecto a la simetría en planta, se tiene el siguiente cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del presente apartado:

**Tabla 19.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.1.3.3.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>														
E.1.3.3	Simetría	La planta debe ser lo más simétrica posible para evitar torsión, la edificación como un todo debe ser simétrica a sus ejes.	X		1	X		1	X		1	X		1

- **Apartado 1.3.4 Integridad estructural.**

El presente apartado indica que tanto la efectividad de los amarres en los diafragmas como el trabajo en conjunto de muros, dependen de la continuidad vertical de los muros estructurales y de la regularidad de la estructura, en planta como en altura, para lo cual se debe de dar cumplimiento a los siguientes parámetros:

**E.1.3.4.1.1 Continuidad Vertical:** Para considerar un muro como estructural, éste debe estar anclado a la cimentación. Cada muro estructural debe ser continuo entre la cimentación y el diafragma inmediatamente superior, sea el entrepiso o la cubierta.

**E.1.3.4.1.2 Regularidad en planta:** Debe evitarse la irregularidad geométrica en planta. Para ello debe verificarse que se cumplan las limitaciones establecidas en la figura A. 3-1, para las irregularidades 2P y 3P y evitarse cualquier otra forma de irregularidad en planta. Las formas irregulares podrán convertirse, por descomposición, en varias formas regulares, cumpliendo con la especificación para juntas sísmicas dada en E.1.3.4.3.

---

**E.1.3.4.1.3 Irregularidad en altura:** Deben evitarse irregularidades geométricas en alzado. Para ello debe verificarse que se cumplan las limitaciones establecidas en la figura A.3-2, para las irregularidades 3A y evitarse cualquier otra forma de irregularidad en altura. Cuando la estructura tenga forma irregular en altura, podrá descomponerse en formas regulares aisladas, cumpliendo con la especificación para juntas sísmicas dada en E.1.3.4.3.

Una vez establecidos los parámetros a evaluar en el presente apartado, se procede a realizar la verificación de estos tres para las cuatro viviendas objeto de estudio, de la siguiente manera:

**E.1.3.4.1.1 Continuidad Vertical:** Para realizar la verificación del presente parámetro, se procede a identificar los muros estructurales de las viviendas. Para las cuatro viviendas se tiene lo siguiente:

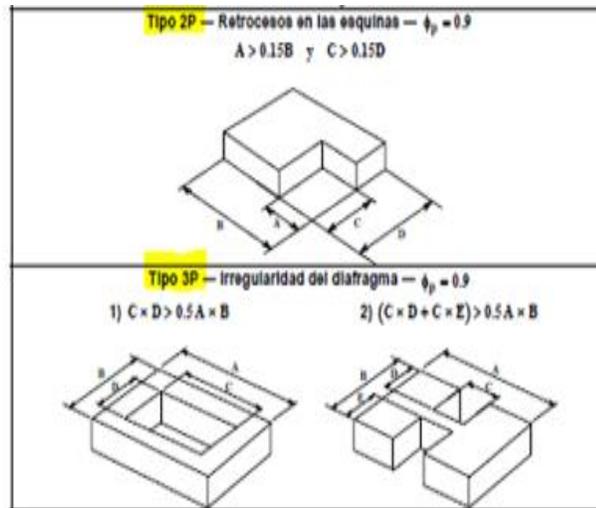
**Vivienda #1, #2, #3 y #4**

Como resultado de la verificación del apartado E.1.3.2 “*Disposición de muros estructurales*”, se pudo evidenciar que las cuatro viviendas no poseen muros estructurales puesto que estos no cumplen con los requisitos establecidos en el numeral E.3.1.2 de la NSR-10, por lo cual se tiene que las cuatro viviendas **NO CUMPLEN** con el parámetro de continuidad vertical del presente apartado.

**E.1.3.4.1.2 Regularidad en planta**

Para verificar la regularidad en planta de las cuatro viviendas, se aplican las ecuaciones establecidas en la figura A. 3-1 de la NSR-10 de acuerdo a los planos de planta arquitectónica de las viviendas mostrados en la tabla 11, para así determinar si hay irregularidades en planta del tipo 2P y 3P, que para este caso son las únicas que se evaluarán puesto que las cuatro viviendas son de un piso.

Figura 4. Figura A.3-1 Irregularidades en planta – NSR-10.



**Nota.** Tomado del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

**Irregularidad Tipo 2P:** Se puede observar en la tabla 11, que las cuatro viviendas cuentan con una forma rectangular y no poseen retrocesos en sus esquinas o muros que las componen, por lo cual se determina que **no poseen irregularidad en planta del tipo 2P**.

**Irregularidad Tipo 3P:** Se puede observar en la tabla 11, que las cuatro viviendas no cuentan con discontinuidades en el diafragma ocasionadas por retrocesos en planta o huecos mayores al 50% del área bruta del diafragma. Tampoco existen cambios de la rigidez efectiva del diafragma puesto que las estructuras solo tienen 1 nivel, **por lo cual no tienen irregularidad tipo 3P**.

#### **E.1.3.4.1.3 Irregularidad en altura**

Para verificar la regularidad en altura de las cuatro viviendas, se corrobora que se cumplan las limitaciones establecidas en la figura A. 3-2 de la NSR-10 de acuerdo a los planos de fachada y corte longitudinal (alzado), para así determinar si hay o no irregularidades en altura del tipo 3A, que para este caso son las únicas que se evaluarán puesto que las cuatro viviendas son de un piso.

Figura 5. Figura A.3-2 Irregularidades en altura – NSR-10

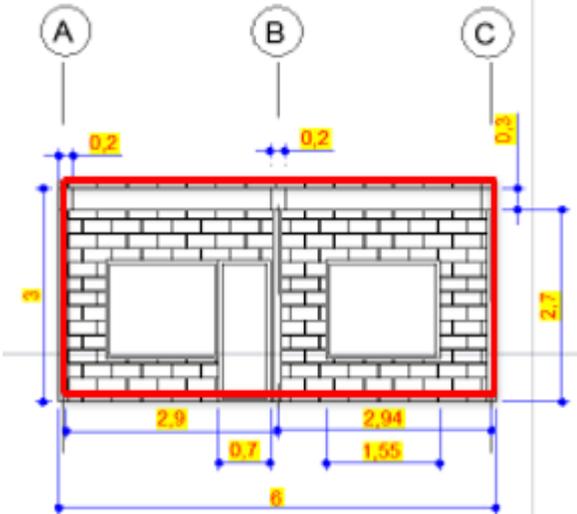
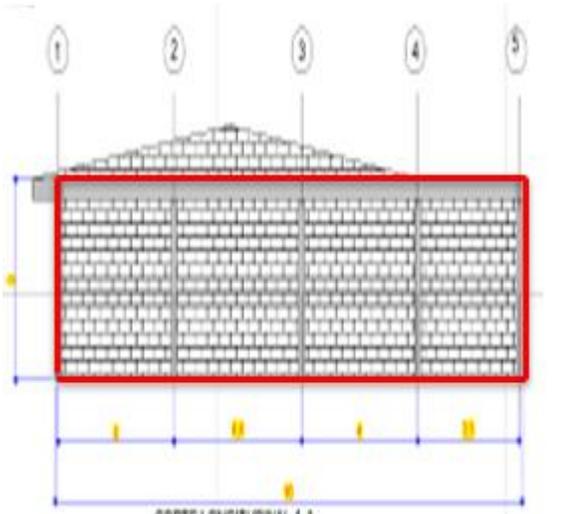
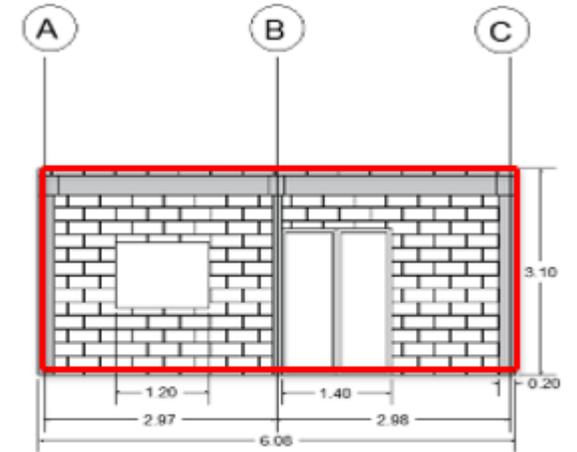
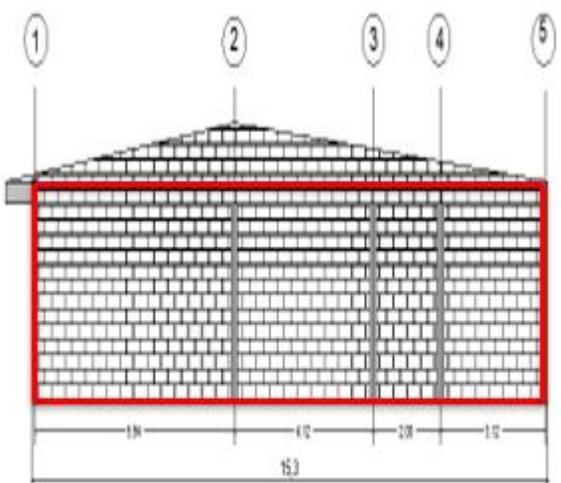
<p><b>Tipo 3A</b> — Geométrica — <math>\phi_a = 0.9</math></p> <p><math>a &gt; 1.30 b</math></p>	
<p><b>Tipo 4A</b> — Desplazamiento dentro del plano de acción — <math>\phi_a = 0.8</math></p> <p><math>b &gt; a</math></p>	
<p><b>Tipo 5aA</b> — Piso débil <math>\phi_a = 0.9</math></p> <p><math>0.65 \text{ Resist. Piso C} \leq \text{Resist. Piso B} &lt; 0.80 \text{ Resist. Piso C}</math></p>	
<p><b>Tipo 5bA</b> — Piso débil extremo <math>\phi_a = 0.8</math></p> <p>Resistencia Piso B &lt; 0.65 Resistencia Piso C</p>	

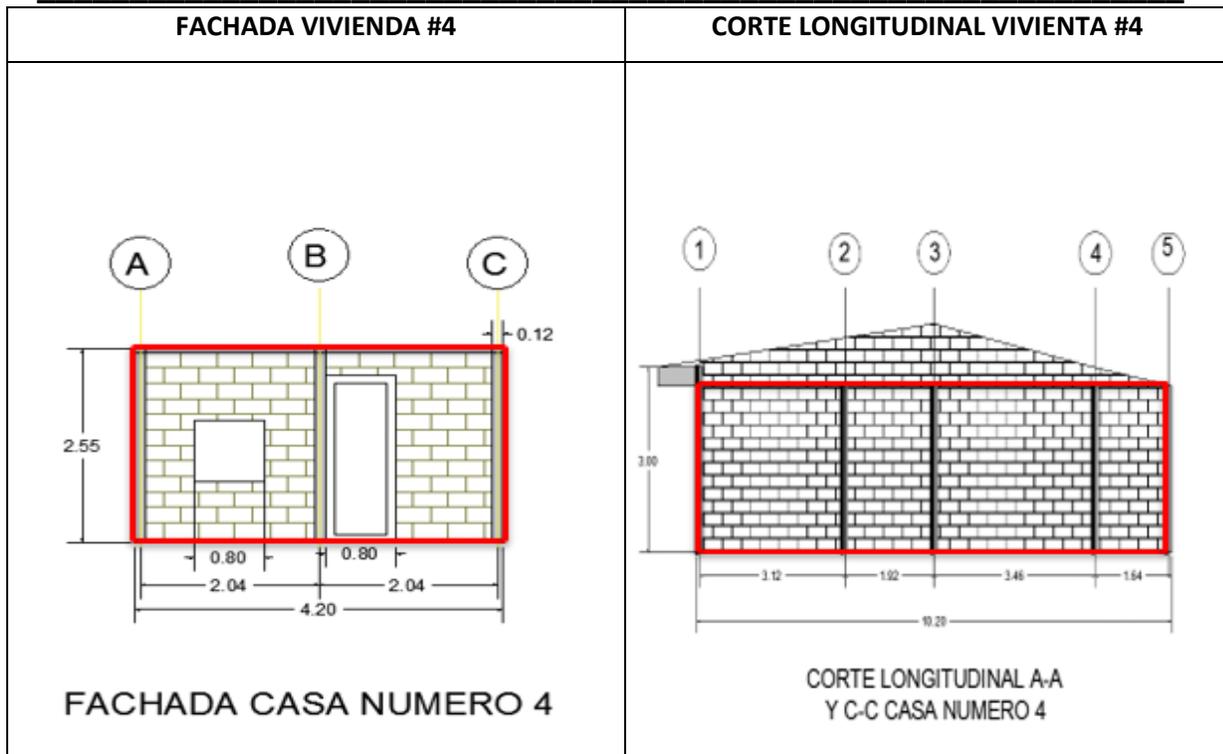
Figura A.3-2 — Irregularidades en la altura

Tabla 20. Planos de fachada y corte longitudinal (alzado) de las cuatro viviendas para la verificación de irregularidad en altura.

PLANOS DE FACHADA Y CORTE LONGITUDINAL (ALZADO) DE LAS CUATRO VIVIENDAS PARA LA VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD EN ALTURA	
FACHADA VIVIENDA #1	CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA #1
<p style="text-align: center;"><b>FACHADA CASA NUMERO 1</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C CASA NUMERO 1</b></p>

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

FACHADA VIVIENDA #2	CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA #2
 <p>FACHADA CASA NUMERO 2</p>	 <p>CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C CASA NUMERO 2</p>
FACHADA VIVIENDA #3	CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA #3
 <p>FACHADA CASA NUMERO 3</p>	 <p>CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C CASA NUMERO 3</p>



**Irregularidad Tipo 3A:** Se puede observar en la tabla 20, que *las cuatro viviendas no cuentan con irregularidades geométricas* entre pisos o niveles, puesto que todas las edificaciones son de un nivel y mantienen su regularidad tanto en forma como en masa.

### Resumen apartado

Como resultado de las verificaciones realizadas a las cuatro viviendas respecto a la integridad estructural, se tiene que las viviendas **NO CUMPLEN** con el parámetro de la continuidad vertical, puesto que ninguna de ellas posee muros estructurales, sin embargo, cumplen con los aspectos de irregularidad en planta y en altura. El siguiente cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del presente apartado.

Tabla 21. Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.1.3.4.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>														
E.1.3.4	Integridad estructural	Dentro de las disposiciones generales se encuentra la continuidad vertical, la regularidad en planta y regularidad en altura. La primera consiste en que el muro estructural debe estar anclado a la cimentación, debe ser continuo, en caso de ser de dos pisos debe ir desde la cimentación hasta la cubierta. La regularidad en planta y en altura consiste en que debe evitarse la irregularidad en planta y en altura, se hacen las respectivas verificaciones geométricas.		X	3		X	3		X	3		X	3

- **Apartado E.1.3.4.3 Juntas sísmicas**

En el presente apartado se verifica el cumplimiento de los parámetros establecidos en referencia a la necesidad de juntas sísmicas en las viviendas.

**Parámetro 1:** Cuando la relación de la longitud con respecto al ancho, en planta, excede 3:1. Para evaluar este caso se procede a calcular la relación longitud/ancho de las cuatro viviendas de acuerdo a los planos arquitectónicos de la vista en planta mostrado en la tabla 11.

Tabla 22. Verificación de la necesidad de junta sísmica para el parámetro 1 (relación largo/ancho en planta).

VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE JUNTA SÍSMICA PARA EL PARÁMETRO 1 (RELACIÓN LARGO/ANCHO EN PLANTA)				
	LARGO PLANTA (L)	ANCHO PLANTA (A)	RELACIÓN L/A	REQUIERE JUNTA SISMICA
VIVIENDA #1	12,5 m	5,58 m	2,25: 1	NO

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**72**

<b>VIVIENDA #2</b>	16,0 m	6,0 m	2,67:1	NO
<b>VIVIENDA #3</b>	15,3	6,2	2,46:1	NO
<b>VIVIENDA #4</b>	4,2 m	10,2 m	2,43:1	NO

**PARÁMETRO 2:** Cuando el terreno tiene pendientes superiores al 30%. Para evaluar este caso se procede a verificar las condiciones de pendiente del terreno donde se encuentra la vivienda observando el registro fotográfico de la fachada mostrado en la tabla 10. Se tiene como resultado que las viviendas se encuentran construidas en terrenos relativamente planos, por lo cual para este parámetro no requiere junta sísmica.

**PARÁMETRO 3:** Cuando en conjuntos de casas seriadas medianeras, coexisten las casas de bahareque con otras de diferentes materiales, como mampostería, concreto reforzado, acero, etc. El presente caso no aplica para las cuatro viviendas objeto de estudio, puesto que las casas no son de bahareque, y tampoco coexisten casas de diferentes materiales junto a las cuatro viviendas a estudiar.

**PARÁMETRO 4:** Casas construidas independientemente. Para evaluar este caso se procede a verificar las condiciones de separación de las cuatro viviendas con las viviendas aledañas observando el registro fotográfico de la fachada mostrado en la tabla 10. Se tiene como resultado que las viviendas requieren junta sísmica, ya que se encuentran construidas aledañas con otras viviendas, compartiendo muro o cimentación.

Se puede observar que según lo verificado en el parámetro 4 del presente apartado, las cuatro viviendas requieren junta sísmica puesto que no existe separación entre las edificaciones vecinas, sin embargo, esta es una falencia que no se puede subsanar puesto que las viviendas se encuentran ya construidas y no resulta rentable tanto económica como constructivamente la separación de las viviendas.

**Resumen apartado**

Se pudo observar que las viviendas cumplen con los primeros tres parámetros del apartado E.1.3.4.3.1, sin embargo, en el parámetro 4 se determinó que las cuatro viviendas requieren juntas sísmicas puesto que sus muros están unidos con las viviendas aledañas, es decir las cuatro viviendas **NO CUMPLEN** con el presente apartado, ya que sí requieren junta sísmica y éstas no la tienen.

**Tabla 23.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.1.3.4.3.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA				CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad															
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V										
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>															
E.1.3.4.3	Juntas Sísmicas	Se requieren juntas sísmicas en los siguientes casos: a) Cuando la relación de la longitud con respecto al ancho, en planta, excede 3:1. b) Cuando el terreno tiene pendientes superiores al 30%. La junta sísmica debe colocarse de manera que separe cada una de las viviendas sin que haya muros medianeros entre dos viviendas contiguas. c) Cuando en conjuntos de casas seriadas medianeras, coexisten casas de bahareque con otras de diferentes materiales, como mampostería, concreto reforzado, acero, etc. d) Casas construidas independientemente.		X	3		X	3		X	3		X	3	

### 4.3.2 Identificación y evaluación del componente estructural de las viviendas.

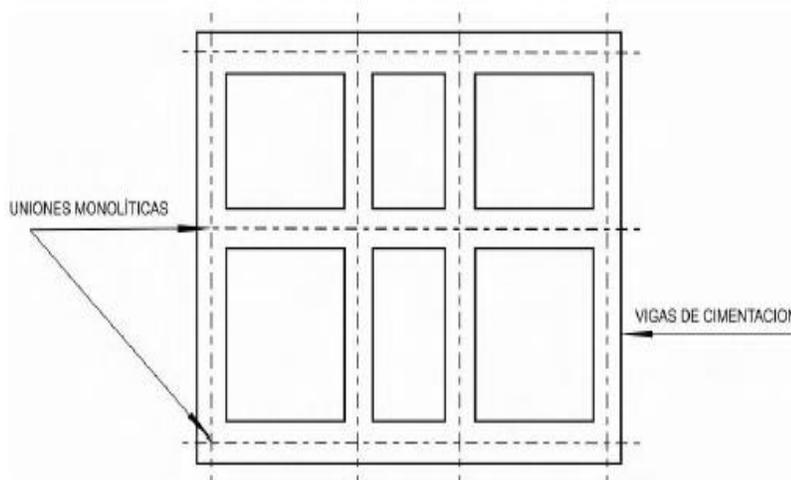
Los componentes que se incluyen dentro de la evaluación de los aspectos estructurales de las viviendas son aquellos encargados de la transmisión y resistencia tanto de cargas muertas y vivas, como también de los esfuerzos generados por los sismos. Los parámetros de diseño sismo resistente para este componente se encuentran establecidos en el capítulo 3 *MAMPOSTERÍA CONFINADA* y capítulo 4 *ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO EN MAMPOSTERÍA CONFINADA*, del título E de la NSR-10.

Para cada una de las viviendas se realiza la verificación de los apartados del componente estructural de la tabla 2 CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA, también se asigna un puntaje que indica el nivel de vulnerabilidad que presenta cada vivienda en relación con el apartado evaluado.

- **Apartado E.2.1.4 Sistema de cimentación**

El presente apartado indica que la cimentación debe estar compuesta por un sistema reticular de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, como se ilustra en la figura E.2.1-1, y que aseguren la transmisión de las cargas de la superestructura al suelo en forma integral y equilibrada. Debe existir una viga de cimentación para cada muro estructural. Ningún elemento de cimentación puede ser discontinuo.

**Figura 6.** Figura E.2.1-1 – Sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos.



**Figura E.2.1-1 — Sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos**

**Nota.** Tomado del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

Para verificar el cumplimiento del presente apartado, se procede a analizar si el sistema de cimentación de las cuatro viviendas es reticular configurando anillos cerrados y continuos, observando los planos de cimentación que se muestran en la tabla 12.

Al observar los planos de cimentación establecidos en la tabla 12, se evidencia que las cuatro viviendas cuentan con un sistema de cimentación reticular, compuesto por vigas de cimentación que se conectan de manera continua formando anillos cerrados, por tanto, dichas viviendas **CUMPLEN** con el presente apartado, para lo cual se tiene el siguiente cuadro resumen:

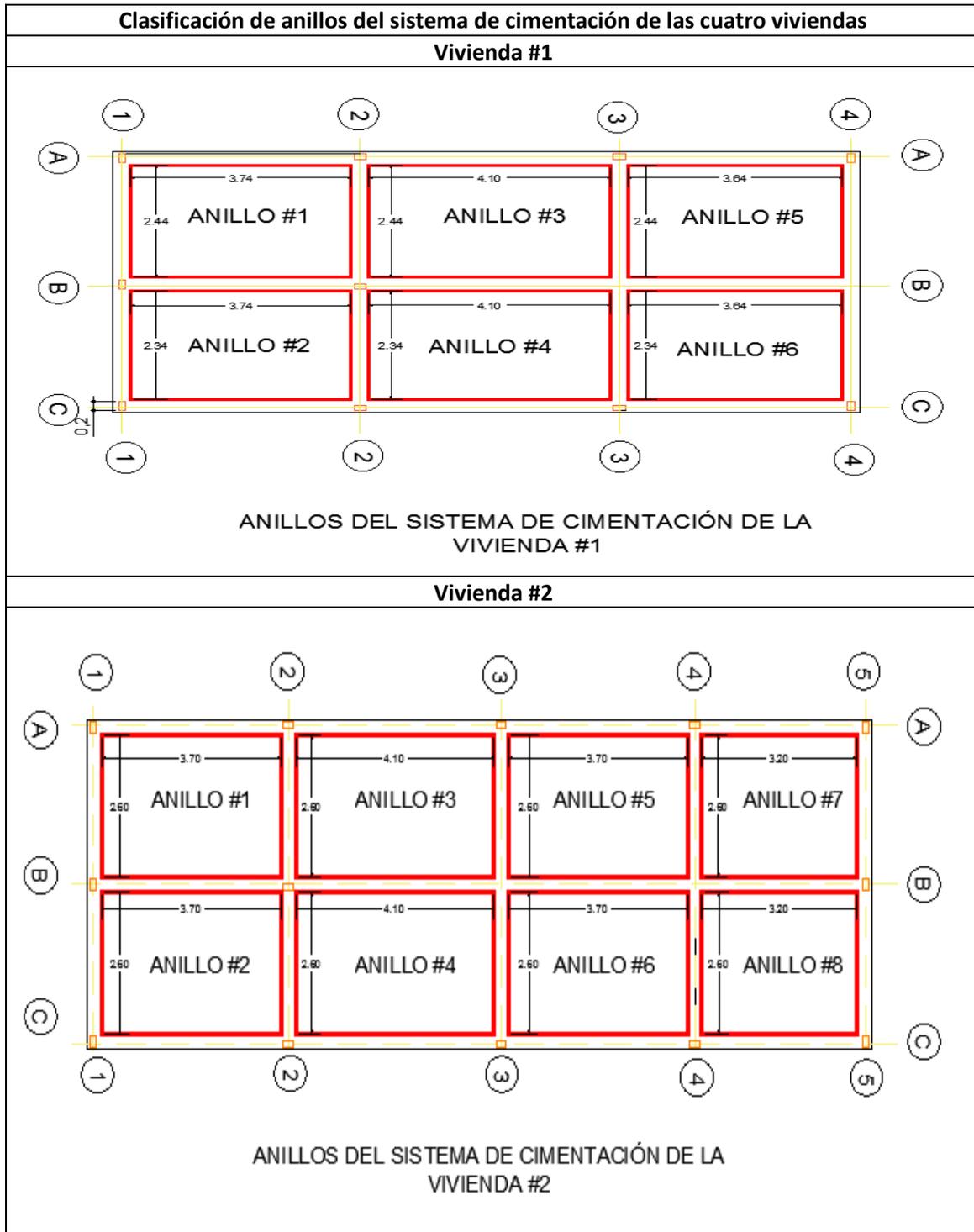
**Tabla 24.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.2.1.4.

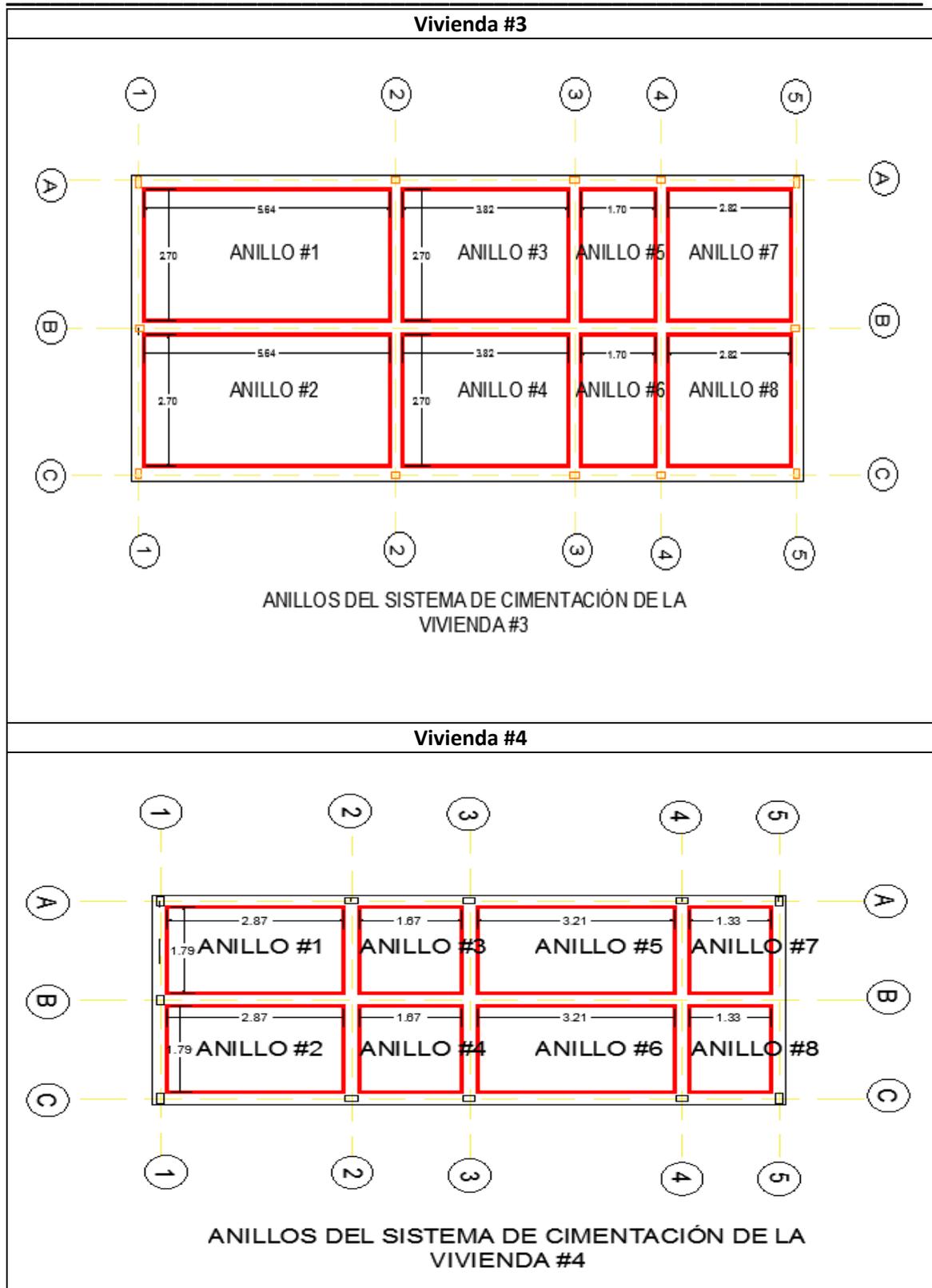
CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.2.1.4	Sistema de cimentación	Debe estar compuesta por un sistema reticular de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, de tal forma que se asegure la transmisión de cargas al suelo de forma equilibrada, una viga de cimentación para cada muro estructural.	X		1	X		1	X		1	X		1

- Apartado E.2.1.5 Configuración en planta**

El presente apartado indica que si uno de los anillos del sistema de cimentación tiene una relación largo sobre ancho mayor que dos, o si sus dimensiones interiores son mayores de 4,0m, debe construirse una viga intermedia de cimentación, así no sirva de apoyo a ningún muro, en cuyo caso sus dimensiones mínimas pueden reducirse a 200 mm por 200mm. Para verificar el cumplimiento de este apartado, se procede a clasificar los anillos del sistema de cimentación de las cuatro viviendas debidamente seleccionados y acotados, para posteriormente realizar los cálculos correspondientes.

Tabla 25. Clasificación de anillos del sistema de cimentación de las cuatro viviendas





A continuación, se procede a realizar la verificación del presente apartado en la tabla 26.

**Tabla 26.** Verificación de la configuración en planta del sistema de cimentación de las cuatro viviendas.

Verificación de la configuración en planta del sistema de cimentación de las cuatro viviendas						
	Anillo de cimentación	Largo (m)	Ancho (m)	Relación (L/A)	Longitud máxima (m)	Cumple
<b>Vivienda #1</b>	Anillo #1	3,74	2,44	1,53	4,0	SI
	Anillo #2	3,74	2,34	1,59	4,0	SI
	Anillo #3	4,10	2,44	1,68	4,0	NO
	Anillo #4	4,10	2,34	1,75	4,0	NO
	Anillo #5	3,64	2,44	1,49	4,0	SI
	Anillo #6	3,64	2,34	1,55	4,0	SI
<b>Vivienda #2</b>	Anillo #1	3,7	2,6	1,42	4,0	SI
	Anillo #2	3,7	2,6	1,42	4,0	SI
	Anillo #3	4,1	2,6	1,57	4,0	NO
	Anillo #4	4,1	2,6	1,57	4,0	NO
	Anillo #5	3,7	2,6	1,42	4,0	SI
	Anillo #6	3,7	2,6	1,42	4,0	SI
	Anillo #7	3,2	2,6	1,23	4,0	SI
	Anillo #8	3,2	2,6	1,23	4,0	SI
<b>Vivienda #3</b>	Anillo #1	5,64	2,7	2,08	4,0	NO
	Anillo #2	5,64	2,7	2,08	4,0	NO
	Anillo #3	3,82	2,7	1,41	4,0	SI
	Anillo #4	3,82	2,7	1,41	4,0	SI
	Anillo #5	1,7	2,7	0,62	4,0	SI
	Anillo #6	1,7	2,7	0,62	4,0	SI
	Anillo #7	2,82	2,7	1,04	4,0	SI
	Anillo #8	2,82	2,7	1,04	4,0	SI
<b>Vivienda #4</b>	Anillo #1	2,87	1,79	1,60	4,0	SI
	Anillo #2	2,87	1,79	1,60	4,0	SI
	Anillo #3	1,67	1,79	0,93	4,0	SI
	Anillo #4	1,67	1,79	0,93	4,0	SI
	Anillo #5	3,21	1,79	1,79	4,0	SI
	Anillo #6	3,21	1,79	1,79	4,0	SI
	Anillo #7	1,33	1,79	0,74	4,0	SI
	Anillo #8	1,33	1,79	0,74	4,0	SI

Como resultado de la verificación del presente apartado, se puede observar que en las viviendas #1, #2 y #3 existen dos anillos del sistema de cimentación que no cumplen con los parámetros requeridos, puesto que la longitud interna de una de sus vigas es mayor a 4,0, por lo cual para dichas viviendas se tiene que **NO CUMPLEN** con el presente apartado, también se recomienda que en el proceso de reforzamiento se incluya la división de estos anillos por el lado más largo de forma

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**79**

simétrica mediante vigas intermedias de cimentación, con una dimensión mínima de 20x20 cm, de forma que subsane la falencia en su diseño.

La vivienda #4 **CUMPLE** con los parámetros del presente apartado, puesto que ninguno de sus anillos tiene una relación largo sobre ancho mayor a dos, como tampoco una longitud interna de vigas de cimentación mayor a 4,0m.

En resumen, se tiene el presente cuadro con la calificación del cumplimiento para las cuatro viviendas.

**Tabla 27.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.2.1.5.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N,V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.2.1.5	Configuración en planta	Si uno de los anillos del sistema de cimentación tiene una relación largo sobre ancho mayor que dos, o si sus dimensiones interiores son mayores a 4,0 m, debe construirse una viga intermedia de cimentación, así no sirva de apoyo a ningún muro, en cuyo caso sus dimensiones mínimas pueden reducirse a 200 mm por 200 mm.		X	3		X	3		X	3	X		1

- **Apartado E.2.2 Estructuración de los cimientos**

El presente apartado indica que las vigas de cimentación deben tener refuerzo longitudinal superior e inferior y estribos de confinamiento en toda su longitud. Las dimensiones y refuerzo mínimo de los cimientos según la norma se presentan en la tabla 28.

**Tabla 28.** Tabla E.2.2-1 Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones.

Tabla E.2.2-1  
Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de 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			420	17
	Bahareque	150 mm	200 mm				
Acero Longitudinal		4 No. 3 (ó 10M)	4 No. 4 (ó 12M)	240			
	Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	412			
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412			
	Bahareque	No. 3	No. 4				

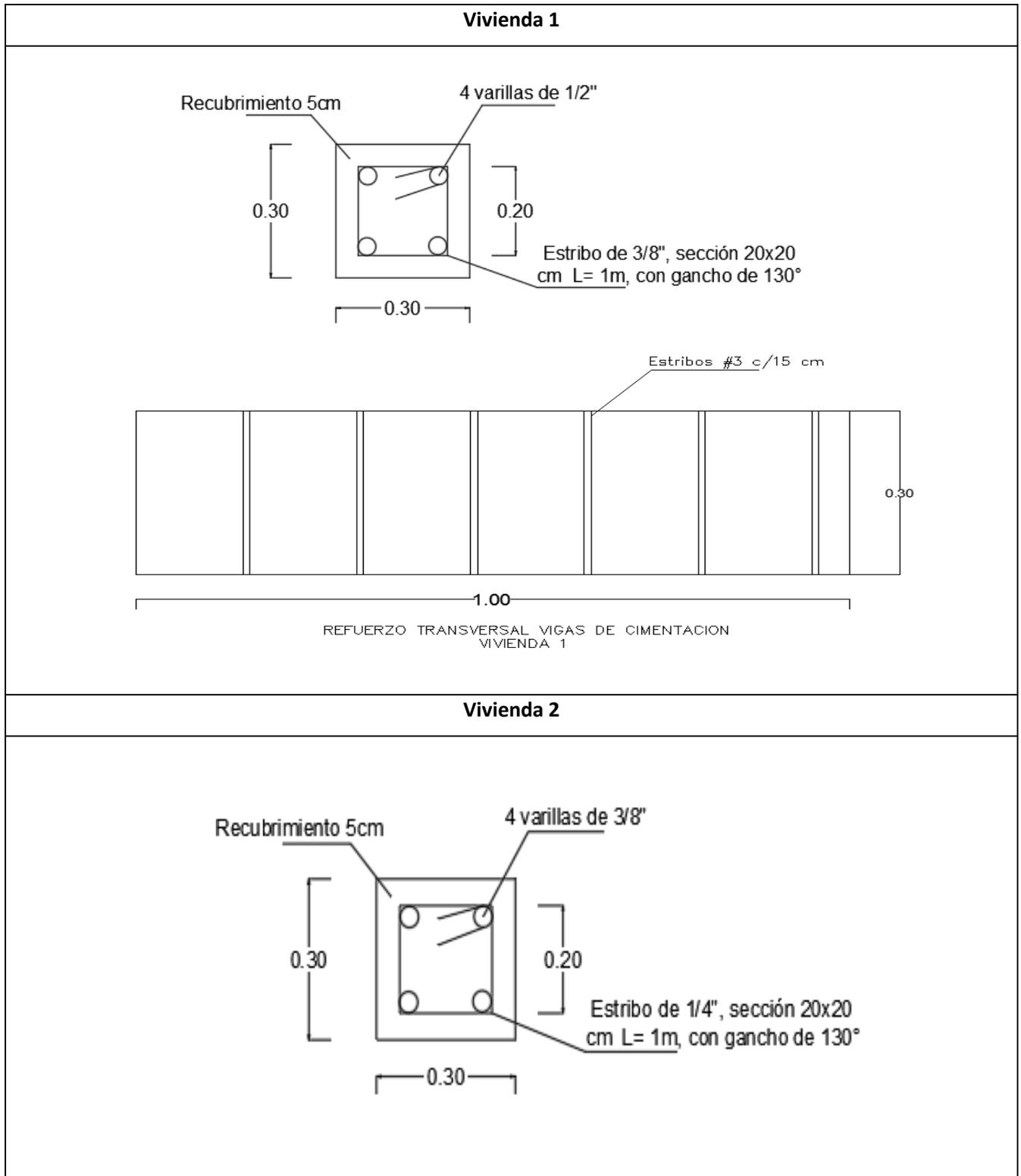
**Nota.** Tomado del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

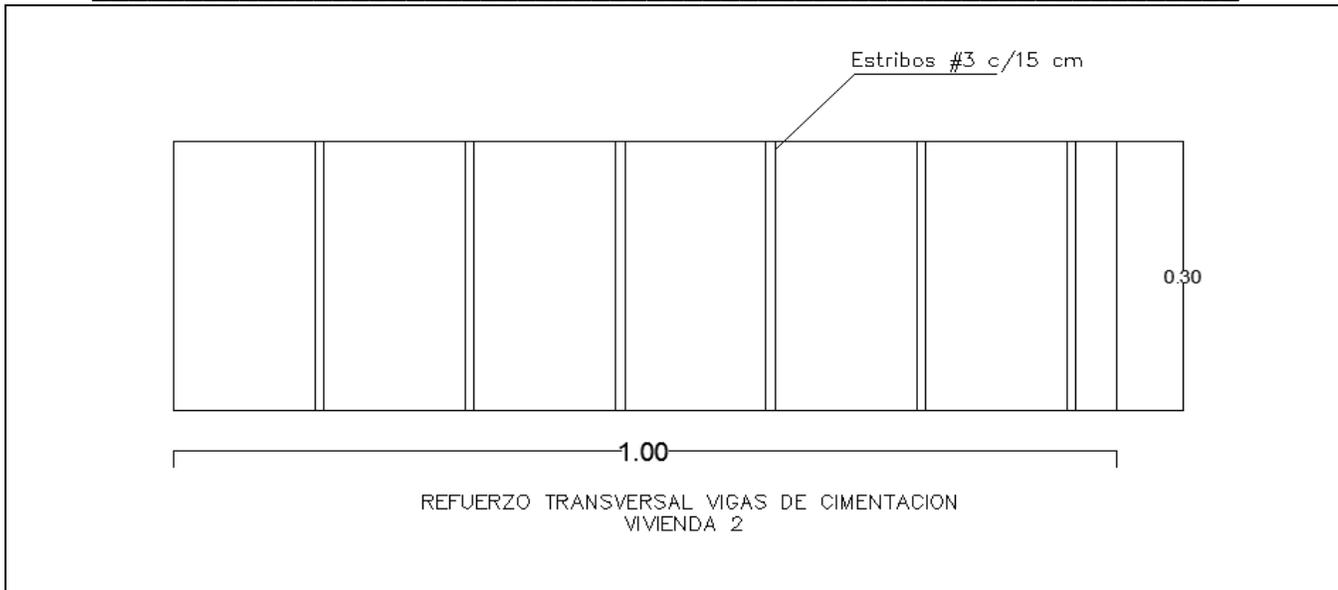
Teniendo en cuenta los parámetros establecidos de valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentación para el presente apartado, se procede a verificar el cumplimiento de las cuatro viviendas de acuerdo a la información obtenida de los propietarios y maestros constructores de las viviendas, establecida en la tabla 28, donde se muestran los detalles de la cimentación de las cuatro viviendas.

**Tabla 29.** Verificación del cumplimiento del apartado E.2.2 Estructuración de los cimientos para las cuatro viviendas.

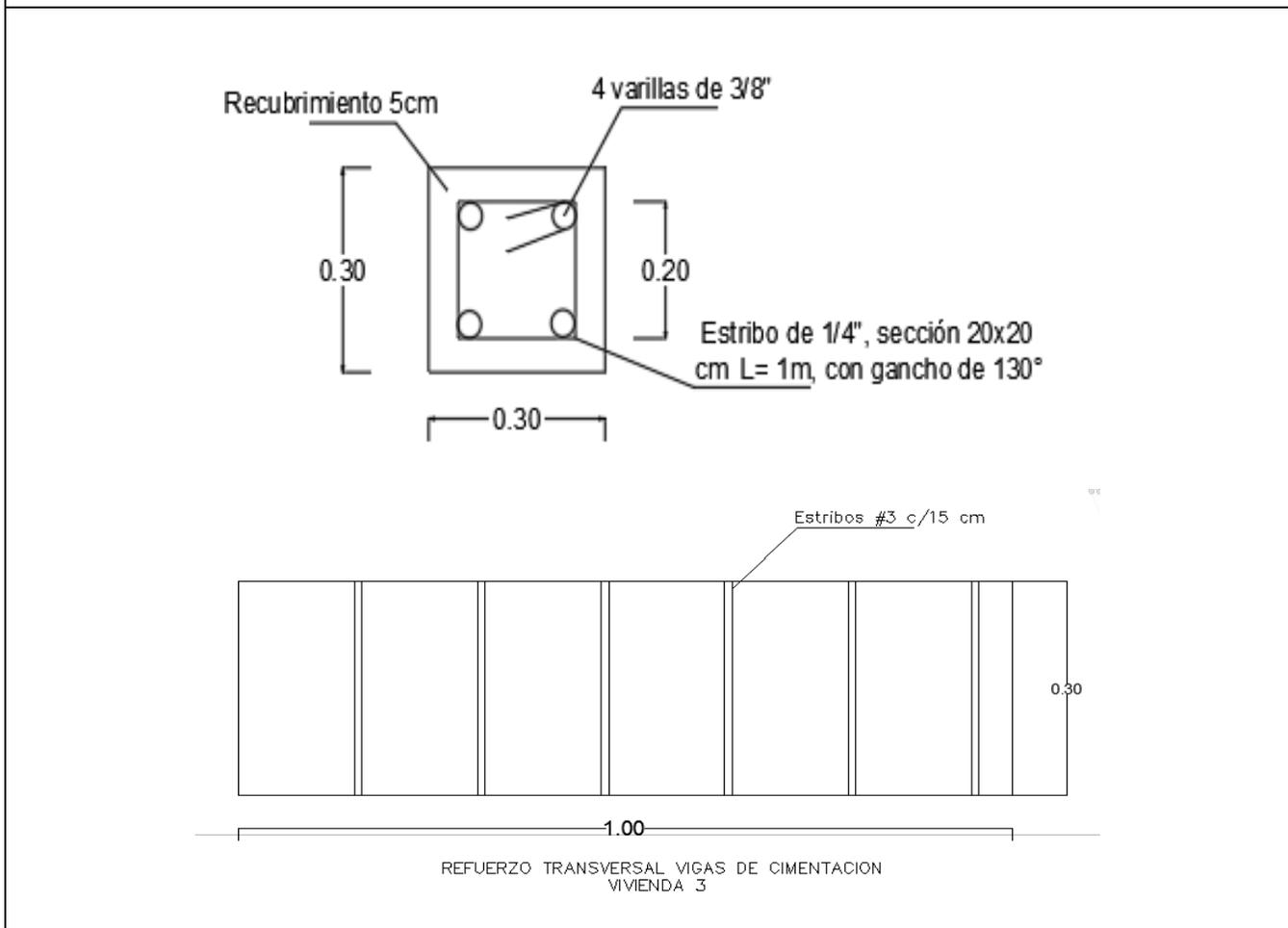
Verificación del cumplimiento del apartado E.2.2 Estructuración de los cimientos para las cuatro viviendas						
	Ancho viga cimentación (m)	Altura viga cimentación (m)	Refuerzo viga cimentación	F'c (Mpa)	F'y (Mpa)	Cumple
Vivienda #1	0,3	0,3	Longitudinal: 4 No. 4 Estribos: No. 3 a 15 cm	21	420	SI
Vivienda #2	0,3	0,3	Longitudinal: 4 No. 3 Estribos: No. 3 a 15 cm	21	420	SI
Vivienda #3	0,3	0,3	Longitudinal: 4 No. 3 Estribos: No. 3 a 15 cm	21	420	SI
Vivienda #4	0,3	0,3	Longitudinal: 4 No. 3 Estribos: No. 3 a 20 cm	21	420	SI

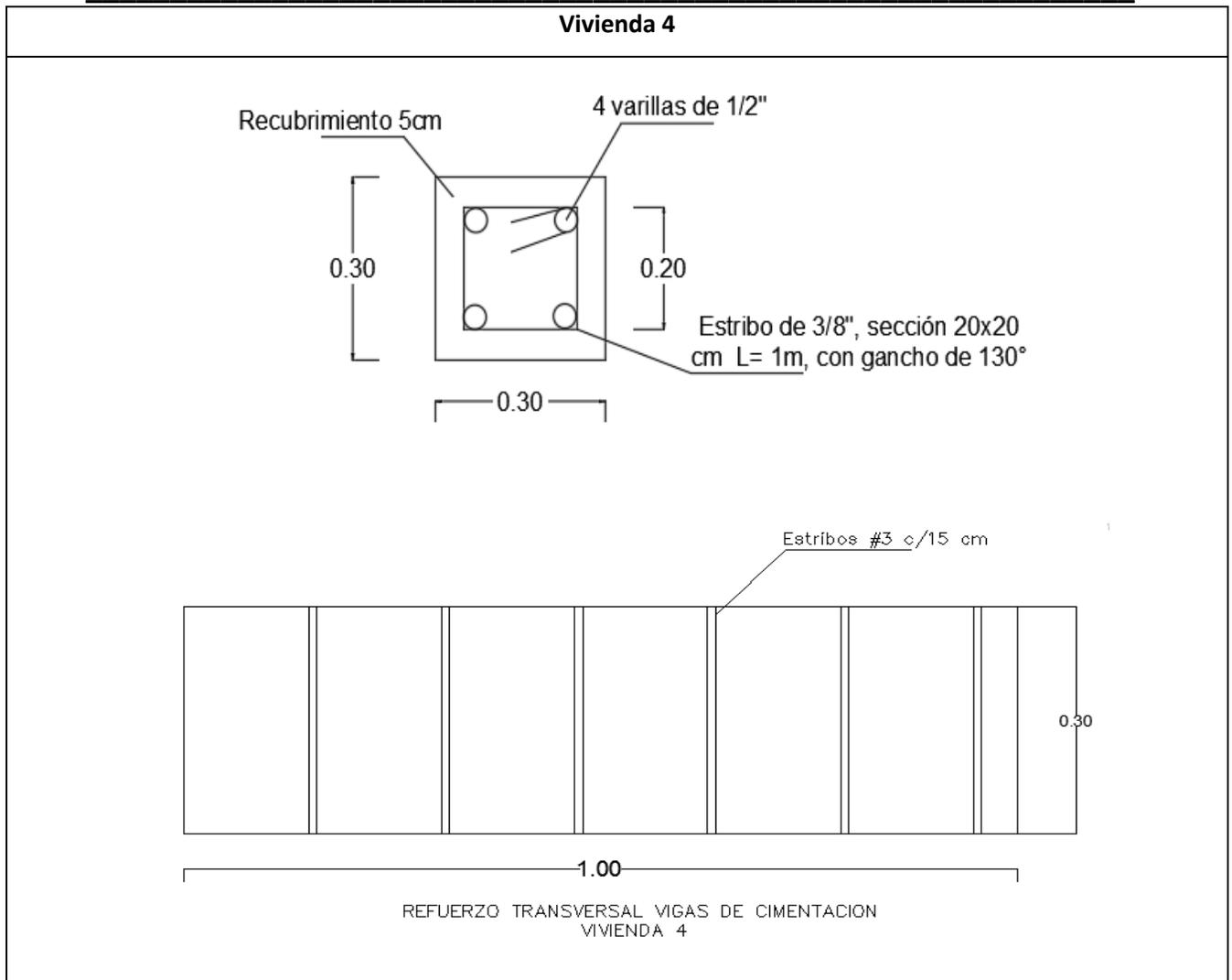
Tabla 30. Detalles vigas de cimentación de las viviendas.





**Vivienda 3**





Como resultado de la verificación del cumplimiento del presente apartado, se tiene que las cuatro viviendas cumplen con los valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones, por lo cual se tiene el siguiente cuadro resumen.

**Tabla 31.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.2.2

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.2.2	Estructuración de los cimientos	Tabla de valores mínimos para dimensiones de cimentaciones, en el caso del presente proyecto, anchura 300mm, altura 300mm, acero mínimo 4#4 o #2 a 200mm, y con acero para anclaje de muros #3	X		1	X		1	X		1	X		1

- **Apartado E.3.5 Espesor de muros**

En el numeral E.3.5. 3 se define el espesor mínimo nominal para muros estructurales en casas de uno y dos pisos. De acuerdo a lo descrito anteriormente, se procede a verificar si las cuatro viviendas cumplen este numeral.

**E.3.5.3 ESPESOR MÍNIMO DE MUROS ESTRUCTURALES CONFINADOS:** En ningún caso, el espesor nominal de los muros estructurales de carga puede ser inferior al establecido en la tabla E.3.5-1. Estos espesores mínimos nominales pueden disminuirse solo cuando se realiza el diseño completo de la edificación de acuerdo con los requisitos del Título A y del Título D de la NSR-10.

**Tabla 32.** Tabla E.3.5-1 – Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm).

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**Tabla E.3.5-1**  
**Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm)**

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

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

*Nota.* Tomado del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

De acuerdo a lo especificado en la figura anterior, se tiene que todas las viviendas **cumplen** con el requerimiento del presente apartado, aunque no posean muros estructurales debido a la falta de confinamiento, el espesor de los muros es de 120 mm, siendo mayor al mínimo requerido.

**Resumen apartado**

Como resultado de las verificaciones realizadas a las cuatro viviendas respecto al espesor de muros, se tiene el siguiente cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del presente apartado:

**Tabla 33.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.3.5.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.3.5	Espesor de muros	De acuerdo a lo especificado en la tabla E.3.5-1 del título E	x		1	x		1	x		1	x		1

• **Apartado E.3.6 Longitud de muros confinados**

De acuerdo a la verificación realizada del apartado E.1.3.2 “Disposición de muros estructurales”, se pudo determinar que las cuatro viviendas no poseen muros estructurales, puesto que éstos no cumplen con los parámetros mínimos del numeral E.3.2.1, el cual establece las condiciones que se deben de cumplir según la NSR-10 para que un muro sea considerado estructural. Dentro que las razones por la cual se considera que las cuatro viviendas no poseen muros estructurales, se tiene la falta de confinamiento en muros de ambos sentidos, tanto por carencia de vigas de amarre, viga cinta o columnas.

En consecuencia, se tiene que las cuatro viviendas **NO CUMPLEN** con el presente apartado, puesto que no poseen muros completamente confinados que cumplan correctamente una función de carga o de rigidez, ya que en su construcción se omitieron elementos de confinamiento como columnas, vigas de amarre o vigas cinta. Se presenta el siguiente cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del presente apartado:

**Tabla 34.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.3.6.4.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.3.6.4	Longitud mínima de muros confinados	Se debe realizar un reparto uniforme de la responsabilidad para resistir las fuerzas sísmicas, por lo cual los muros que están en la misma dirección deben tener longitudes similares. La longitud mínima va dada por la ecuación E.3.6-1		X	3		X	3		X	3		X	3

• **Apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros**

Como las cuatro viviendas no tienen muros estructurales, estas **NO CUMPLEN** con el presente apartado, puesto que no poseen muros completamente confinados a los cuales se les pueda

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

verificar la simetría en su distribución. Se presenta el siguiente cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del presente apartado:

**Tabla 35.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.3.6.6.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.3.6.6	Distribución simétrica de muros	De acuerdo a lo establecido en la ecuación E.3.6-2 del título E		X	3		X	3		X	3		X	3

- **Apartado E.4.2 Materiales**

Según E.4.2.1, las especificaciones mínimas establecidas para los materiales utilizables en la construcción de los elementos de confinamiento son las siguientes:

- Concreto:** El concreto debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días,  $F'c$ , igual o superior a 17,5 Mpa.
- Acero de refuerzo:** El acero de refuerzo longitudinal puede ser liso o corrugado. En ningún caso, el acero de refuerzo puede tener un límite de fluencia,  $F'y$  inferior a 240 Mpa.

Como procedimiento de verificación del presente apartado, se consultó con los propietarios y maestros constructores de las cuatro viviendas sobre las resistencias a compresión esperada de los concretos, los materiales y la dosificación utilizada para el concreto y el tipo de acero de refuerzo utilizado en la construcción de las viviendas.

Información suministrada por los propietarios y/o constructores de las viviendas:

- **Vivienda #1**

Según el maestro constructor, para cada bulto de cemento se emplearon 2 baldes de 10 litros de agua, 9 baldes de 10 litros de arena y 9 baldes de 10 litros de gravilla, de acuerdo a la experiencia

---

en campo y resistencias promedios en proyectos de este tipo, para dicha dosificación se obtiene una resistencia a la compresión aproximadamente de 3000 psi o 21 Mpa, es decir, mayor a la que exige la norma. Para el acero de refuerzo se empleó varilla corrugada de 60.000 psi.

- **Vivienda #2**

Según el maestro constructor, para cada bulto de cemento se emplearon 2,5 baldes de 10 litros de agua, 10 baldes de 10 litros de arena y 9 baldes de 10 litros de gravilla, de acuerdo a la experiencia en campo y resistencias promedios en proyectos de este tipo, para dicha dosificación se obtiene una resistencia a la compresión aproximadamente de 3000 psi o 21 Mpa, es decir, mayor a la que exige la norma. Para el acero de refuerzo se empleó varilla corrugada de 60.000 psi.

- **Vivienda #3**

Según el maestro constructor, para cada bulto de cemento se emplearon 2,5 baldes de 10 litros de agua, 10 baldes de 10 litros de arena y 10 baldes de 10 litros de gravilla, de acuerdo a la experiencia en campo y resistencias promedios en proyectos de este tipo, para dicha dosificación se obtiene una resistencia a la compresión aproximadamente de 3000 psi o 21 Mpa, es decir, mayor a la que exige la norma. Para el acero de refuerzo se empleó varilla corrugada de 60.000 psi.

- **Vivienda #4**

Según el maestro constructor, para cada bulto de cemento se emplearon 2 baldes de 10 litros de agua, 9 baldes de 10 litros de arena y 10 baldes de 10 litros de gravilla, de acuerdo a la experiencia en campo y resistencias promedios en proyectos de este tipo, para dicha dosificación se obtiene una resistencia a la compresión aproximadamente de 3000 psi o 21 Mpa, es decir, mayor a la que exige la norma. Para el acero de refuerzo se empleó varilla corrugada de 60.000 psi.

Cabe resaltar que, dado a las limitaciones y alcances en el presente proyecto, no se realizó apiques ni ensayos de resistencia del concreto y del acero, y se optó por trabajar con información suministrada por propietarios y constructores de las cuatro viviendas, se recomienda que cuando los propietarios decidan llevar a cabo los correspondientes reforzamientos que serán planteados en el proyecto, se tenga en cuenta este apartado y decidan realizar los ensayos y pruebas de resistencia del concreto y verificación del tipo de acero de refuerzo.

**Resumen apartado**

Según la información suministrada por los propietarios y constructores de las viviendas, se relacionó las características de los materiales a verificar en el presente apartado en la tabla 36, evidenciando que las cuatro viviendas **CUMPLEN** con el presente apartado, dicho esto, se tiene el siguiente cuadro resumen:

**Tabla 36.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.4.2.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.4.2	Materiales	Las especificaciones mínimas de concreto en elementos de confinamiento deben ser igual o mayor a 17,5Mpa a 28 días, y del acero de refuerzo no se puede tener un límite de fluencia menor a 240 Mpa.	X		1	X		1	X		1	X		1

- Apartado E.4.3 Columnas de confinamiento**

El presente apartado indica que las columnas de confinamiento deben ir ancladas a la cimentación y rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. Además, indica que la sección transversal debe tener un área mínima de 200cm<sup>2</sup>. Deben colocarse en los extremos de los muros estructurales, en intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, o 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento, o 4m.

**E.4.3.2 Dimensiones:** La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 200 cm<sup>2</sup>, con espesor igual al del muro que confina. Se procede a verificar la dimensión de la sección transversal de las columnas para las cuatro viviendas, de acuerdo a los planos arquitectónicos establecidos en la tabla 11 del capítulo 4.2, y se organiza la información resumida en la tabla 37.

**Tabla 37.** Verificación del cumplimiento de dimensiones mínimas para columnas de confinamiento.

Verificación del cumplimiento de dimensiones mínimas para columnas de confinamiento.				
	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cumple
Vivienda #1	20	12	240	SI
Vivienda #2	20	12	240	SI
Vivienda #3	20	12	240	SI
Vivienda #4	20	12	240	SI

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que las cuatro viviendas **CUMPLEN** con el dimensionamiento mínimo de la sección transversal de las columnas de confinamiento.

**E.4.3.2 Ubicación:** Deben colocarse columnas de amarre en los extremos de los muros estructurales seleccionados, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores a 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento o 4 m. Se procede a verificar las distancias de las columnas de confinamiento para las cuatro viviendas de acuerdo a los planos de vista en planta de la tabla 11.

**Tabla 38.** Verificación del cumplimiento del distanciamiento máximo horizontal entre columnas de las cuatro viviendas.

Verificación del cumplimiento del distanciamiento máximo horizontal entre columnas de las cuatro viviendas				
	Columnas	Distancia (m)	Distancia máxima permitida (m)	Cumple
Vivienda #1	A1- A2, C1-C2	3,88	3,45	NO
	A2-A3, C2-C3	4,20	3,45	NO
	A3-A4, C3-C4	3,78	3,45	NO
	A1-B1	2,54	3,45	SI
	B1-C1	2,44	3,45	SI
	B1-B2	3,88	3,45	NO
	A4-C4	5,18	3,45	NO
Vivienda #2	A1-A2, C1-C2, B1-B2	3,88	4,0	SI
	A2-A3, C2-C3	4,2	4,0	NO
	A3-A4, C3-C4	3,8	4,0	SI

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**91**

	A4-A5, C4-C5	3,38	4,0	SI
	A1-B1, A5-B5	2,7	4,0	SI
	B1-C1, B5-C5	2,7	4,0	SI
	B2-C2	2,78	4,0	SI
<b>Vivienda #3</b>	A1-A2, C1-C2	5,78	4,0	NO
	A2-A3, C2-C3	3,92	4,0	SI
	A3-A4, C3-C4	1,80	4,0	SI
	A4-A5, C4-C5	2,96	4,0	SI
	A1-B1	2,76	4,0	SI
	B1-C1, B4-C4	2,84	4,0	SI
	A5-B5	2,84	4,0	SI
<b>Vivienda #4</b>	A1-A2, C1-C2	2,96	4,0	SI
	A2-A3, C2-C3	1,72	4,0	SI
	A3-A4, C3-C4	3,26	4,0	SI
	A4-A5, C4-C5	1,42	4,0	SI
	A1-B1	1,78	4,0	SI
	B1-C1	1,83	4,0	SI
	A5-C5	3,8	4,0	SI

Una vez realizada la verificación, se concluye lo siguiente:

- La vivienda #1 tiene ocho muros que no cumplen con la distancia horizontal máxima permitida de columnas, siendo esto un 80% del total de espacios entre columnas, por lo cual **NO CUMPLE** con el presente apartado
- La vivienda #2 solamente tiene dos muros que no cumplen con la distancia horizontal máxima permitida de las columnas, siendo esto un 14% del total de espacios entre columnas, por lo cual **CUMPLE** con el presente apartado.
- La vivienda #3 solamente tiene dos muros que no cumplen con la distancia horizontal máxima permitida de las columnas, siendo esto un 16% del total de espacios entre columnas, por lo cual **CUMPLE** con el presente apartado.

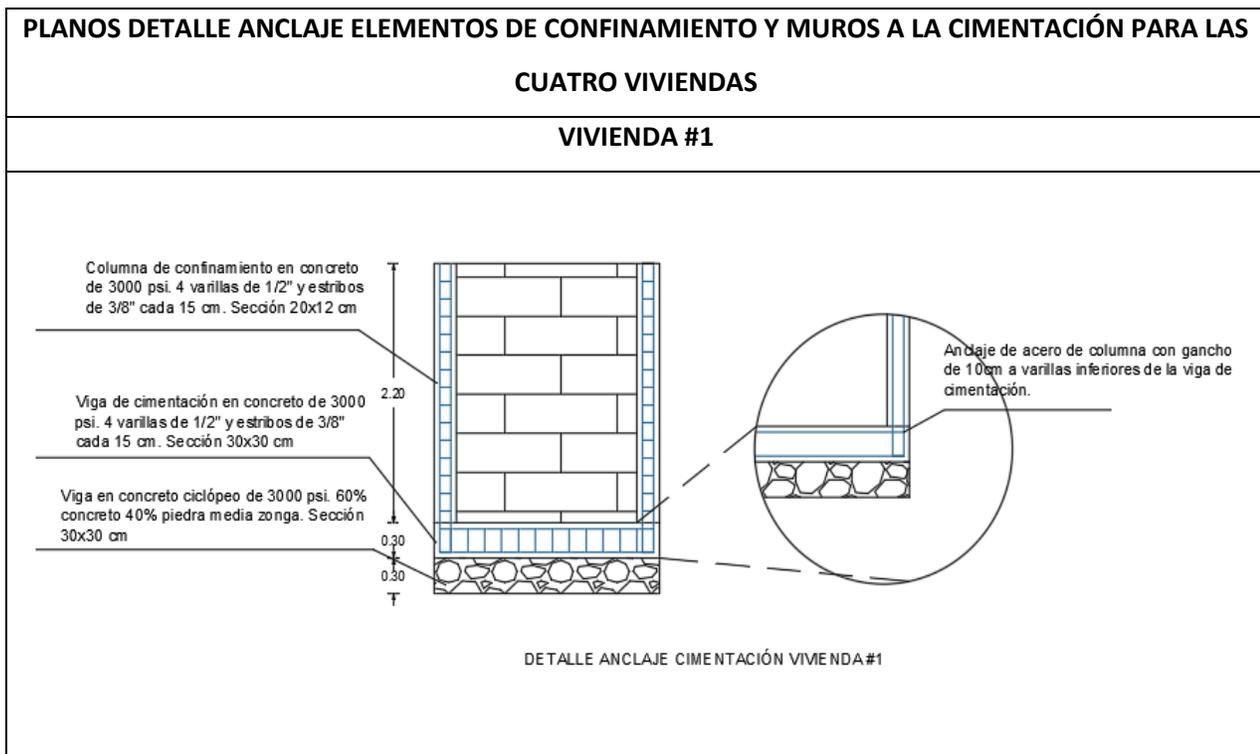
- La vivienda #4 **CUMPLE** con el presente apartado, puesto que todos los espacios entre columnas son menores al máximo permitido.

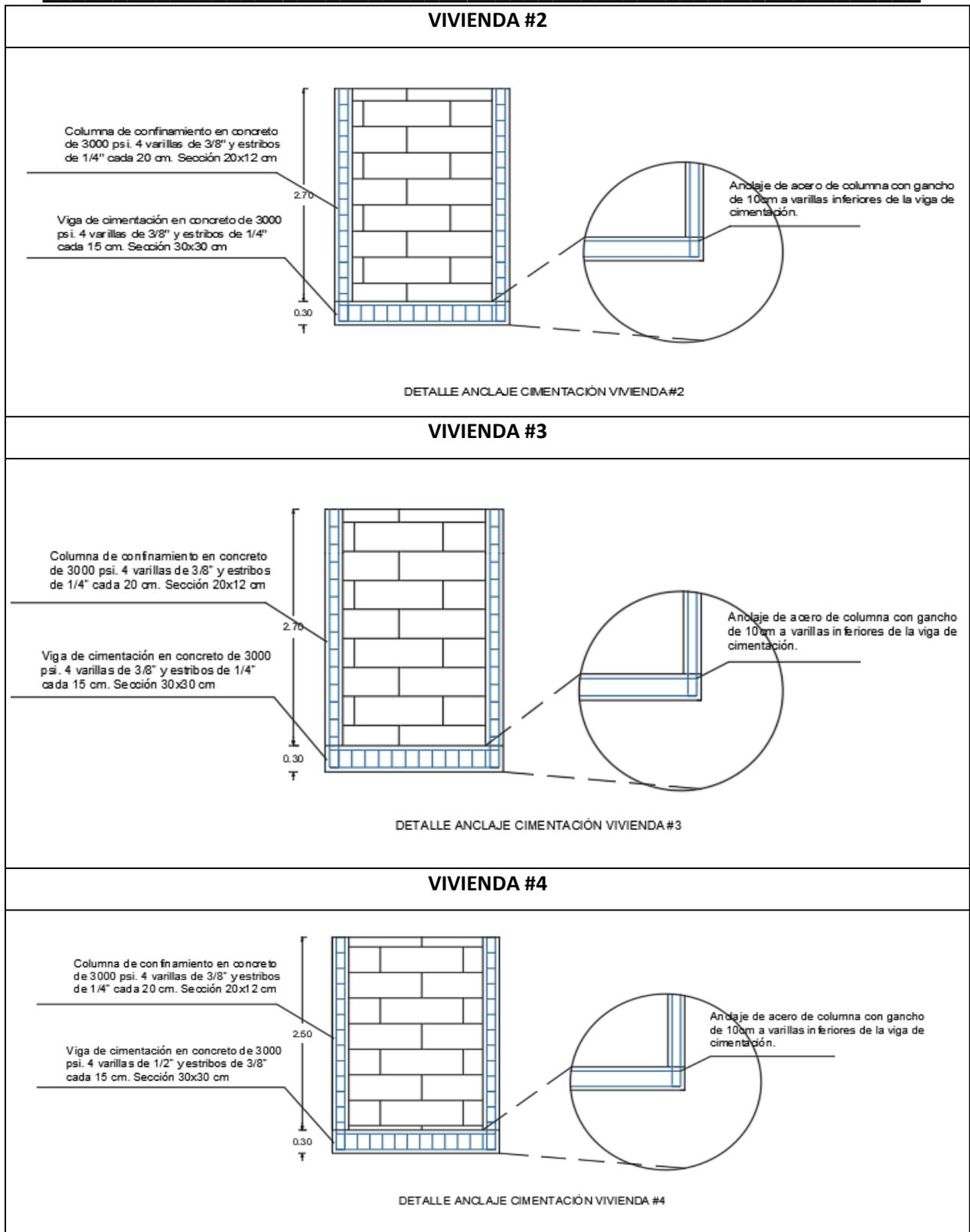
**E.4.3.4 Refuerzo mínimo:** El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

- a) Refuerzo longitudinal: No debe ser menor de 4 barras de 3/8" o 3 barras de 1/2".
- b) Refuerzo transversal: Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro 1/4" o 6 mm, espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.

Se procede a presentar el esquema de anclaje estructural de las columnas de confinamiento con la cimentación, donde se especifican las características de las columnas de acuerdo a la información proporcionada por los propietarios y maestros constructores de las viviendas mostrado en la verificación del apartado E.1.3.4.

**Tabla 39.** Planos detalle anclaje elementos de confinamiento y muros a la cimentación para las cuatro viviendas.





Tal como se puede observar en la tabla 39, se tiene que todas las viviendas **CUMPLEN** con el acero de refuerzo mínimo longitudinal y transversal, según lo establecido en el presente apartado.

#### **Resumen apartado**

**Vivienda #1:** Se cumple el parámetro de dimensionamiento, no se cumple el parámetro de ubicación puesto que el 80% de las columnas de dicha vivienda se encuentran ubicadas a distancias mayores a las permitidas, se cumple el parámetro de refuerzo mínimo, de acuerdo a la información suministrada por los propietarios y maestros constructores de la vivienda. De acuerdo a esto, determina que la vivienda **NO CUMPLE** con la totalidad de parámetros establecidos para el presente apartado.

**Vivienda #2:** Se cumple el parámetro de dimensionamiento, se cumple el parámetro de ubicación puesto que solamente un 14% de las columnas de dicha vivienda se encuentran ubicadas a distancias mayores a las permitidas, se cumple el parámetro de refuerzo mínimo, de acuerdo a la información suministrada por los propietarios y maestros constructores de la vivienda. De acuerdo a esto, se determina que la vivienda **NO CUMPLE** con la totalidad de parámetros establecidos para el presente apartado.

**Vivienda #3:** Se cumple el parámetro de dimensionamiento, se cumple el parámetro de ubicación puesto que solamente un 16% de las columnas de dicha vivienda se encuentran ubicadas a distancias mayores a las permitidas, se cumple el parámetro de refuerzo mínimo, de acuerdo a la información suministrada por los propietarios y maestros constructores de la vivienda. Debido a que la vivienda no posee vigas de amarre a excepción de la fachada, se tiene que las columnas no cumplen correctamente la función de confinamiento, por lo cual la presente vivienda **NO CUMPLE** con este apartado, aun así, esté cumpliendo con cada uno de los parámetros establecidos en el mismo.

**Vivienda #4:** Se cumple el parámetro de dimensionamiento, se cumple el parámetro de ubicación puesto ninguna de las columnas de dicha vivienda se encuentra ubicadas a distancias mayores a las permitidas, se cumple el parámetro de refuerzo mínimo, de acuerdo a la información suministrada por los propietarios y maestros constructores de la vivienda. Debido a que la vivienda no posee

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

vigas de amarre, se tiene que las columnas no cumplen correctamente la función de confinamiento, por lo cual la presente vivienda **NO CUMPLE** con este apartado, aun así, esté cumpliendo con cada uno de los parámetros establecidos en el mismo.

De acuerdo a las verificaciones realizadas en el presente apartado, se tiene el siguiente cuadro resumen de calificación del cumplimiento y nivel de vulnerabilidad de las cuatro viviendas.

Tabla 40. Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.4.3

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.4.3	Columnas de confinamiento	Deben ir ancladas a la cimentación y rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. La sección transversal debe tener un área mínima de 200cm <sup>2</sup> . Deben colocarse en los extremos de los muros estructurales, en intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, o 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento, o 4m. El refuerzo mínimo longitudinal no debe ser menor de 4 barras #3 o 3 barras #4. El refuerzo transversal debe consistir en estribos cerrados de diámetro mínimo #2 espaciados a cada 200mm. Los primeros 6 estribos deben ir espaciados a 100mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.		X	3		X	3		X	3		X	3

- Apartado E.4.4 Vigas de confinamiento**

El presente apartado indica que el ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200cm<sup>2</sup>. Las vigas de amarre se deben disponer de tal forma que formen anillos cerrados en un plano horizontal entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta. Los amarres se deben situar a nivel de cimentación, a nivel de entrepiso en casas de dos niveles y a nivel de enrase de cubierta (para el caso del presente ejercicio), de los cuales se pueden presentar en dos opciones: en vigas horizontales a nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de

las culatas y, vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas de acuerdo al E.3.5.1.

En cuanto al refuerzo mínimo, la Norma indica que debe ser igual o mayor a 4 barras #3 en su sección transversal, colocándolas de forma simétrica, mínimo en dos filas. Para el refuerzo transversal se deben colocar estribos de barra #2 espaciados a 10cm en los primeros 50cm de cada extremo de la luz.

De acuerdo a lo descrito en el apartado, se procede a verificar si el sistema de vigas de confinamiento de las viviendas cumple con sus dimensiones y características visibles.

**E.4.4.2 Dimensiones:** La sección transversal de las vigas de confinamiento debe tener un área no inferior a 200 cm<sup>2</sup>, con espesor igual al del muro que confina. Se procede a verificar la dimensión de la sección transversal de las vigas para las cuatro viviendas, de acuerdo a los planos arquitectónicos establecidos en la tabla 11 del capítulo 4.2, y se organiza la información resumida en la tabla 41.

**Tabla 41.** Verificación del cumplimiento de dimensiones mínimas para vigas de confinamiento.

Verificación del cumplimiento de dimensiones mínimas para vigas de confinamiento.				
	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Cumple
Vivienda #1	20	12	240	SI
Vivienda #2	20	12	240	SI
Vivienda #3	20 (solamente hay viga de confinamiento en fachada)	12	240	SI
Vivienda #4	NO TIENE			NO

De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que las dos primeras viviendas **CUMPLEN** con el dimensionamiento mínimo de la sección transversal de las vigas de confinamiento, la tercera vivienda **cumple** con las dimensiones mínimas, pero solamente posee vigas de confinamiento en los muros de la fachada, y la vivienda #4 **NO CUMPLE** con el dimensionamiento mínimo de la sección transversal, pues no tiene vigas de confinamiento.

**E.4.3.2 Ubicación:** Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta. Para el presente ejercicio, deben disponerse las vigas de amarre en:

C- A nivel del enrase de cubierta: se presentan dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre y la configuración del diafragma.

- Vigas horizontales a nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.
- Vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas. En este caso, se debe verificar de acuerdo con E.3.5.1. si hay necesidad o no de amarre a nivel de dinteles.

**Tabla 42.** Verificación del apartado E.4.3.2 para las viviendas.

<b>Verificación Apartado E.4.3.2 para las viviendas</b>	
<b>VIVIENDA #1</b>	<b>VIVIENDA #2</b>
	
<b>VIVIENDA #3</b>	<b>VIVIENDA #4</b>
	

---

Una vez realizada la verificación, se puede concluir lo siguiente:

- La vivienda #1 a pesar de tener viga de amarre no está a nivel de dinteles ni tampoco posee cinta de amarre para remate de culatas, por lo cual **NO CUMPLE** con el presente apartado.
- La vivienda #2 a pesar de tener viga de amarre no está a nivel de dinteles ni tampoco posee cinta de amarre para remate de culatas, por lo cual **NO CUMPLE** con el presente apartado.
- La vivienda #3 solamente tiene viga de amarre en la fachada, en el resto de la vivienda no hay vigas de amarre, ni parapeto, ni cinta de amarre, por lo cual **NO CUMPLE** con el presente apartado.
- La vivienda #4 no tiene viga de amarre, ni parapeto, ni cinta de amarre, por lo cual **NO CUMPLE** con el presente apartado.

**E.4.3.4 Refuerzo mínimo:** El refuerzo mínimo de la viga de confinamiento debe ser el siguiente:

- a) Refuerzo longitudinal: dispuesto de manera simétrica, no debe ser menor de 4 barras #3, dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 110mm.
- b) Refuerzo transversal: se deben utilizar estribos de barra #2 espaciados a 100mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200mm en el resto de la luz.

Como verificación del presente parámetro, de acuerdo a las limitaciones del presente estudio no se realizarán apiques en elementos de confinamiento, según la información de los propietarios los elementos de confinamiento tienen como mínimo 4 barras # 3/8 con los correspondientes estribos. No se puede verificar el anclaje del refuerzo con los elementos de confinamiento y cimentación, sin embargo, hasta la fecha del presente estudio no hay presencia de fallas relacionadas a este aspecto.

#### **Resumen apartado**

**Vivienda #1:** Se cumple el parámetro de dimensionamiento, no se cumple el parámetro de ubicación, se cumple el parámetro de refuerzo mínimo, de acuerdo a la información suministrada

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

por los propietarios y maestros constructores de la vivienda. De acuerdo a esto, determina que la vivienda **NO CUMPLE** con la totalidad de parámetros establecidos para el presente apartado.

**Vivienda #2:** Se cumple el parámetro de dimensionamiento, no se cumple el parámetro de ubicación, se cumple el parámetro de refuerzo mínimo, de acuerdo a la información suministrada por los propietarios y maestros constructores de la vivienda. De acuerdo a esto, determina que la vivienda **NO CUMPLE** con la totalidad de parámetros establecidos para el presente apartado.

**Vivienda #3:** Se cumple el parámetro de dimensionamiento, no se cumple el parámetro de ubicación, de acuerdo a esto, determina que la vivienda **NO CUMPLE** con la totalidad de parámetros establecidos para el presente apartado.

**Vivienda #4:** NO hay presencia de viga de amarre en la vivienda, por lo cual **NO CUMPLE NINGUN PARAMETRO**, De acuerdo a esto, determina que la vivienda **NO CUMPLE** con la totalidad de parámetros establecidos para el presente apartado.

De acuerdo a las verificaciones realizadas en el presente apartado, se tiene el siguiente cuadro resumen de calificación del cumplimiento y nivel de vulnerabilidad de las cuatro viviendas.

**Tabla 43.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.4.4.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N. V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.4.4	Vigas de confinamiento	Deben ir ancladas en los extremos terminales con ganchos de 90° y vaciadas directamente sobre los muros estructurales que confinan. El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200cm <sup>2</sup> . Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando así los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta. Las vigas deben ir ubicadas en la cimentación, en el entrepiso en casas de dos niveles, a nivel de enrase de cubierta.		X	3		X	3		X	3		X	3

### 4.3.3 Identificación y evaluación del componente constructivo de las viviendas.

En el presente subcapítulo se procederá a realizar la verificación del cumplimiento de los parámetros constructivos de las cuatro viviendas junto con el grado de vulnerabilidad de las mismas, de acuerdo a lo establecido en el título E de la NSR-10, dichos parámetros a evaluar se encuentran designados en los apartados E.3.2 *Unidades de mampostería*, E.3.4 *Abertura de los muros* y E.5.2 *Cubiertas*.

#### Apartado E.3.2 Unidades de mampostería.

Según E.3.2.1 las unidades de mampostería que se utilicen en las casas de uno y dos pisos pueden ser de concreto, de arcilla cocida o de silical.

Como procedimiento de verificación del presente apartado, se observó la mampostería existente en las cuatro viviendas, evidenciándose que se utilizaron bloques de arcilla #5 de perforación horizontal.

#### Resumen apartado

Según la información mostrada en la tabla y teniendo en cuenta las unidades de mampostería de las cuatro viviendas, se determinó que las cuatro viviendas **CUMPLEN** con el presente apartado, dicho esto, se tiene el siguiente cuadro resumen:

**Tabla 44.** Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.3.2

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.3.2	Unidades de mampostería	Deben ser de concreto, de arcilla cocida o de silical. Deben cumplir con las especificaciones de las normas NTC e ICONTEC	X		1	X		1	X		1	X		1

• **Apartado E.3.4 Aberturas en los muros**

El presente apartado establece que las aberturas de los muros deben ser pequeñas, bien espaciadas y no pueden estar ubicadas en las esquinas, el área de los vanos de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro.

Según E.3.4.2, entre aberturas de un mismo muro debe existir una distancia suficiente. La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 500 mm, y en ningún caso debe ser menor que la mitad de la longitud total en planta del muro.

Según E.3.4.3, se deben reforzar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de los mismos y la longitud total en planta de los vanos debe ser menor que la mitad de la longitud total en planta del muro.

En la tabla 45 se muestran las diferentes aberturas que poseen los muros de las cuatro viviendas, debidamente acotados para realizar las verificaciones correspondientes.

Tabla 45. Aberturas de los muros de fachada en las cuatro viviendas.

ABERTURAS DE LOS MUROS DE LAS CUATRO VIVIENDAS.	
VIVIENDA #1	VIVIENDA #2
<p>FACHADA CASA NUMERO 1</p>	<p>FACHADA CASA NUMERO 2</p>

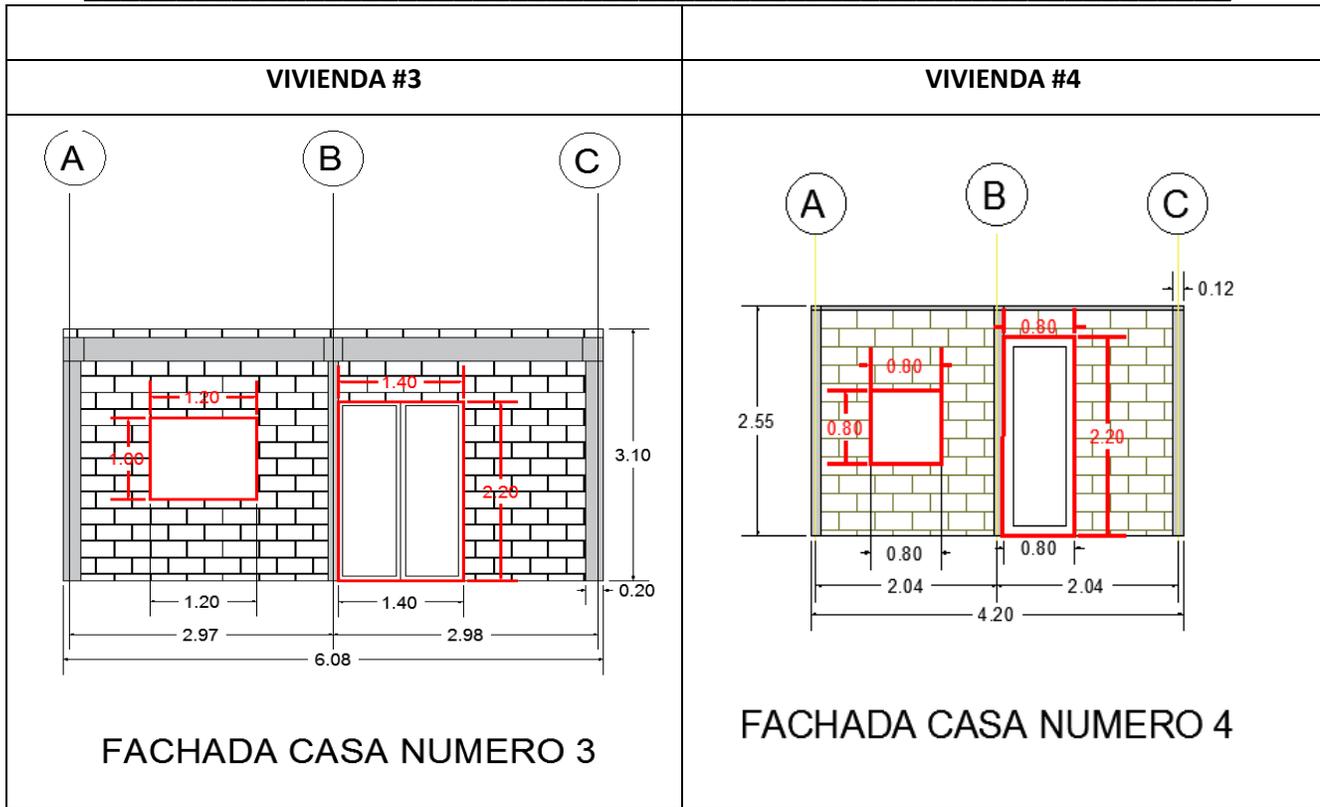
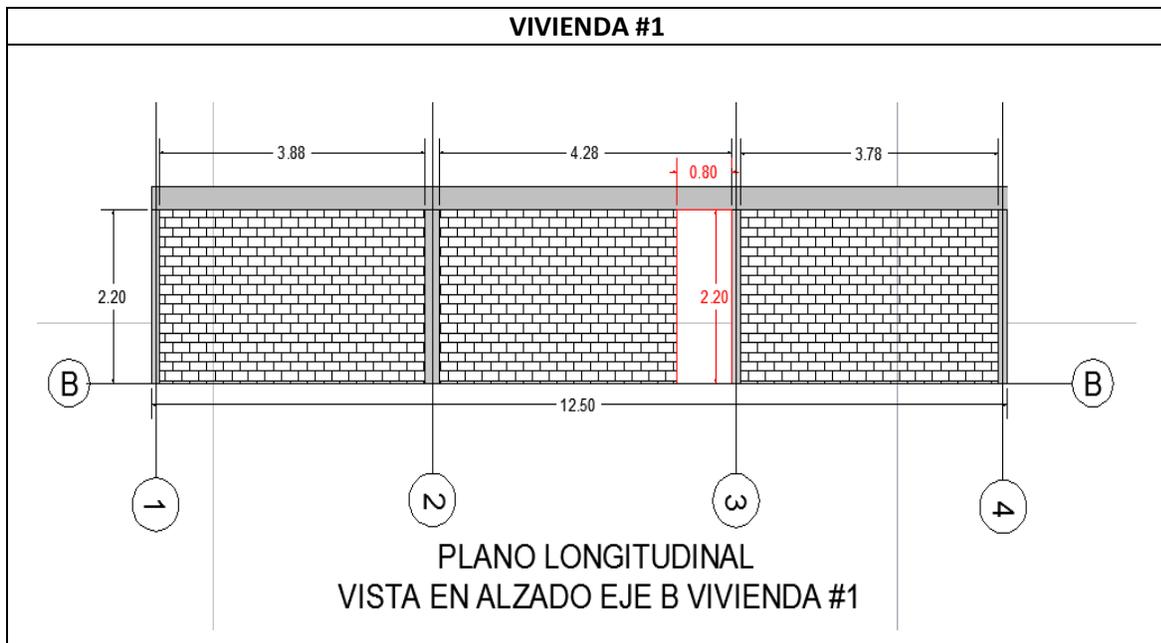
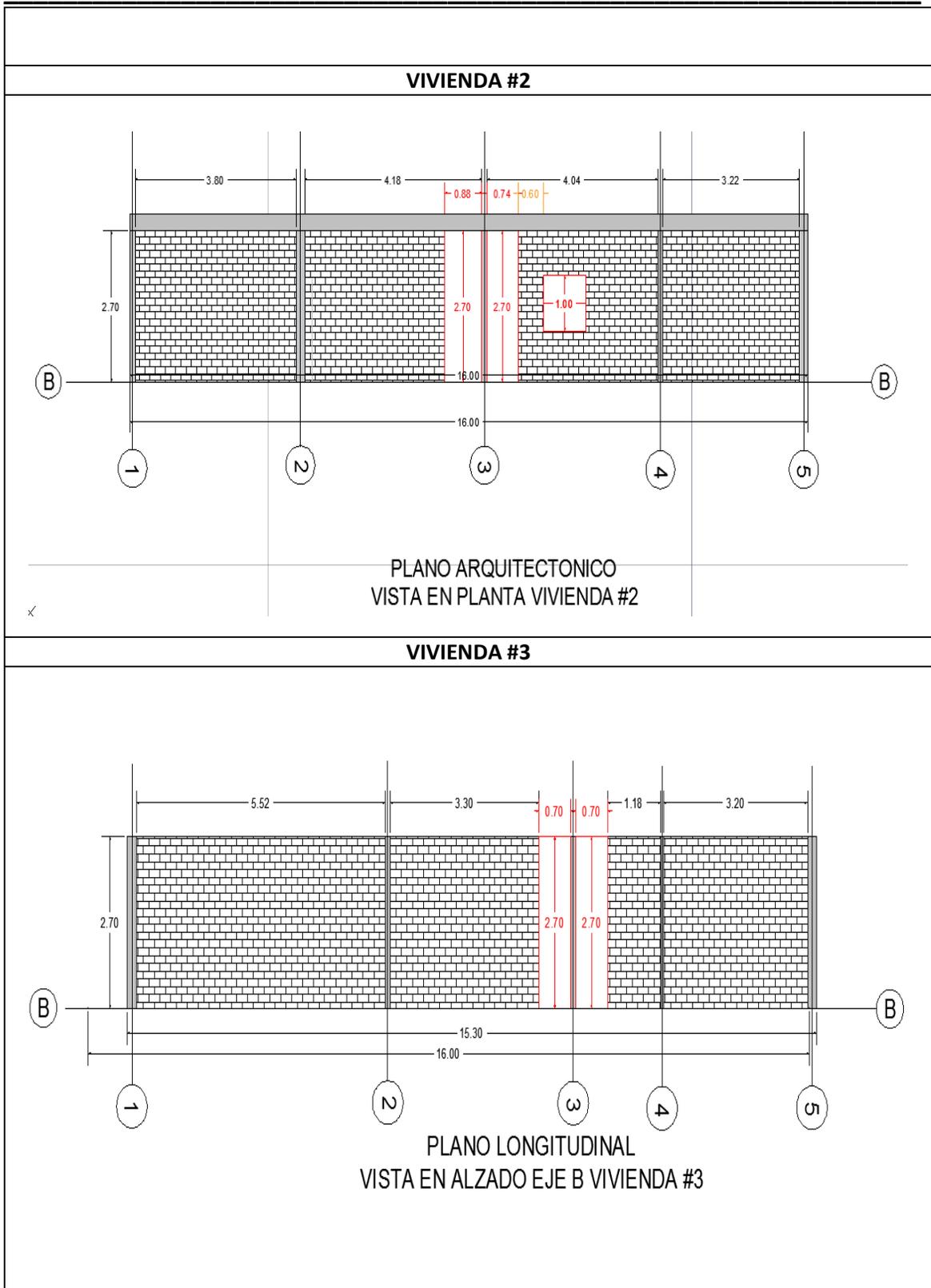
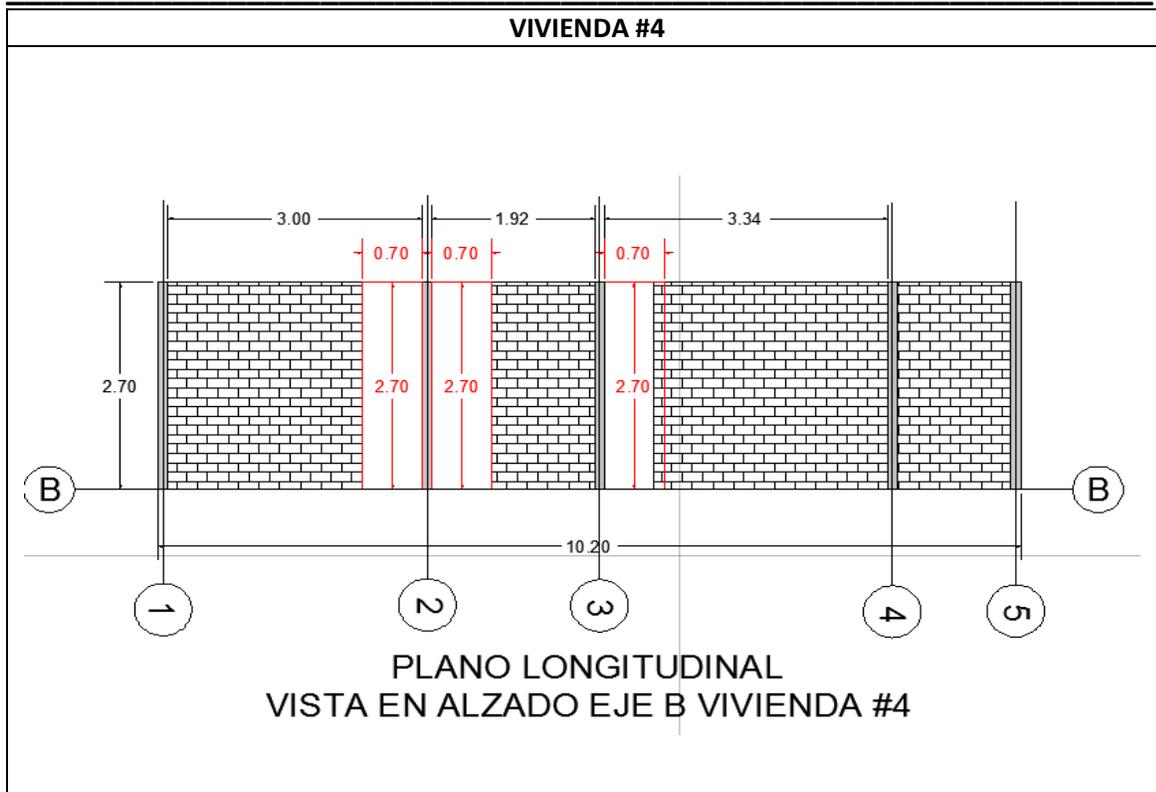


Tabla 46. Aberturas de los muros internos de las viviendas.





Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.



En la siguiente tabla se realiza la verificación del presente apartado.

Tabla 47. Verificación del cumplimiento del apartado E.3.4

<b>VERIFICACIÓN ABERTURA DE MUROS</b>									
VIVIENDA	MURO	AREA DE MURO (m <sup>2</sup> )	AREA DE LA ABERTURA (m <sup>2</sup> )	% DE ABERTURA EN EL MURO	CUMPLE / NO CUMPLE CON % DE ABERTURA DE MURO (<35%)	UBICACIÓN DE LA ABERTURA	DISTANCIA ENTRE ABERTURAS	ABERTURA REFORZADA / NO REFORZADA	CUMPLE / NO CUMPLE
1	Fachada (EJE 1 A-B)	5,5	5,5	100%	No cumple	No cumple	No cumple	Cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Fachada (EJE 1 B-C)	5,37	2,37	44%	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	EJE B 2-3	9,416	1,76	19%	Cumple	No cumple	No aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
2	Fachada (Eje 1 A-B)	7,83	3,64	46%	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**105**

	Fachada (EJE 1 B-C)	7,614	2,24	29%	Cumple	Cumple	No aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Eje B 2-3	11,232	2,376	21%	Cumple	No cumple	No aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Eje B 3-4	10,908	2,998	27%	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
3	Fachada (Eje 1 A-B)	7,695	1,2	16%	Cumple	Cumple	No aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Fachada (EJE 1 B-C)	7,695	3,08	40%	No cumple	No cumple	No aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
4	Fachada (Eje 1 A-B)	5	0,64	13%	Cumple	Cumple	no aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Fachada (EJE 1 B-C)	5	1,76	35%	No cumple	No cumple	No aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Eje B 1-2	8,1	1,89	23%	Cumple	No cumple	No aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Eje B 2-3	5,184	1,89	36%	No cumple	No cumple	no aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>
	Eje B 3-4	9,342	1,89	20%	Cumple	No cumple	no aplica	No cumple	<b>NO CUMPLE</b>

Al observar la tabla 47, se hace evidente que ninguna de las cuatro viviendas cumple con los requerimientos mencionados, puesto que se requiere que las aberturas de los muros cumplan con los cuatro parámetros establecidos en el presente apartado. De acuerdo a esto, se tiene el siguiente cuadro resumen con la evaluación del presente apartado.

Tabla 48. Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.3.4

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.3.4	Aberturas de muros	Deben ser pequeñas, bien espaciadas y no pueden estar ubicadas en las esquinas. La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 500mm. Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de los mismos		x	3		x	3		x	3		x	3

• Apartado E.5.2 Cubiertas

Según E.5.2.1 los elementos portantes de cubierta, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por lo tanto, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc., que garanticen la estabilidad del conjunto.

Según el apartado E.5.2.2 del título E de la NSR-10, las correas o elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse para que puedan transferir las cargas tanto verticales como horizontales y deben anclarse en la solera que sirve de amarre al muro confinado (viga o cinta de amarre).

En la tabla 49 se muestran las estructuras de cubierta de las cuatro viviendas, donde se evidencian sus deficiencias constructivas.

Tabla 49. Estructura de cubierta de las cuatro viviendas.

Estructura de cubierta de las cuatro viviendas.	
VIVIENDA #1	VIVIENDA #2
 <p>Apoyo sobre culata de mampostería.</p> <p>Separación aproximada de perfiles 1.2m</p> <p>No se evidencia arriostramiento.</p>	 <p>Separación aproximada de 0.9 m entre perfiles</p> <p>Perfiles apoyados sobre culata en mampostería</p> <p>No se evidencia arriostramiento</p>
<p>Se puede evidenciar que las correas se encuentran ancladas a las culatas de los muros y no mediante vigas cinta, se recomienda construir vigas cintas y anclar las correas a las mismas.</p>	<p>Se puede evidenciar que las correas se encuentran ancladas a las culatas de los muros y no mediante vigas cinta, se recomienda construir vigas cintas y anclar las correas a las mismas.</p>

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

<p>No hay arriostramiento de la estructura de la cubierta, se recomienda arriostrar las correas.</p>	<p>No hay arriostramiento de la estructura de la cubierta, se recomienda arriostrar las correas.</p>
<p><b>VIVIENDA #3</b></p>	<p><b>VIVIENDA #4</b></p>
	
<p>Se puede evidenciar que la estructura de la cubierta no es estable, puesto que las conexiones de las correas y el arriostramiento es débil y la madera se encuentra en malas condiciones.</p> <p>También se puede observar que la cubierta no se encuentra directamente anclada a los muros, tampoco existen vigas cinta.</p> <p>Se recomienda reemplazar la estructura de la cubierta con perfiles metálicos, construir vigas cinta y anclar directamente las correas a dichas vigas.</p>	<p>Se puede evidenciar que las correas se encuentran ancladas directamente sobre las culatas de los muros, no existen vigas cinta. Se recomienda construir vigas cintas y anclar las correas directamente a ellas.</p> <p>La madera de la estructura de la cubierta se encuentra en regulares condiciones, no hay arriostramiento entre correas. Se recomienda reemplazar la estructura de la cubierta con perfiles metálicos y construir vigas cinta para anclar la estructura de la cubierta.</p>

Realizando el análisis de la tabla 49 se puede concluir que las cuatro viviendas **NO CUMPLEN** con los parámetros establecidos en el presente apartado, puesto que no poseen una estructura de cubierta estable y debidamente anclada, dicho esto, se presenta el siguiente cuadro resumen.

Tabla 50. Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado E.5.2

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.5.2	Cubiertas	Deben conformar un conjunto estable para cargas laterales, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc., que garanticen la estabilidad de la cubierta.		x	3		x	3		x	3		x	3

#### 4.3.4 Identificación y evaluación del componente suelo de las viviendas.

- **Apartado Suelo**

Según el manual de Construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería brindado por la AIS se debe verificar el suelo de donde están las viviendas o donde se van a construir. En todos los casos se deben cumplir con unos requisitos mínimos, los cuales se pueden evidenciar de forma visual; dichos requisitos son los siguientes:

- Verificar el comportamiento de las casas similares en las zonas aledañas constatando que no se presenten asentamientos diferenciales, agrietamientos, pérdida de verticalidad, compresibilidad excesiva, expansibilidad de intermedia a alta, colapso, etc., de tal forma que se pueda concluir que el comportamiento de las casas similares es adecuado.

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

- b) Verificar que en el sector no haya procesos de remoción en masa, actividad minera, en recuperación o suspendida, erosión, cuerpos de aguas u otros que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de las casas.
- c) Verificar que no se sientan vibraciones cuando pasen carros cerca de las viviendas.

A continuación, en la tabla 51 se muestra el resumen de la verificación de los requisitos del presente apartado.

Tabla 51. Verificación requisitos del apartado suelo para las cuatro viviendas.

<b>Verificación requisitos del apartado suelo para las cuatro viviendas</b>				
<b>Vivienda</b>	<b>Comportamiento de casas similares aledañas buscando síntomas de un comportamiento inadecuado</b>	<b>Presencia de procesos de remoción en masa, cuerpos de agua, actividad minera, etc.</b>	<b>Verificar que no se presenten vibraciones en el suelo al pasar vehículos cerca de las viviendas</b>	<b>Cumple / No cumple</b>
Vivienda #1	No se evidencian daños en las viviendas aledañas generados por asentamientos.	NO	No se presentan vibraciones	CUMPLE
Vivienda #2	No se evidencian daños en las viviendas aledañas generados por asentamientos.	NO	No se presentan vibraciones	CUMPLE
Vivienda #3	No se evidencian daños en las viviendas aledañas generados por asentamientos.	NO	No se presentan vibraciones	CUMPLE
Vivienda #4	No se evidencian daños en las viviendas aledañas generados por asentamientos.	NO	No se presentan vibraciones	CUMPLE

De acuerdo a lo especificado en la tabla 51, se puede concluir que las cuatro viviendas **CUMPLEN** con el presente apartado, puesto que en las viviendas aledañas no hay daños ocasionados por asentamientos como tampoco hay procesos de remoción en masas u otros fenómenos que puedan afectar al suelo.

Tabla 52. Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado suelo.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE SUELO</b>														
MANUAL AIS	Suelo	Se debe verificar que el suelo sea duro por medio de verificación visual del entorno, revisando si las demás viviendas presentan hundimientos, árboles o postes inclinados, si se sienten vibraciones de vehículos al pasar cerca de la vivienda, viviendas aledañas con agrietamientos o daños generalizados, etc.	x		1	x		1	x		1	x		1

### 4.3.5 Identificación y evaluación del componente entorno de las viviendas.

#### Apartado Topografía.

Según manual de Construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería brindado por la AIS se debe verificar la topografía del entorno de la vivienda, determinando si la vivienda se encuentra en una zona inclinada o en una zona plana, y verificar de forma visual su grado de inclinación en caso de presentarlo, la forma de clasificación es la siguiente:

- Vulnerabilidad baja: la topografía donde se encuentra la vivienda es plana o muy poco inclinada.
- Vulnerabilidad media: la topografía donde se encuentra la vivienda tiene un ángulo entre 20 a 30 grados de inclinación con la horizontal.
- Vulnerabilidad alta: la topografía donde se encuentra la vivienda tiene un ángulo mayor a 30 grados de inclinación con la horizontal.

Como resultado de la verificación en campo se pudo observar que las viviendas se encuentran construidas en terrenos relativamente planos, lo cual no representa un riesgo para la integridad estructural de las mismas, por lo cual se **CUMPLE** con el presente apartado.

Tabla 53. Cuadro resumen de la evaluación del cumplimiento del apartado topografía.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE ENTORNO</b>														
MANUAL AIS	Topografía	Verificar cómo es la topografía del entorno, definiendo si la vivienda se encuentra en un entorno plano o inclinado y determinando su ángulo de inclinación en caso de estarlo, desde 0° a 30° para determinar su grado de vulnerabilidad.	x		1	x		1	x		1	x		1

#### 4.3.6 Determinación de la calificación global del grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas.

Una vez verificados y evaluados todos los apartados del título E de la NSR-10 de la tabla 2, se procede a determinar la calificación global del grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas, como se muestra en la tabla 4 mediante el método establecido en el Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería, por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. A continuación, se muestra el resultado de la evaluación y calificación de cada apartado para las cuatro viviendas.

Tabla 54. Resultado de la evaluación y calificación de los apartados del título E de la NSR-10 para las cuatro viviendas.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MINIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
N.V= Nivel de vulnerabilidad														
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>														
E.1.3.2	Disposición de muros estructurales	Es necesaria la colocación de muros en dos direcciones ortogonales. La longitud de los muros en las dos direcciones	x		3	x		3	x		3	x		3



**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

		transmisión de cargas al suelo de forma equilibrada, una viga de cimentación para cada muro estructural.												
E.2.1.5	<b>Configuración en planta</b>	Si uno de los anillos del sistema de cimentación tiene una relación largo sobre ancho mayor que dos, o si sus dimensiones interiores son mayores a 4,0 m, debe construirse una viga intermedia de cimentación, así no sirva de apoyo a ningún muro, en cuyo caso sus dimensiones mínimas pueden reducirse a 200 mm por 200 mm.	X	3		X	3		X	3	X		1	
E.2.2	<b>Estructuración de los cimientos</b>	Tabla de valores mínimos para dimensiones de cimentaciones, en el caso del presente proyecto, anchura 300mm, altura 300mm, acero mínimo 4#4 o #2 a 200mm, y con acero para anclaje de muros #3	X	1	X		1	X		1	X		1	
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.3.5	<b>Espesor de muros</b>	De acuerdo a lo especificado en la tabla E.3.5-1 del título E	X	1	X		1	X		1	X		1	
E.3.6.4	<b>Longitud mínima de muros confinados</b>	Para que la edificación tenga una adecuada capacidad para disipar energía es necesario que los muros confinados tengan una longitud mínima en cada una de las direcciones principales en planta, la localización debe darse buscando la mejor simetría y la mejor rigidez torsional de la edificación. Se debe realizar un reparto uniforme de la responsabilidad para resistir las fuerzas sísmicas, por lo cual los muros que están en la misma dirección deben tener longitudes similares. La longitud mínima va dada por la ecuación E.3.6-1	X	3		X	3		X	3		X	3	
E.3.6.6	<b>Distribución simétrica de muros</b>	De acuerdo a lo establecido en la ecuación E.3.6-2 del título E	X	3		X	3		X	3		X	3	

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

E.4.2	Materiales	Las especificaciones mínimas de concreto en elementos de confinamiento deben ser igual o mayor a 17,5Mpa a 28 días, y del acero de refuerzo no se puede tener un límite de fluencia menor a 240 Mpa.	X	1	X	1	X	1	X	1	X	1
E.4.3	Columnas de confinamiento	Deben ir ancladas a la cimentación y rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. La sección transversal debe tener un área mínima de 200cm <sup>2</sup> . Deben colocarse en los extremos de los muros estructurales, en intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, o 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento, o 4m. El refuerzo mínimo longitudinal no debe ser menor de 4 barras #3 o 3 barras #4. El refuerzo transversal debe consistir en estribos cerrados de diámetro mínimo #2 espaciados a cada 200mm. Los primeros 6 estribos deben ir espaciados a 100mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.	X	3	X	3	X	3	X	3	X	3
E.4.4	Vigas de confinamiento	Deben ir ancladas en los extremos terminales con ganchos de 90° y vaciadas directamente sobre los muros estructurales que confinan. El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200cm <sup>2</sup> . Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando así los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta. Las vigas deben ir ubicadas en la cimentación, en el entrepiso en casas de dos	X	3	X	3	X	3	X	3	X	3



Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

MANUAL AIS	Topografía	Verificar cómo es la topografía del entorno, definiendo si la vivienda se encuentra en un entorno plano o inclinado y determinando su ángulo de inclinación en caso de estarlo, desde 0° a 30° para determinar su grado de vulnerabilidad.	X		1	X		1	X		1	X		1	X		1

A continuación, se procede a determinar la calificación global del grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas.

Tabla 55. Determinación de la calificación global del grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas.

TABLA RESUMEN PARA DETERMINAR LA CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS																		
COMPONENTES A EVALUAR		CALIFICACIÓN DE COMPONENTES (A)				CALIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE CADA COMPONENTE (B)= PROMEDIO (A)				FACTORES DE PONDERACIÓN RELATIVA (C)				VULNERABILIDAD PONDERADA (D)= (B)*(C)				
Apartado	Título	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4	CASA #1	CASA #2	CASA #3	CASA #4	
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>																		
E.1.3.2	Disposición de muros estructurales	3	3	3	3	3	3	3	3	20%	0,5	0,5	0,5	0,5				
E.1.3.3	Simetría	1	1	1	1													
E.1.3.4	Integridad estructural	3	3	3	3													
E.1.3.4.3	Juntas Sísmicas	3	3	3	3													
<b>COMPONENTE CIMENTACIÓN</b>																		
E.2.1.4	Sistema de cimentación	1	1	1	1	2	2	2	1	10%	0,167	0,2	0,2	0,1				
E.2.1.5	Configuración en planta	3	3	3	1													
E.2.2	Estructuración de los cimientos	1	1	1	1													
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>																		
E.3.5	Espesor de muros	1	1	1	1	2	2	2	2	30%	0,7	0,7	0,7	0,7				

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

E.3.6.4	Longitud mínima de muros confinados	3	3	3	3										
E.3.6.6	Distribución simétrica de muros	3	3	3	3										
E.4.2	Materiales	1	1	1	1										
E.4.3	Columnas de confinamiento	3	3	3	3										
E.4.4	Vigas de confinamiento	3	3	3	3										
<b>COMPONENTE CONSTRUCTIVO</b>															
E.3.2	Unidades de mampostería	1	1	1	1										
E.3.4	Aberturas en los muros	3	3	3	3	2	2	2	2	20%	0,467	0,467	0,467	0,467	
E.5.2	Cubiertas	3	3	3	3										
<b>COMPONENTE SUELO</b>															
MANUAL AIS	Suelos	1	1	1	1	1	1	1	1	10%	0,1	0,1	0,1	0,1	
<b>COMPONENTE ENTORNO</b>															
MANUAL AIS	Topografía	1	1	1	1	1	1	1	1	10%	0,1	0,1	0,1	0,1	
<b>CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA (Sumatoria (D) de cada componente)</b>											<b>2,0</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0</b>	

---

## Capítulo 5

### Recomendaciones y propuesta reforzamiento.

En el presente capítulo se describe la propuesta de reforzamiento para cada una de las viviendas, verificando que cumplan con la normatividad sísmica vigente (NSR-10), subsanando la mayoría de parámetros de la norma que se incumplen, esto de acuerdo a la evaluación del grado de vulnerabilidad realizada en el capítulo anterior y resumida en la tabla 55 para cada apartado de las viviendas en estudio. El propósito del presente capítulo es realizar una propuesta que permita reducir el grado de vulnerabilidad sísmica para cada vivienda resguardando la vida de sus habitantes al tener una vivienda segura.

Los planos de propuesta de reforzamiento se adjuntan como anexo al trabajo y se entregan a los propietarios de las viviendas con la finalidad de tener una vivienda segura y proteger la vida de sus ocupantes frente a la posible acción de un sismo.

#### 5.1 Propuesta de reforzamiento vivienda #1.

Para realizar la propuesta de reforzamiento de la vivienda #1 se procederá a verificar los apartados que no cumplen con la NSR-10 y el Manual de la AIS según la tabla 55, y a partir de dicha verificación se efectuara la propuesta de reforzamiento dibujando los planos de la vivienda que cumpla con la normatividad y que así mismo disminuya el grado de vulnerabilidad sísmica.

##### 5.1.1 Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales.

Según la tabla 55, la vivienda #1 no cumple con el presente apartado, esto debido a que ninguno de los muros de la vivienda se encuentra totalmente confinado, ya que no poseen vigas de amarre y tampoco vigas cinta que rematen la cubierta, por lo cual se propone la construcción de vigas de amarre y vigas cinta en la vivienda que permitan la continuidad de los muros estructurales desde la cimentación hasta la cubierta, como también la construcción de muros estructurales en el sentido X que permitan tener una longitud total de muros estructurales similar en ambos sentidos.

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

**119**

Tabla 56. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido X para la vivienda #1.

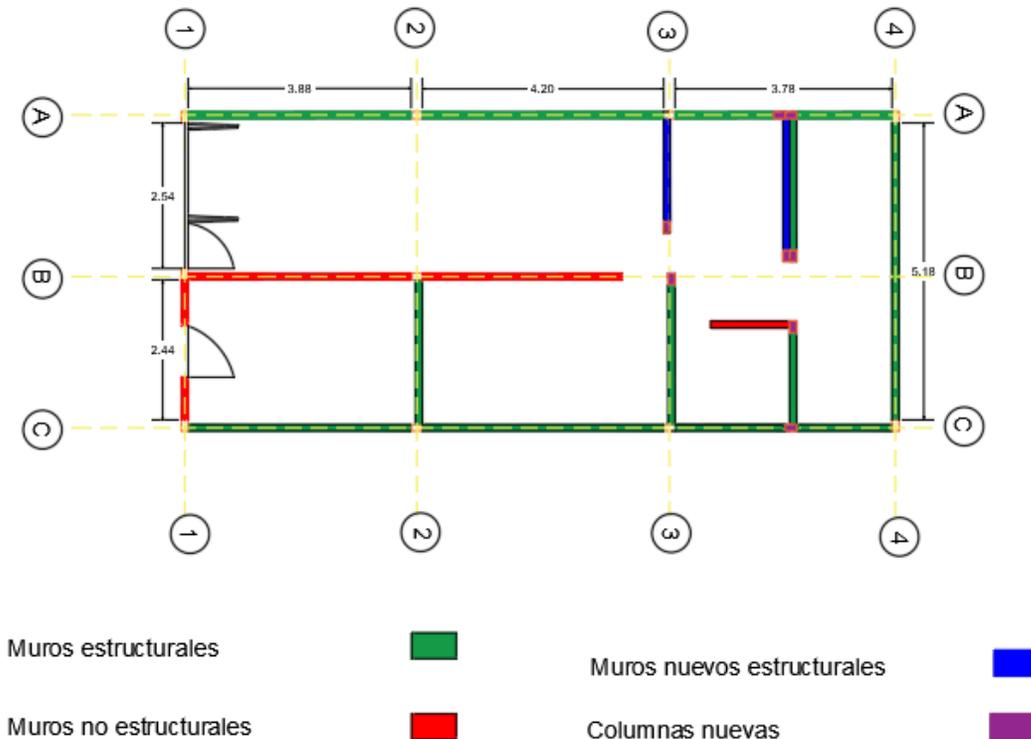
<b>Clasificación de muros en el Sentido X para la vivienda #1</b>			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
No estructural	Muro 1 A-B	2.42	Debido a las aberturas en los muros se dejan como muros no estructurales
No estructural	Muro 1 B-C	2.52	
Estructural	Muro 2 B-C	2.44	Se propone construir viga cinta y columnas de confinamiento que permitan garantizar la continuidad vertical del confinamiento de los muros desde la cimentación hasta la cubierta.
Estructural	Muro 3 B-C	2.44	
Estructural	Muro 4 A-C	5.18	
Estructural	Muro (3-4) A-B	2.54	
Estructural	Muro (3-4) B-C	1.80	
Muro nuevo Estructural	Muro 3 A-B	2.1	
Muro nuevo Estructural	Muro (3-4) A-B'	2.54	Se propone construir este muro junto al muro 2 B-C, formando un muro doble que permita aumentar la longitud de muros estructurales en el sentido X.
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>19.10</b>	

Tabla 57. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido Y para la vivienda #1.

<b>Clasificación de muros en el Sentido Y para la vivienda #1</b>			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
Estructural	Muro A 1-2	3,88	Se propone construir viga cinta y columnas de confinamiento que permitan garantizar la continuidad vertical del confinamiento de los muros desde la cimentación hasta la cubierta.
Estructural	Muro A 2-3	4,2	
Estructural	Muro A 3-4	3,81	
No estructural	Muro B 1-2	3,88	Se propone construir viga de amarre y columna de confinamiento.
No estructural	Muro B 2-3	3,48	
Estructural	Muro C 1-2	3,88	Se propone construir viga cinta y columnas de confinamiento que permita garantizar la continuidad vertical del confinamiento de los muros desde la cimentación hasta la cubierta.
Estructural	Muro C 2-3	4,2	
Estructural	Muro C 3-4	3,81	
No estructural	Muro (B-C) 3-4	1,5	Se decide dejar tal cual como muro no estructural.
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>23.78</b>	

De acuerdo a lo propuesto en las tablas 56 y 57, se puede observar que la longitud total de muros confinados en el sentido X (19.10 m) y en el sentido Y (23.78 m) son similares, lo cual significa que la vivienda #1 estaría cumpliendo con el presente apartado. A continuación, se muestra el plano de la vivienda con la propuesta de reforzamiento realizada.

Figura 7. Plano de propuesta de reforzamiento de la vivienda #1 según el apartado E.1.3.2.



De acuerdo a la propuesta de reforzamiento presentada, se puede observar que la vivienda #1 **CUMPLE** con los parámetros del presente apartado.

### 5.1.2 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.

Como se mencionaba anteriormente, la vivienda #1 no cumple este apartado ya que no cuenta con muros estructurales. De acuerdo a esto, la propuesta de reforzamiento presentada para el apartado E.1.32 subsana la falencia de continuidad vertical del presente apartado, ya que la vivienda pasaría a tener muros estructurales confinados totalmente desde la cimentación hasta la cubierta, por lo cual la vivienda #1 **CUMPLE** con el apartado E.1.3.4.

### 5.1.3 Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.

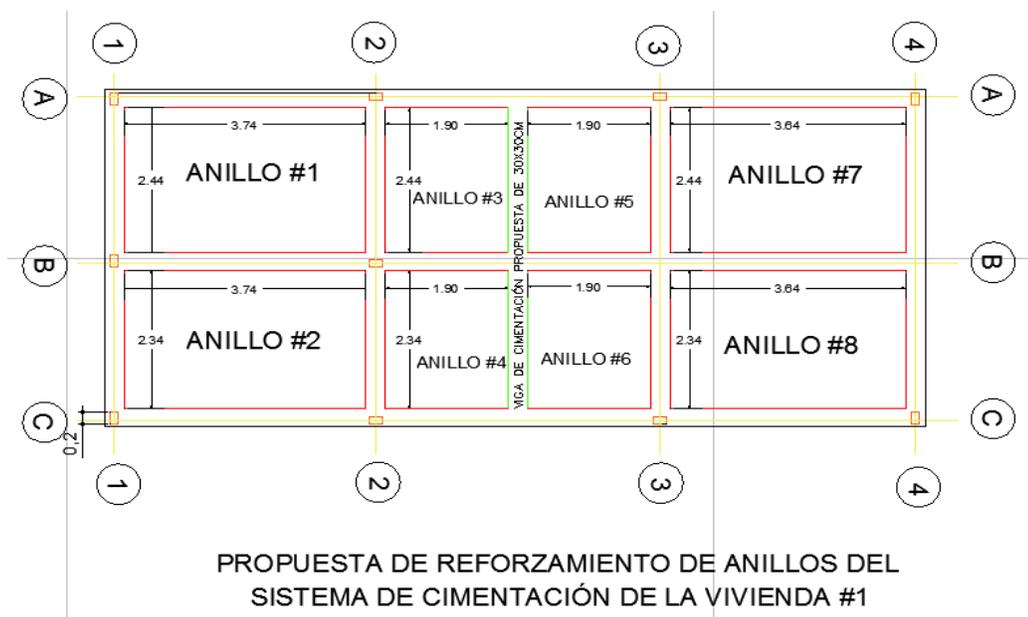
El presente apartado no puede ser subsanado, esto debido a que la vivienda se encuentra construida contigua a otras casas, las cuales comparten muros y no es posible ni viable realizar una separación entre las mismas. Teniendo en cuenta lo anterior, se decide que la vivienda **NO CUMPLE** con el presente apartado.

### 5.1.4 Propuesta de reforzamiento apartado E.2.1.5 Configuración en planta cimentación.

La vivienda #1 no cumple con el presente apartado, puesto que en la evaluación del cumplimiento se evidencio que dos de los anillos de cimentación supera la relación largo/ancho de 2, como también la longitud máxima interna de 4m, tal como se muestra en la tabla 26.

Se presente la propuesta de reforzamiento para la cimentación, la cual consiste en la construcción de una viga intermedia en los anillos #3 y #4, de igual dimensión a las existentes (30x30 cm), logrando así reducir la relación L/A y cumpliendo con la dimensión máxima permitida.

A continuación, se presenta la propuesta de reforzamiento para la cimentación de la vivienda #1.



Teniendo en cuenta la propuesta de construcción de una viga intermedia de cimentación, se procede a verificar el cumplimiento del presente apartado.

Tabla 58. Verificación del cumplimiento del apartado E.2.1.5 de la vivienda #1 según propuesta de reforzamiento.

Verificación de la configuración en planta del sistema de cimentación de las cuatro viviendas						
	Anillo de cimentación	Largo (m)	Ancho (m)	Relación (L/A)	Longitud máxima (m)	Cumple
Vivienda #1	Anillo #1	3,74	2,44	1,53	4,0	SI
	Anillo #2	3,74	2,34	1,59	4,0	SI
	Anillo #3	1.9	2,44	0.77	4,0	SI
	Anillo #4	1.9	2,34	0.77	4,0	SI
	Anillo #5	3,64	2,44	1,49	4,0	SI
	Anillo #6	3,64	2,34	1,55	4,0	SI

Como se puede observar en la tabla 54, según la propuesta de reforzamiento para la cimentación se tiene que la vivienda #1 **CUMPLE** con el presente apartado.

### 5.1.5 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados.

Con la propuesta de reforzamiento planteada en el apartado E.1.3.2 del presente capítulo, se procede a verificar el cumplimiento del presente apartado.

Tabla 59. Coeficiente  $M_0$  para longitud mínima de muros estructurales confinados.

Zona de Amenaza Sísmica	Valores $A_a$	Valores $M_0$
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

(\*) Los valores de  $A_a$  dependen de la zona sísmica en donde se construye el proyecto. Para ello consultar el mapa de la figura A.2.3.2 y la tabla A.2.3-2.

---

Se desarrolla la ecuación E.3.6.1 del título E de la NSR-10.

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

Donde:

Mo: 21 (obtenido de la figura 16)

Ap: 5.58 m x 12.50 m = 69.75 m<sup>2</sup> \* 2/3 = 46.50 m<sup>2</sup> (se multiplica el área por 2/3 ya que tiene cubierta liviana)

T= 120 mm (espesor del muro).

Entonces tenemos:

$$L_{min} = \frac{21 * 46.50m^2}{120mm}$$

$$L_{min} = \mathbf{8.13\ m}$$

Se puede evidenciar que la vivienda #1 **CUMPLE** con el presente apartado, puesto que en la propuesta de reforzamiento se observa que la cantidad de muros estructurales en ambos sentidos es mayor a la mínima requerida según la ecuación realizada, teniendo para la dirección X= 19.10 m, y para la dirección Y= 23.78 m.

### 5.1.6 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros.

Se verifica la simetría de muros estructurales en la dirección X con respecto a la propuesta de reforzamiento mostrada en el apartado E.1.3.2.

Tabla 60. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido X para la vivienda #1 según propuesta de reforzamiento.

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

124

---

No.	Lmi	b	Lmi*b
1	2.44	4.08	9.95
2	2.10	8.40	15.12
3	2.44	8.48	20.69
4	2.54	10.48	26.61
5	2.54	10.60	26.92
6	1.80	10.60	16.96
7	5.18	12.38	64.12
$\Sigma$	<b>19.10</b>		<b>153.68</b>

$$\left| \frac{\left[ \frac{\sum(L_{mi} b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 18.54$$

$$\sum L_{mib} = 153.68$$

$B = 12.5 \text{ m}$  (longitud total vivienda en sentido Y)

$$\frac{\left| \frac{153.68}{19.10} - \frac{12.5}{2} \right|}{12.5} = 0,14 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

125

Tabla 61. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido Y para la vivienda #1 según propuesta de reforzamiento.

No.	L <sub>mi</sub>	b	L <sub>mi</sub> *b
1	3.88	0.00	0.00
2	4.20	0.00	0.00
3	1.72	0.00	0.00
4	1.66	0.00	0.00
5	3.88	5.46	21.18
6	4.20	5.46	22.93
7	1.72	5.46	9.39
8	1.66	5.46	9.06
Σ	22.92		62.56

$$\left| \frac{\frac{\sum(L_{mi} b) - \frac{B}{2}}{\sum L_{mi}}}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 22.92$$

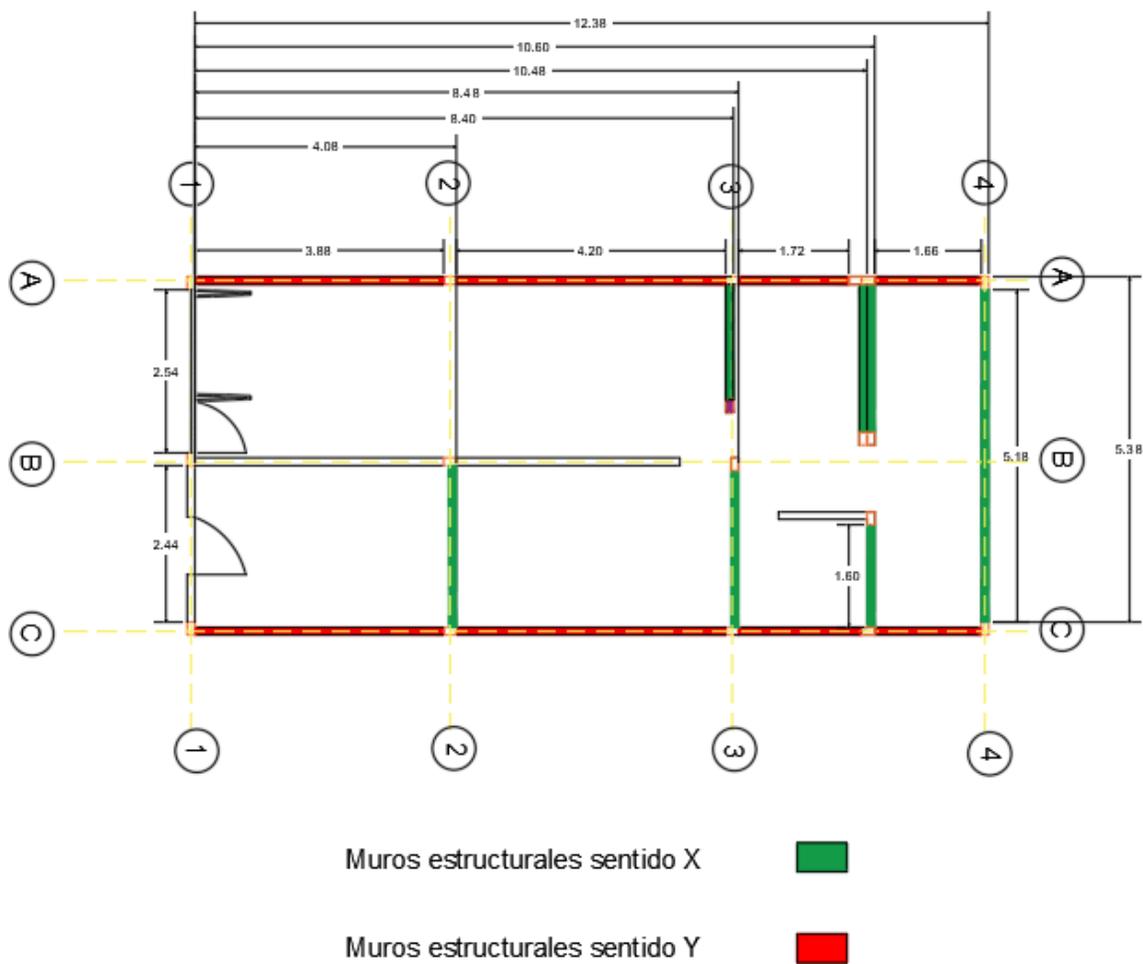
$$\sum L_{mib} = 62.56$$

$B = 5.58 \text{ m}$  (longitud total vivienda en sentido X)

$$\frac{\left| \frac{62.56}{22.92} - \frac{5.58}{2} \right|}{5.58} = 0,01 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Como resultado de la verificación del presente apartado, se tiene que la vivienda #1 **CUMPLE** con el parámetro de simetría de muros estructurales con respecto a la propuesta de reforzamiento planteada, por lo cual se da por subsanada esta falencia de diseño.

Figura 8. Verificación simetría de muros estructurales en ambos sentidos de la vivienda #1 según propuesta de reforzamiento.



### 5.1.7 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.

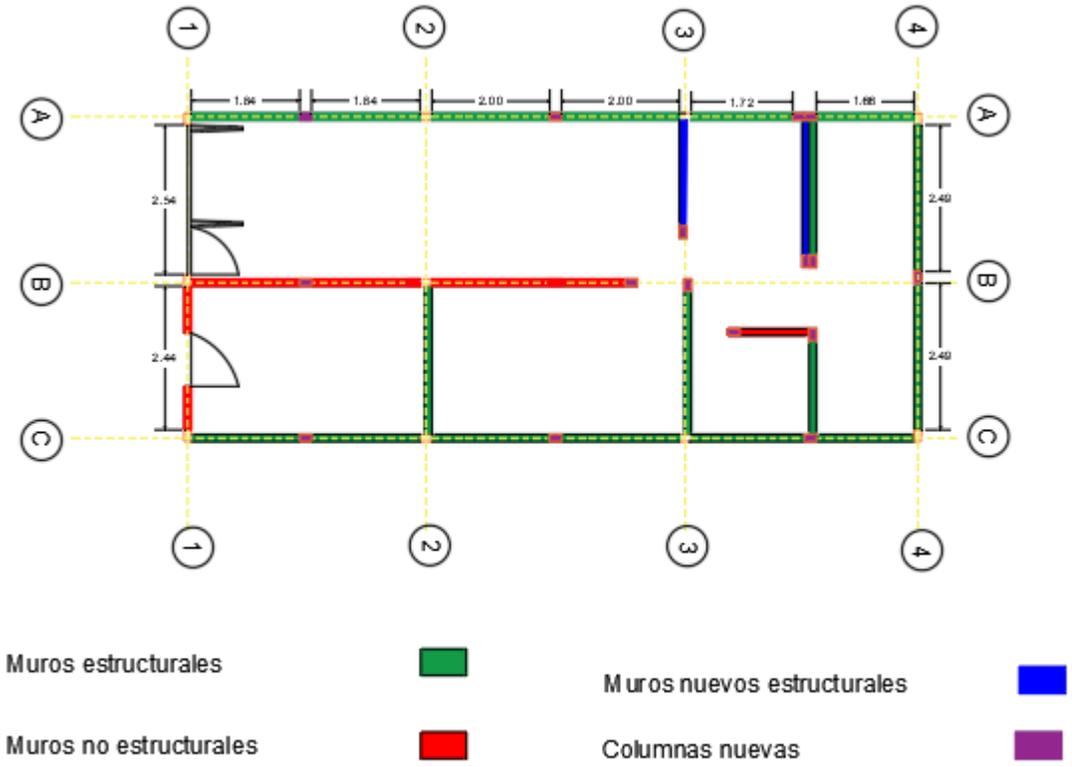
De acuerdo a la verificación del cumplimiento del presente apartado realizado anteriormente, la vivienda #1 no cumple con los parámetros establecidos por la NSR-10, ya que se observa que a pesar de que las dimensiones de las columnas cumplen con las mínimas requeridas según la norma, se tiene que el espaciamiento entre las columnas A1-A2, A2-A3, C2-C3, A3-A4, C3-C4, B1-B2 y A4-C4 no cumplen con el máximo permitido (3.45 m), tal como se muestra en la tabla 34.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a modificar la propuesta de reforzamiento presentada para el apartado E.1.3.2, añadiendo columnas intermedias donde no se cumple con el espaciamiento máximo permitido, quedando la distribución de columnas de la siguiente manera:

Tabla 62. Distribución de columnas de la vivienda #1 según propuesta de reforzamiento.

Distribución de columnas de la vivienda #1 según propuesta de reforzamiento.				
	Columnas	Distancia (m)	Distancia máxima permitida (m)	Cumple
Vivienda #1	A1-A1'	1.84	3,45	SI
	A1'-A2	1.84	3,45	SI
	C1-C1'	1.84	3,45	SI
	C1'-C2	1.84	3,45	SI
	A2-A2'	2.00	3,45	SI
	A2'-A3	2.00	3,45	SI
	C2-C2'	2.00	3,45	SI
	C2'-C3	2.00	3,45	SI
	A3-A3'	1.72	3,45	SI
	A3'-A4	1.66	3,45	SI
	C3-C3'	1.72	3,45	SI
	C3'-C4	1.72	3,45	SI
	A1-B1	2,54	3,45	SI
	B1-C1	2,44	3,45	SI
	B1-B1'	1.84	3,45	SI
	B1'-B2	1.84	3,45	SI
	A4-B4	2.49	3,45	SI
	B4-C4	2.49	3,45	SI

Figura 9. Diseño de propuesta de reforzamiento para la vivienda #1 según verificación del apartado E.4.3



Según la propuesta de reforzamiento realizada en el presente apartado, se tiene que la vivienda #1 **CUMPLE** con los parámetros de columnas de confinamiento, subsanando esta falencia de diseño.

### 5.1.8 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.

Con el diseño de propuesta de reforzamiento presentado en el apartado E.1.3.2, se estaría subsanando las falencias de diseño estructural de la vivienda referente a las vigas de confinamiento, ya que se está proponiendo construir vigas cinta en los muros de la vivienda, garantizando la continuidad vertical de los muros estructurales. De acuerdo a esto, la vivienda #1 **CUMPLE** con el presente apartado.

### 5.1.9 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.

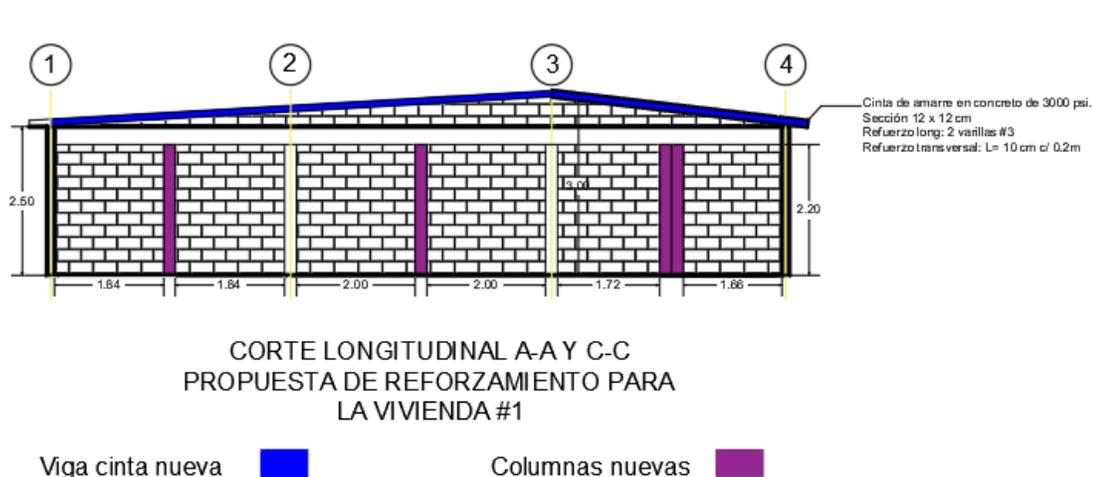
El presente apartado no se puede subsanar, puesto que las dimensiones y áreas de las aberturas son mayores a las máximas permitidas por la norma, y tampoco se pretende reducir dichas aberturas ya que comprenden ventanas y puertas de acceso para la vivienda, por lo cual la vivienda #1 **NO CUMPLE** con el siguiente apartado.

### 5.1.10 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas.

De acuerdo a la verificación del cumplimiento del apartado en mención en el capítulo 4, se pudo determinar que la vivienda #1 no cumple con los requerimientos del mismo, ya que la estructura de cubierta existente no se encuentra debidamente anclada a los muros de carga, para lo cual se presenta una propuesta de reforzamiento que consiste en la construcción de vigas cintas en concreto reforzado de dimensión 12x12 cm, las cuales rematan las culatas y anclan las correas de la estructura de la cubierta, permitiendo que haya continuidad vertical de cargas desde la cubierta hasta la cimentación.

Con la propuesta de reforzamiento descrita anteriormente, se tiene que la vivienda #1 **CUMPLE** con el parámetro E.5.2 Cubiertas, a continuación, se presenta el plano de diseño de cubierta propuesto.

Figura 10. Propuesta de reforzamiento para cubierta de la vivienda #1.



## 5.2 Propuesta de reforzamiento vivienda #2.

### 5.2.1 Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales.

Según la tabla 55, la vivienda #2 no cumple con el presente apartado, esto debido a que ninguno de los muros de la vivienda se encuentra totalmente confinados, ya que no poseen vigas de amarre y tampoco vigas cinta que rematen la cubierta, por lo cual se propone la construcción de vigas de amarre y vigas cinta en la vivienda que permitan la continuidad de los muros estructurales desde la cimentación hasta la cubierta, como también la construcción de muros estructurales en el sentido X que permitan tener una longitud total de muros estructurales similar en ambos sentidos.

Tabla 63. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido X para la vivienda #2.

Clasificación de muros en el Sentido X para la vivienda #2			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
No estructural	Muro 1 A-B	2,7	Se decide dejar estos muros como no estructurales, ya que las aberturas de los muros superan el área máxima permitida.
No estructural	Muro 1 B-C	2,7	
Estructural	Muro 2 B-C	2,7	Se propone construir viga cinta en concreto reforzado de dimensión 12x12 cm, también terminar de confinar totalmente los muros con vigas de amarre y columnas en los extremos que carecen de las mismas.
Estructural	Muro 3 A-B	2,5	
Estructural	Muro 3 B-C	2,0	
Estructural	Muro 4 A-B	2,58	
No estructural	Muro (3-4) B-C	1,92	Se decide dejar estos muros como no estructurales.
No estructural	Muro 4 B-C	2,0	
Estructural	Muro 5 A-B	2,7	Se propone construir viga cinta en concreto reforzado de dimensión 12x12 cm, también terminar de confinar totalmente los muros con vigas de amarre y columnas en los extremos que carecen de las mismas.
Estructural	Muro 5 B-C	2,7	
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>15.18</b>	

Tabla 64. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido Y para la vivienda #2.

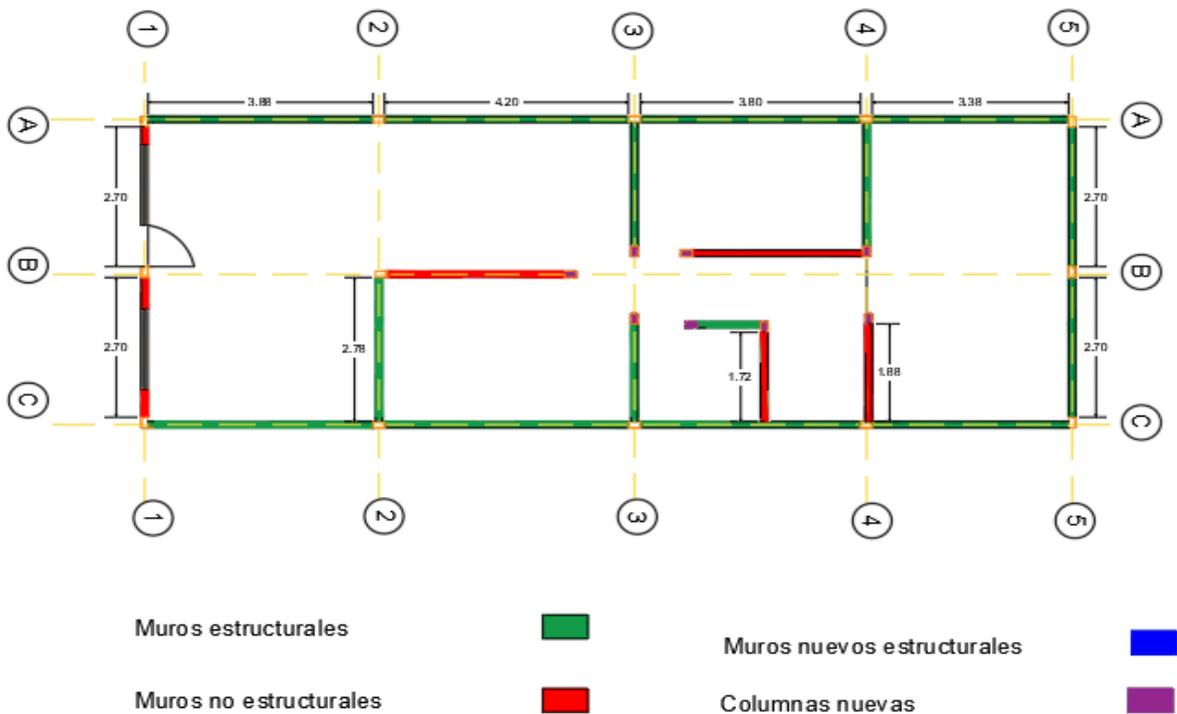
Clasificación de muros en el Sentido Y para la vivienda #2			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
Estructural	Muro A 1-2	3,8	Se propone construir viga cinta en concreto reforzado de dimensión 12x12 cm, también terminar de confinar
Estructural	Muro A 2-3	4,2	
Estructural	Muro A 3-4	3,8	

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

Estructural	Muro A 4-5	3,3	totalmente los muros con vigas de amarre y columnas en los extremos que carecen de las mismas.
Estructural	Muro (B-C) 3-4	1,42	
Estructural	Muro C 1-2	3,8	
Estructural	Muro C 2-3	4,2	
Estructural	Muro C 3-4	3,8	
Estructural	Muro C 4-5	3,3	
No estructural	Muro B 2-3	3,3	Se decide dejar como no estructurales para mantener una longitud similar en el sentido X
No estructural	Muro B 3-4	3,14	
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>16.84</b>	

De acuerdo a lo propuesto en las tablas 63 y 64, se puede observar que la longitud total de muros confinados en el sentido X (15.18 m) y en el sentido Y (16.84 m) son similares, lo cual significa que la vivienda #2 estaría cumpliendo con el presente apartado. A continuación, se muestra el plano de la vivienda con la propuesta de reforzamiento realizada.

Figura 11. Plano de propuesta de reforzamiento de la vivienda #2 según el apartado 1.3.2 de la tabla 55.



---

De acuerdo a la propuesta de reforzamiento presentada, se puede observar que la vivienda #2 **CUMPLE** con los parámetros del presente apartado.

### **5.2.2 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.**

La propuesta de reforzamiento presentada para el apartado E.1.3.2 subsana la falencia de continuidad vertical del presente apartado, ya que la vivienda pasaría a tener muros estructurales confinados totalmente desde la cimentación hasta la cubierta, por lo cual la vivienda #2 **CUMPLE** con el apartado E.1.3.4.

### **5.2.3 Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.**

El presente apartado no puede ser subsanado, esto debido a que la vivienda se encuentra construida contigua a otras casas, las cuales comparten muros y no es posible ni viable realizar una separación entre las mismas. Teniendo en cuenta lo anterior, se decide que la vivienda **NO CUMPLE** con el presente apartado.

### **5.2.4 Propuesta de reforzamiento apartado E.2.1.5 Configuración en planta cimentación.**

Según la tabla 55, la vivienda #2 no cumple con el presente apartado, puesto que en la evaluación del cumplimiento se evidencio que dos de los anillos de cimentación supera la relación largo/ancho de 2, como también la longitud máxima interna de 4m, tal como se muestra en la tabla 26.

De acuerdo a la tabla anterior, se presenta la propuesta de reforzamiento para la cimentación, la cual consiste en la construcción de una viga intermedia en los anillos #3 y #4, de igual dimensión a las existentes (30x30 cm), logrando así reducir la relación L/A y cumpliendo con la dimensión máxima permitida.

A continuación, se presenta la propuesta de reforzamiento para la cimentación de la vivienda #2.



Teniendo en cuenta la propuesta de construcción de una viga intermedia de cimentación, se procede a verificar el cumplimiento del presente apartado.

Tabla 65. Verificación del cumplimiento del apartado E.2.1.5 de la vivienda #2 según propuesta de reforzamiento.

Verificación de la configuración en planta del sistema de cimentación de la vivienda #2						
	Anillo de cimentación	Largo (m)	Ancho (m)	Relación (L/A)	Longitud máxima (m)	Cumple
Vivienda #2	Anillo #1	3,7	2,6	1,42	4	SI
	Anillo #2	3,7	2,6	1,42	4	SI
	Anillo #3	1,9	2,6	0,73	4	SI
	Anillo #4	1,9	2,6	0,73	4	SI
	Anillo #5	1,9	2,6	0,73	4	SI
	Anillo #6	1,9	2,6	0,73	4	SI
	Anillo #7	3,7	2,6	1,42	4	SI
	Anillo #8	3,7	2,6	1,42	4	SI
	Anillo #9	3,2	2,6	1,23	4	SI
	Anillo #10	3,2	2,6	1,23	4	SI

Como se puede observar en la tabla 65, según la propuesta de reforzamiento para la cimentación se tiene que la vivienda #2 **CUMPLE** con el presente apartado.

### 5.2.5 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados.

Se procede a verificar el cumplimiento del presente apartado de acuerdo a la propuesta de reforzamiento presentada en el apartado E.1.3.2.

Se procede a desarrollar la ecuación E.3.6.1 del título E de la NSR-10

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

Donde:

M<sub>o</sub>: 21 (obtenido de la figura 16)

A<sub>p</sub>: 6.00 m x 16.10 m = 96.60 m<sup>2</sup> \* 2/3 = 64.4 m<sup>2</sup> (se multiplica el área por 2/3 ya que tiene cubierta liviana)

T= 120 mm (espesor del muro).

Entonces se tiene:

$$L_{min} = \frac{21 * 64.4m^2}{120mm}$$

$$L_{min} = \mathbf{11.27\ m}$$

Se puede evidenciar que la vivienda #2 **CUMPLE** con el presente apartado, puesto que en la propuesta de reforzamiento del apartado E.1.3.2 se observa que la cantidad de muros estructurales en ambos sentidos es mayor a la mínima requerida según la ecuación realizada, teniendo para la dirección X= 19.10 m, y para la dirección Y= 16.78 m.

### 5.2.6 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros.

Se verifica la simetría de muros estructurales en la dirección X con respecto a la propuesta de reforzamiento mostrada en el apartado E.1.3.2.

Tabla 66. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido X para la vivienda #2 según propuesta de reforzamiento.

No.	L <sub>mi</sub>	b	L <sub>mi</sub> *b
1	2.78	4.04	11.23
2	2.38	8.40	19.99
3	1.88	8.40	15.79
4	2.38	10.68	25.41
5	2.70	15.98	43.14
6	2.70	15.98	43.14
<b>Σ</b>	<b>15.18</b>		<b>158.7</b>

$$\left| \frac{\left[ \frac{\sum (L_{mi} b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 15.18$$

$$\sum L_{mib} = 158.7$$

$B = 16.10 \text{ m}$  (longitud total vivienda en sentido Y)

$$\frac{\left| \frac{158.7}{15.18} - \frac{16.10}{2} \right|}{16.10} = 0,14 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Tabla 67. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido Y para la vivienda #2 según propuesta de reforzamiento.

No.	L <sub>mi</sub>	b	L <sub>mi</sub> *b
1	3.88	0.00	0.00
2	4.20	0.00	0.00
3	1.72	0.00	0.00
4	1.66	0.00	0.00
5	1.72	5.46	9.39
6	1.66	5.46	9.06
<b>Σ</b>	<b>14.84</b>		<b>62.56</b>

$$\left| \frac{\left[ \frac{\sum(L_{mi} b) - B}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 22.92$$

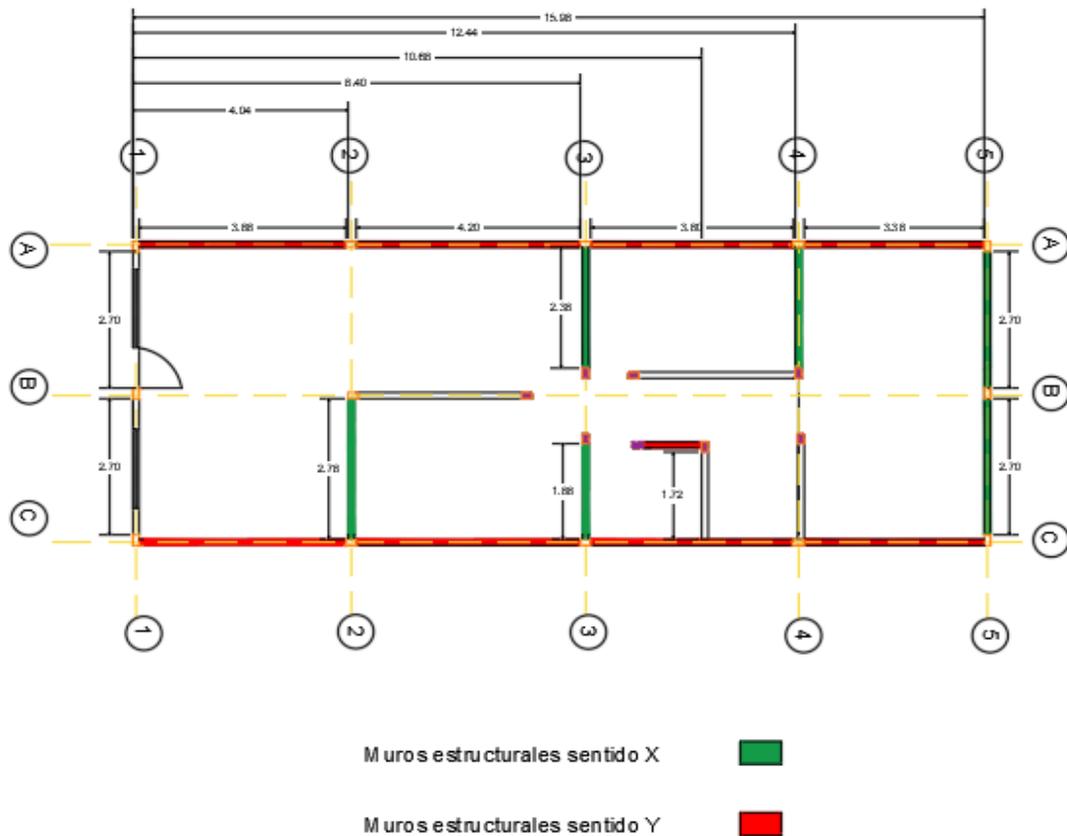
$$\sum L_{mib} = 62.56$$

$$B = 5.58 \text{ m (longitud total vivienda en sentido X)}$$

$$\left| \frac{\frac{62.56}{22.92} - \frac{5.58}{2}}{5.58} \right| = 0,01 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Como resultado de la verificación del presente apartado, se tiene que la vivienda #2 **CUMPLE** con el parámetro de simetría de muros estructurales con respecto a la propuesta de reforzamiento planteada, por lo cual se da por subsanada esta falencia de diseño.

Figura 12. Verificación simetría de muros estructurales en ambos sentidos de la vivienda #2 según propuesta de reforzamiento.



### 5.2.7 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.

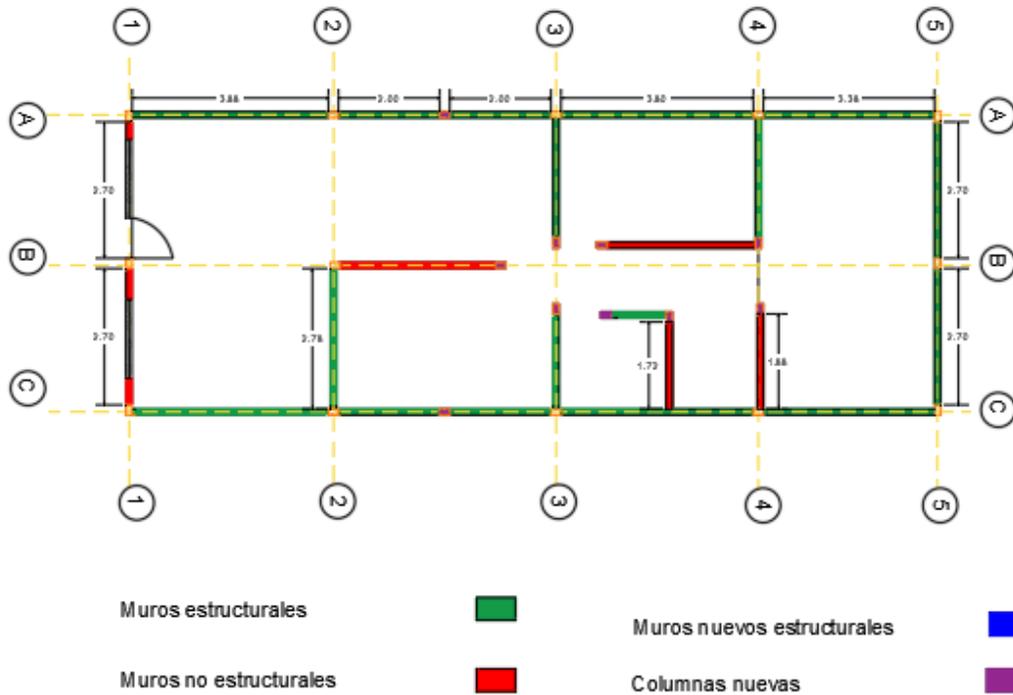
De acuerdo a la verificación del cumplimiento del presente apartado realizado anteriormente, la vivienda #2 no cumple con los parámetros establecidos por la NSR-10, ya que se observa que a pesar de que las dimensiones de las columnas cumplen con las mínimas requeridas según la norma, se tiene que el espaciamiento entre las columnas A2-A3 y C2-C3 no cumplen con el máximo permitido (4.0 m), tal como se muestra en la tabla 36.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a modificar la propuesta de reforzamiento presentada para el apartado E.1.3.2, añadiendo columnas intermedias donde no se cumple con el espaciamiento máximo permitido, quedando la distribución de columnas de la siguiente manera:

Tabla 68. Distribución de columnas de la vivienda #2 según propuesta de reforzamiento.

Verificación del cumplimiento del distanciamiento máximo horizontal entre columnas de la vivienda #2				
	Columnas	Distancia (m)	Distancia máxima permitida (m)	Cumple
Vivienda #2	A1-A2, C1-C2, B1-B2	3,88	4,0	SI
	A2-A2'	2,0	4,0	SI
	A2'-A3	2,0	4,0	SI
	C2-C2'	2,0	4,0	SI
	C2'-C3	2,0	4,0	SI
	A3-A4, C3-C4	3,8	4,0	SI
	A4-A5, C4-C5	3,38	4,0	SI
	A1-B1, A5-B5	2,7	4,0	SI
	B1-C1, B5-C5	2,7	4,0	SI
	B2-C2	2,78	4,0	SI

Figura 13. Diseño de propuesta de reforzamiento para la vivienda #2 según verificación del apartado E.4.3



Según la propuesta de reforzamiento realizada en el presente apartado, se tiene que la vivienda #2 **CUMPLE** con los parámetros de columnas de confinamiento, subsanando esta falencia de diseño.

### 5.2.8 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.

Con el diseño de propuesta de reforzamiento presentada en el apartado E.1.3.2, se estaría subsanando las falencias de diseño estructural de la vivienda referente a las vigas de confinamiento, ya que se está proponiendo construir vigas cinta en los muros de la vivienda, garantizando la continuidad vertical de los muros estructurales. De acuerdo a esto, la vivienda #2 **CUMPLE** con el presente apartado.

### 5.2.9 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.

El presente apartado no se puede subsanar, puesto que las dimensiones y áreas de las aberturas son mayores a las máximas permitidas por la norma, y tampoco se pretende reducir dichas

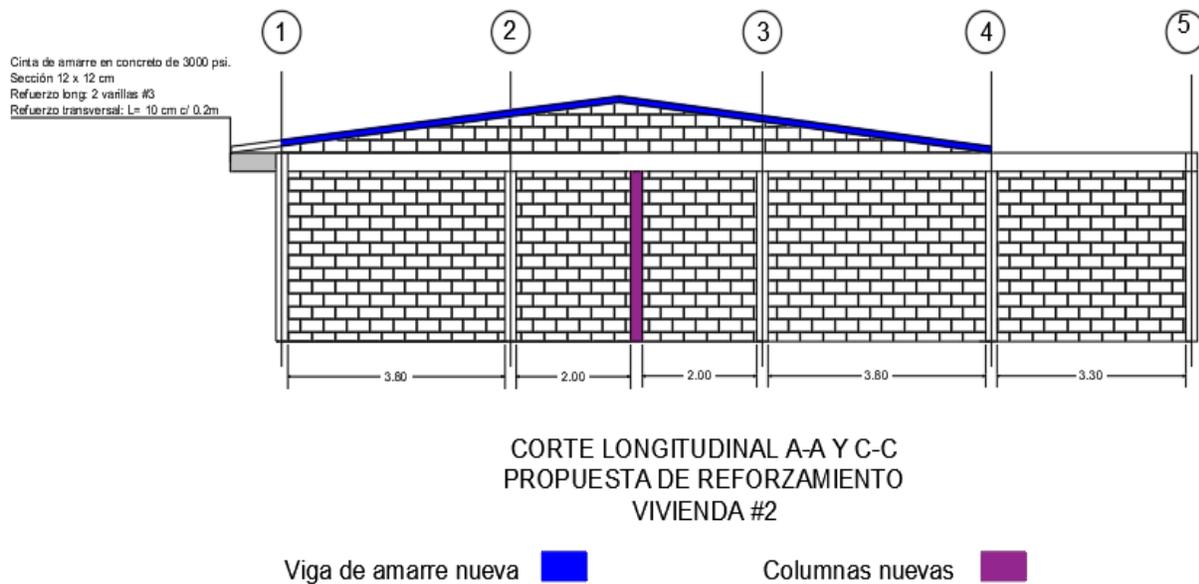
aberturas ya que comprenden ventanas y puertas de acceso para la vivienda, por lo cual la vivienda #2 **NO CUMPLE** con el siguiente apartado.

### 5.2.10 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas.

De acuerdo a la verificación del cumplimiento del apartado en mención en el capítulo 4, se pudo determinar que la vivienda #2 no cumple con los requerimientos del mismo, ya que la estructura de cubierta existente no se encuentra debidamente anclada a los muros de carga, para lo cual se presenta una propuesta de reforzamiento que consiste en la construcción de vigas cintas en concreto reforzado de dimensión 12x12 cm, las cuales rematen las culatas y anclen las correas de la estructura de la cubierta, permitiendo que haya continuidad vertical de cargas desde la cubierta hasta la cimentación.

Con la propuesta de reforzamiento descrita anteriormente, se tiene que la vivienda #2 **CUMPLE** con el parámetro E.5.2 Cubiertas, a continuación, se presenta el plano de diseño de cubierta propuesto.

Figura 14. Propuesta de reforzamiento para cubierta de la vivienda #2.



## 5.3 Propuesta de reforzamiento vivienda #3.

### 5.3.1 Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales.

Según la tabla 55, la vivienda #3 no cumple con el presente apartado, esto debido a que ninguno de los muros de la vivienda se encuentra totalmente confinado, ya que no poseen vigas de amarre y tampoco vigas cinta que rematen la cubierta, por lo cual se propone la construcción de vigas de amarre y vigas cinta en la vivienda que permitan la continuidad de los muros estructurales desde la cimentación hasta la cubierta, como también la construcción de muros estructurales en el sentido X que permitan tener una longitud total de muros estructurales similar en ambos sentidos.

Tabla 69. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido X para la vivienda #3.

Clasificación de muros en el Sentido X para la vivienda #3			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
Estructural	Muro 1 A-B	2,84	Se propone confinar las aberturas de los muros y construir viga cinta que reciba la cubierta.
Estructural	Muro 1 B-C	2,84	
Estructural	Muro 2 A-B	2,3	Se propone construir columneta de confinamiento en el extremo sin confinar, viga de amarre, dar continuidad de muro hasta cubierta y construir viga cinta.
Estructural	Muro 2 B-C	2,29	
Estructural	Muro 3 B-C	2,29	
Estructural	Muro 4 A-B	2,3	
Estructural	Muro 4 B-C	2,29	Se propone construir viga de amarre y viga cinta para asegurar el confinamiento y continuidad desde la cimentación hasta la cubierta.
Estructural	Muro 5 A-B	2,84	
Estructural	Muro 5 B-C	2,84	Se propone construir este muro junto paralelamente al muro 4 A-B, confinando mediante columneta, viga de amarre y viga cinta, quedando como un muro doble.
Muro nuevo Estructural	Muro 3' A-B	2,3	
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>25,13</b>	

Tabla 70. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido Y para la vivienda #3.

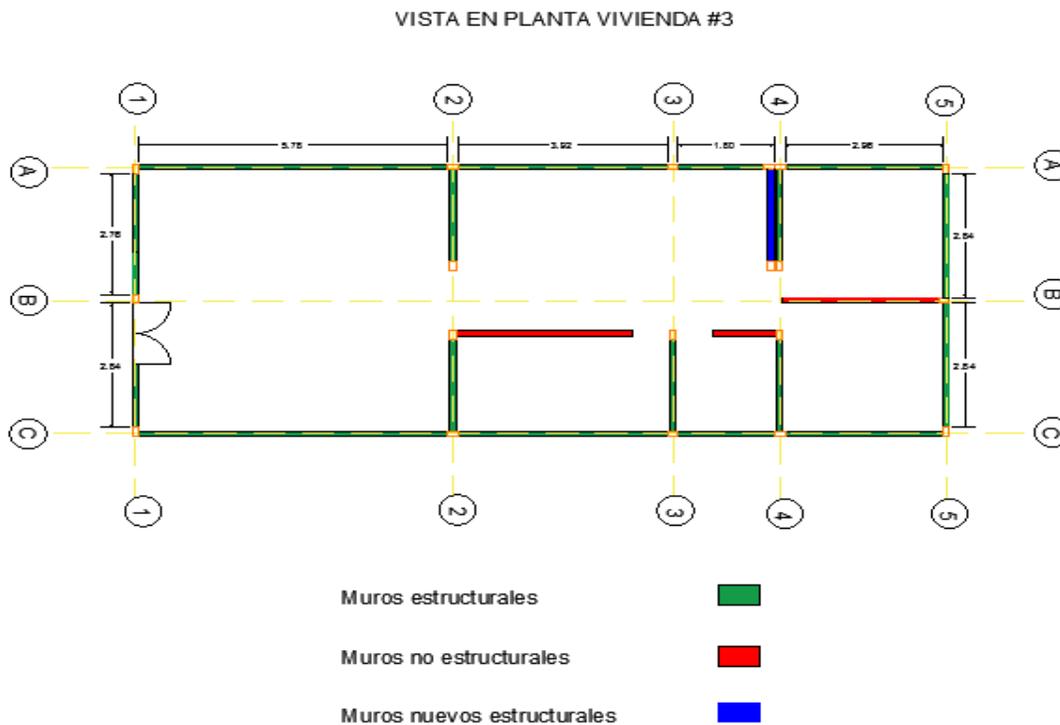
Clasificación de muros en el Sentido Y para la vivienda #3			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
Estructural	Muro A 1-2	5,78	Se propone construir viga de amarre, alargar los muros para dar continuidad desde la
Estructural	Muro A 2-3	3,92	
Estructural	Muro A 3-4	1,8	

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

Estructural	Muro A 4-5	2,96	cimentación hasta la cubierta y construir viga de amarre para que soporte la cubierta.
No estructural	Muro B 2-3	3,3	Se propone construir viga de amarre y confinar los muros.
No estructural	Muro B 3-4	1,18	
No estructural	Muro B 4-5	2,92	
Estructural	Muro C 1-2	5,78	Se propone construir viga de amarre, alargar los muros para dar continuidad desde la cimentación hasta la cubierta y construir viga de amarre para que soporte la cubierta.
Estructural	Muro C 2-3	3,92	
Estructural	Muro C 3-4	1,8	
Estructural	Muro C 4-5	2,96	
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>28,92</b>	

De acuerdo a los propuesto en las tablas 69 y 70, se puede observar que la longitud total de muros confinados en el sentido X (25,13m) y en el sentido Y (28,92m) son similares, lo cual significa que la vivienda #3 estaría cumpliendo con el presente apartado. A continuación, se muestra el plano de la vivienda con la propuesta de reforzamiento realizada.

Figura 15. Plano de propuesta de reforzamiento de la vivienda #3 según el apartado 1.3.2 de la tabla 66 y 67.



De acuerdo a la propuesta de reforzamiento presentada, se puede observar que la vivienda #3 **CUMPLE** con los parámetros del presente apartado.

### **5.3.2 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.**

La propuesta de reforzamiento presentada para el apartado E.1.3.2 subsana la falencia de continuidad vertical del presente apartado, ya que la vivienda pasaría a tener muros estructurales confinados totalmente desde la cimentación hasta la cubierta, por lo cual la vivienda #3 **CUMPLE** con el apartado E.1.3.4.

### **5.3.3 Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.**

El presente apartado no puede ser subsanado, esto debido a que la vivienda se encuentra construida contigua a otras casas, las cuales comparten muros y no es posible ni viable realizar una separación entre las mismas. Teniendo en cuenta lo anterior, se decide que la vivienda **NO CUMPLE** con el presente apartado.

### **5.3.4 Propuesta de reforzamiento apartado E.2.1.5 Configuración en planta cimentación.**

La vivienda #3 no cumple con el presente apartado, puesto que en la evaluación del cumplimiento se evidencio que uno de los anillos de cimentación supera la relación largo/ancho de 2, como también la longitud máxima interna de 4m, tal como se muestra en la tabla 26.

De acuerdo a la tabla anterior, se presente la propuesta de reforzamiento para la cimentación, la cual consiste en la construcción de una viga intermedia en los anillos #1 y #2, de igual dimensión a las existentes (30x30 cm), logrando así reducir la relación L/A y cumpliendo con la dimensión máxima permitida.

A continuación, se presente la propuesta de reforzamiento para la cimentación de la vivienda #3.



PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE ANILLOS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN DE LA VIVIENDA #3

Teniendo en cuenta la propuesta de construcción de una viga intermedia de cimentación, se procede a verificar el cumplimiento del presente apartado.

Tabla 71. Verificación del cumplimiento del apartado E.2.1.5 de la vivienda #3 según propuesta de reforzamiento.

Verificación de la configuración en planta del sistema de cimentación de la vivienda #3					
Anillo de cimentación	Largo (m)	Ancho (m)	Relación (L/A)	Longitud máxima (m)	Cumple
Anillo #1	2,67	2,70	0,98	4,0	SI
Anillo #2	2,67	2,70	0,98	4,0	SI
Anillo #3	2,67	2,70	0,98	4,0	SI
Anillo #4	2,67	2,70	0,98	4,0	SI
Anillo #5	3,82	2,7	1,41	4,0	SI
Anillo #6	3,82	2,7	1,41	4,0	SI
Anillo #7	1,7	2,7	0,62	4,0	SI
Anillo #8	1,7	2,7	0,62	4,0	SI
Anillo #9	2,82	2,7	1,04	4,0	SI
Anillo #10	2,82	2,7	1,04	4,0	SI

Como se puede observar en la tabla 71, según la propuesta de reforzamiento para la cimentación se tiene que la vivienda #3 **CUMPLE** con el presente apartado.

---

### 5.3.5 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados.

Se procede a desarrollar la ecuación E.3.6.1 del título E de la NSR-10

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

Donde:

$M_o$ : 21 (obtenido de la figura 16)

$A_p$ : 6,2 m x 15,3 m = 94,86 m<sup>2</sup> \* 2/3 = 63,24 m<sup>2</sup> (se multiplica el área por 2/3 ya que tiene cubierta liviana)

$T$ = 120 mm (espesor del muro).

Entonces se tiene:

$$L_{min} = \frac{21 * 63,24m^2}{120mm}$$

$$L_{min} = 11,06 m$$

Se puede evidenciar que la vivienda #3 **CUMPLE** con el presente apartado, puesto que en la propuesta de reforzamiento del apartado E.1.3.2 se observa que la cantidad de muros estructurales en ambos sentidos es mayor a la mínima requerida según la ecuación realizada, teniendo para la dirección X= 25,13 m, y para la dirección Y= 28,92m.

### 5.3.6 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros.

Se verifica la simetría de muros estructurales en la dirección X con respecto a la propuesta de reforzamiento mostrada en el apartado E.1.3.2.

Tabla 72. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido X para la vivienda #3 según propuesta de reforzamiento.

No.	L <sub>mi</sub>	b	L <sub>mi</sub> *b
1	2,76	0,00	0,00
2	2,84	0,00	0,00
3	2,10	5,94	12,47
4	2,09	5,94	12,41
5	2,09	10,02	20,94
6	2,10	11,90	24,99
7	2,10	12,06	25,32
8	2,10	12,06	25,32
9	2,84	15,18	43,11
10	2,84	15,18	43,11
<b>Σ</b>	<b>23,86</b>		<b>182,35</b>

$$\left| \frac{\left[ \frac{\sum(L_{mi} b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 23,86$$

$$\sum L_{mib} = 182,35$$

$$B = 15,3 \text{ m (longitud total vivienda en sentido Y)}$$

$$\frac{\left| \frac{182,35}{23,86} - \frac{15,30}{2} \right|}{15,30} = 0,0005 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Tabla 73. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido Y para la vivienda #3 según propuesta de reforzamiento.

No.	Lmi	b	Lmi*b
1	5,78	0,00	0,00
2	3,92	0,00	0,00
3	1,80	0,00	0,00
4	2,96	0,00	0,00
5	5,78	6,08	35,14
6	3,92	6,08	23,83
7	1,80	6,08	10,95
8	2,96	6,08	18,00
<b>Σ</b>	<b>28,92</b>		<b>87,92</b>

$$\left| \frac{\left[ \frac{\sum(L_{mi} b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 28,92$$

$$\sum L_{mib} = 87,92$$

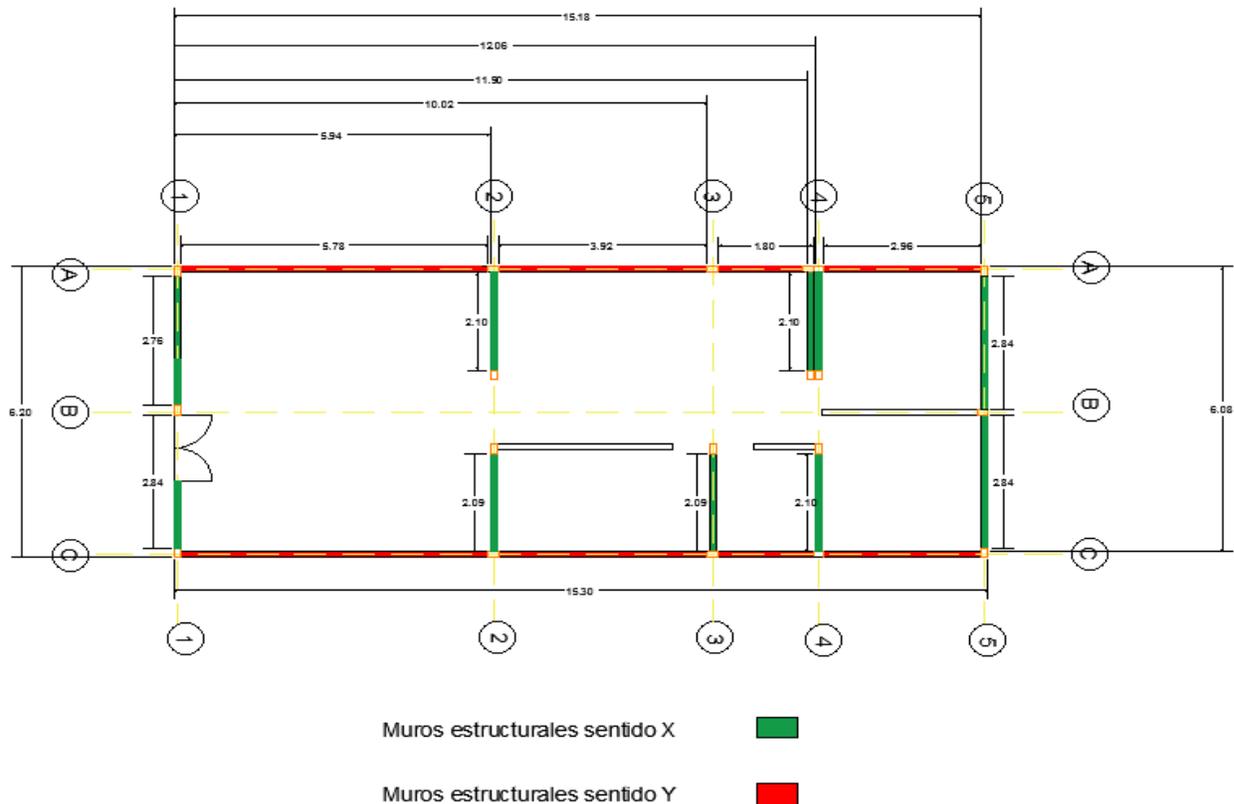
---


$$B = 6,20 \text{ m (longitud total vivienda en sentido X)}$$

$$\frac{\left| \frac{87,92}{28,92} - \frac{6,20}{2} \right|}{6,20} = 0,009 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Como resultado de la verificación del presente apartado, se tiene que la vivienda #3 **CUMPLE** con el parámetro de simetría de muros estructurales con respecto a la propuesta de reforzamiento planteada, por lo cual se da por subsanada esta falencia de diseño.

Figura 16. Verificación simetría de muros estructurales en ambos sentidos de la vivienda #3 según propuesta de reforzamiento.

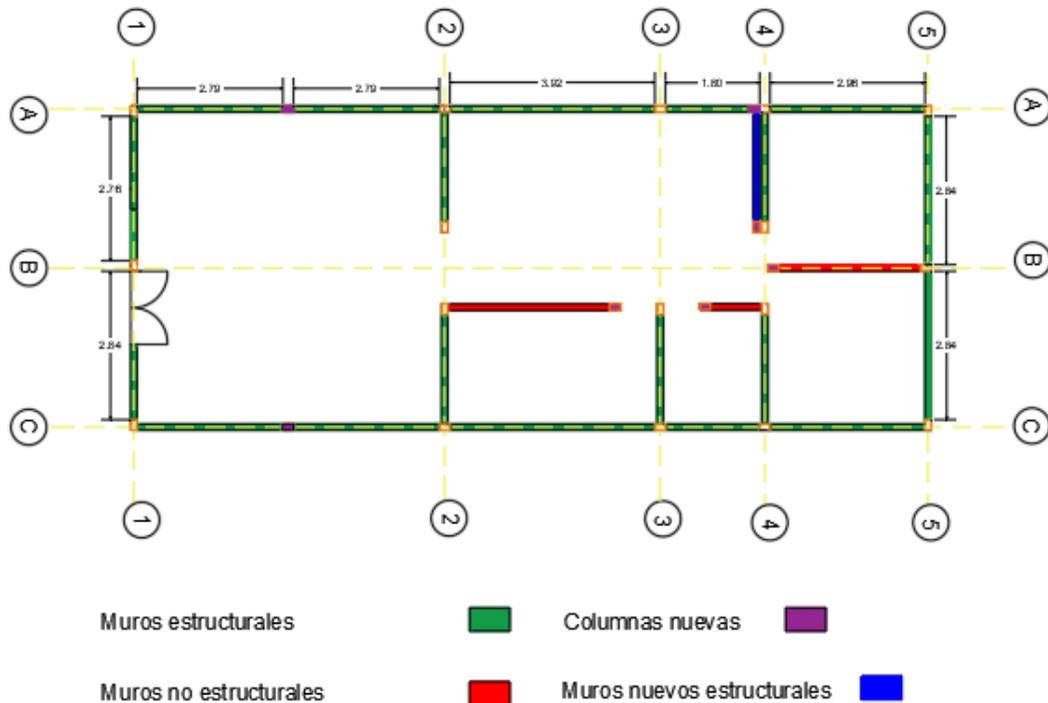


### 5.3.7 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.

De acuerdo a la verificación del cumplimiento del presente apartado realizado anteriormente, la vivienda #3 no cumple con los parámetros establecidos por la NSR-10, ya que se observa que a pesar de que las dimensiones de las columnas cumplen con las mínimas requeridas según la norma, se tiene que el espaciamiento entre las columnas A1-A2 y C1-C2 no cumplen con el máximo permitido (4,0 m), ya que ambas tienen un espaciamiento de 5,78 m.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a modificar la propuesta de reforzamiento presentada para el apartado E.1.3.2, añadiendo una columna intermedia en los dos muros de las columnas mencionadas, quedando el diseño de la siguiente manera:

Figura 17. Diseño de propuesta de reforzamiento para la vivienda #3 según verificación del apartado E.4.3



Según la propuesta de reforzamiento realizada en el presente apartado, se tiene que la vivienda #3 **CUMPLE** con los parámetros de columnas de confinamiento, subsanando esta falencia de diseño.

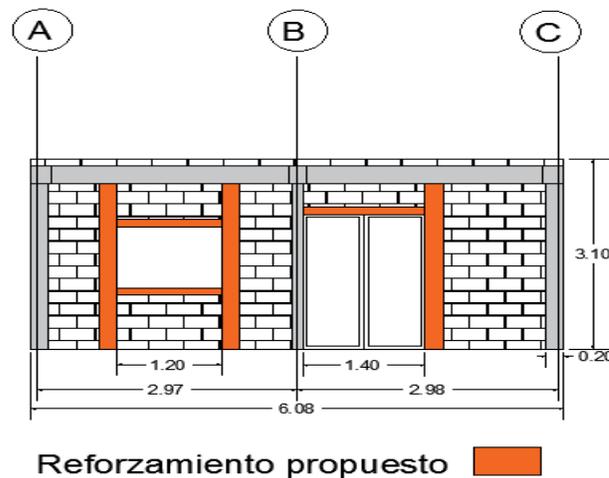
### 5.3.8 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.

Con el diseño de propuesta de reforzamiento presentada en el apartado E.1.3.2, se estaría subsanando las falencias de diseño estructural de la vivienda referente a las vigas de confinamiento, ya que se está proponiendo construir vigas de confinamiento en todos los muros de la vivienda, y para los muros estructurales vigas cintas. De acuerdo a esto, la vivienda #3 **CUMPLE** con el presente apartado.

### 5.3.9 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.

Para poder subsanar la presente falencia constructiva, se propone confinar las aberturas con dinteles y columnas de confinamiento, a fin de reducir el área de muro afectada por la abertura, ya que al confinar totalmente la abertura esta pasa a ser contada como un muro aparte y así reduce la cantidad de muros que tienen aberturas excesivas. Las columnas de confinamiento deben ser de 20x12 cm, tal como las existentes, y los dinteles se proponen de 12x12 cm, ambos elementos de confinamiento de concreto reforzado de 3000 psi, con el refuerzo mínimo requerido.

Figura 18. Propuesta de reforzamiento para abertura de muros de la vivienda #3.



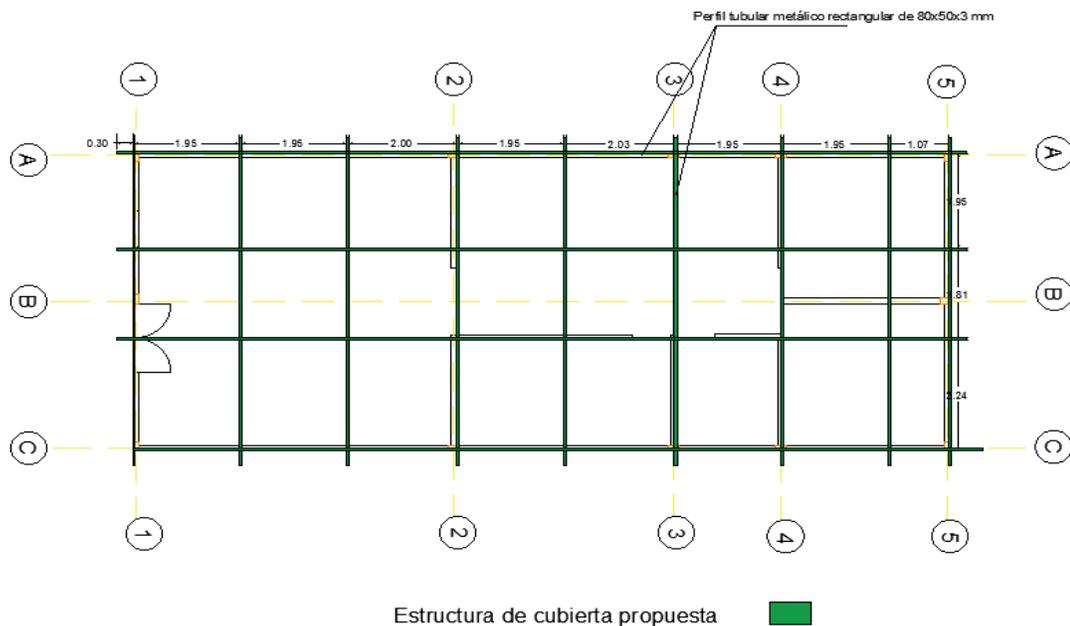
Como resultado de la propuesta de reforzamiento presentada, se tiene que la vivienda #3 **CUMPLE** con el presente apartado.

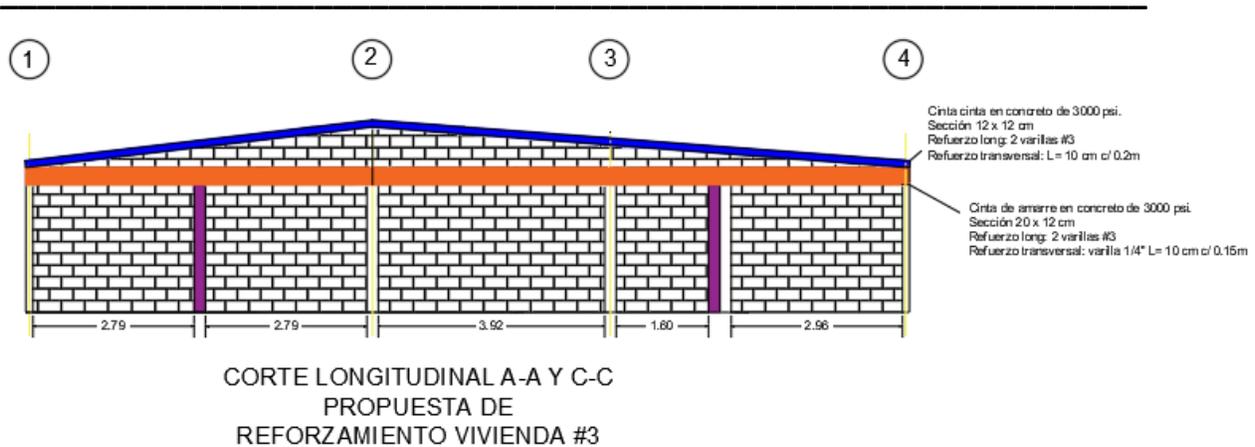
### 5.3.10 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas.

De acuerdo a la verificación del cumplimiento del apartado en mención en el capítulo 4, se pudo determinar que la vivienda #3 no cumple con los requerimientos del mismo, ya que la estructura de cubierta existente es de madera en malas condiciones y no se encuentra debidamente anclada a los muros de carga, para lo cual se presenta una propuesta de reforzamiento que consiste en reemplazar la estructura de madera por perfiles metálicos rectangulares de 8x5 cm, anclados directamente a las viga cintas, con tejas de zinc fijadas con tornillos auto perforantes o amarres metálicos.

Con la propuesta de reforzamiento descrita anteriormente, se tiene que la vivienda #3 **CUMPLE** con el parámetro E.5.2 Cubiertas, a continuación, se presenta el plano de diseño de cubierta propuesto.

Figura 19. Propuesta de reforzamiento para cubierta de la vivienda #3.





- Viga cinta nueva ■
- Viga de amarre nueva ■
- Columnas nuevas ■

## 5.4 Propuesta de reforzamiento vivienda #4.

### 5.4.1 Propuesta de reforzamiento apartado E.1.3.2 Disposición de muros estructurales.

Según la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica del presente apartado, la vivienda #4 no cumple con los parámetros del mismo establecidos por la NSR-10, esto debido a que ninguno de los muros de la vivienda se encuentra totalmente confinado, ya que no poseen vigas de amarre y tampoco vigas cinta que rematen la cubierta, por lo cual se propone la construcción de vigas de amarre y vigas cinta en la vivienda que permitan la continuidad de los muros estructurales desde la cimentación hasta la cubierta, como también la construcción de muros estructurales en el sentido X que permitan tener una longitud total de muros estructurales similar en ambos sentidos.

Tabla 74. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido X para la vivienda #4.

Clasificación de muros en el Sentido X para la vivienda #4			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
Estructural	Muro 1 A-B	1,78	Se propone construir vigas de amarre de sección de 20x12 cm y vigas cinta de 12x12 cm, esto para confinar los muros y mantener la continuidad vertical. También se propone construir columnas de confinamiento en los extremos de los muros que lo necesite.
Estructural	Muro 1 B-C	1,83	
Estructural	Muro 2 A-B	1,83	
Estructural	Muro 3 A-B	1,83	
Estructural	Muro 4 A-B	1,83	
Estructural	Muro 4 B-C	1,02	

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

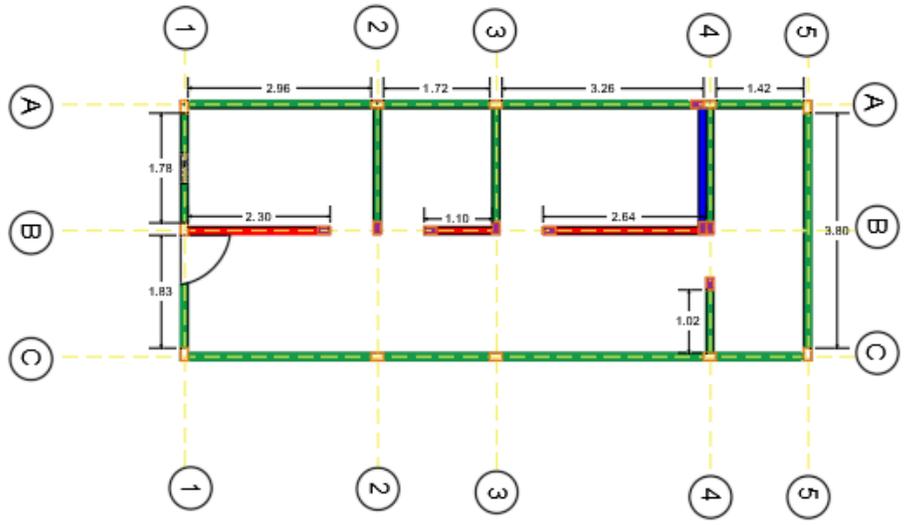
Estructural	Muro 5 A-C	3,80	
Estructural (nuevo)	Muro 4 A-B'	1,83	Se propone construir este muro junto al muro existente 4 A-B para tener un muro doble.
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>15.75</b>	

Tabla 75. Propuesta de clasificación y longitud de muros en el sentido Y para la vivienda #4.

<b>Clasificación de muros en el Sentido Y para la vivienda #4</b>			
Tipo de muro	Descripción	Longitud (m)	Observación
Estructural	Muro A 1-2	2,96	Se propone construir vigas de amarre de sección de 20x12 cm y vigas cinta de 12x12 cm, esto para confinar los muros y mantener la continuidad vertical.
Estructural	Muro A 2-3	1,72	
Estructural	Muro A 3-4	3,26	
Estructural	Muro A 4-5	1,42	
No estructural	Muro B 1-2	2,30	Se decide dejar estos muros como no estructurales para mantener una longitud similar en ambos sentidos, se construye viga de amarre y columnas de confinamiento.
No estructural	Muro B 2-3	1,10	
No estructural	Muro B 3-4	2,64	
Estructural	Muro C 1-2	2,96	Se propone construir vigas de amarre de sección de 20x12 cm y vigas cinta de 12x12 cm, esto para confinar los muros y mantener la continuidad vertical.
Estructural	Muro C 2-3	1,72	
Estructural	Muro C 3-4	3,26	
Estructural	Muro C 4-5	1,42	
<b>Sumatoria muros estructurales <math>\Sigma</math></b>		<b>18.72</b>	

De acuerdo a lo propuesto en las tablas 74 y 75, se puede observar que la longitud total de muros estructurales en el sentido X (15.75 m) y en el sentido Y (18.72 m) son similares, lo cual significa que la vivienda #4 estaría cumpliendo con el presente apartado. A continuación, se muestra el plano de la vivienda con la propuesta de reforzamiento realizada.

Figura 20. Plano de propuesta de reforzamiento de la vivienda #4 según el apartado 1.3.2 de la tabla 74 y 75.



VISTA EN PLANTA PROPUESTA DE REFORZAMIENTO VIVIENDA #4

Muros estructurales		Muros nuevos estructurales	
Muros no estructurales		Columnas nuevas	

De acuerdo a la propuesta de reforzamiento presentada, se puede observar que la vivienda #4 **CUMPLE** con los parámetros del presente apartado.

### 5.4.2 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4 Integridad Estructural.

La propuesta de reforzamiento presentada para el apartado E.1.3.2 subsana la falencia de continuidad vertical del presente apartado, ya que la vivienda pasaría a tener muros estructurales confinados totalmente desde la cimentación hasta la cubierta, por lo cual la vivienda #4 **CUMPLE** con el apartado E.1.3.4.

### 5.4.3 Verificación de la Propuesta de reforzamiento para el apartado E.1.3.4.3 Juntas Sísmicas.

El presente apartado no puede ser subsanado, esto debido a que la vivienda se encuentra construida contigua a otras casas, las cuales comparten muros y no es posible ni viable realizar una

---

separación entre las mismas. Teniendo en cuenta lo anterior, se decide que la vivienda **NO CUMPLE** con el presente apartado.

#### 5.4.4 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados.

Se procede a verificar el cumplimiento del presente apartado de acuerdo a la propuesta de reforzamiento presentada en el apartado E.1.3.2.

Se procede a desarrollar la ecuación E.3.6.1 del título E de la NSR-10:

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

Donde:

$M_o$ : 21 (obtenido de la figura 16)

$A_p$ :  $4,2 \text{ m} \times 10,20 \text{ m} = 42,84 \text{ m}^2 * 2/3 = 28,56 \text{ m}^2$  (se multiplica el área por 2/3 ya que tiene cubierta liviana)

$T = 120 \text{ mm}$  (espesor del muro).

Entonces se tiene:

$$L_{min} = \frac{21 * 28,56 \text{ m}^2}{120 \text{ mm}}$$

$$L_{min} = 4.99 \text{ m}$$

Se puede evidenciar que la vivienda #4 **CUMPLE** con el presente apartado, puesto que en la propuesta de reforzamiento del apartado E.1.3.2 se observa que la cantidad de muros estructurales en ambos sentidos es mayor a la mínima requerida según la ecuación realizada, teniendo para la dirección X= 15,75 m, y para la dirección Y= 18,72 m.

### 5.4.5 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.6.6 Distribución simétrica de muros.

Se verifica la simetría de muros estructurales en la dirección X con respecto a la propuesta de reforzamiento mostrada en el apartado E.1.3.2.

Tabla 76. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido X para la vivienda #4 según propuesta de reforzamiento.

No.	L <sub>mi</sub>	b	L <sub>mi</sub> *b
1	1.78	0.00	0.00
2	1.83	0.00	0.00
3	1.83	3.00	5.49
4	1.83	4.92	9.00
5	1.83	8.26	15.11
6	1.83	8.38	15.33
7	1.02	8.38	8.54
8	3.80	9.96	37.84
<b>Σ</b>	<b>15.75</b>		<b>97.31</b>

$$\left| \frac{\left[ \frac{\sum(L_{mi} b) - B}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 15.75$$

$$\sum L_{mib} = 97.31$$

$$B = 10.20 \text{ m (longitud total vivienda en sentido Y)}$$

$$\left| \frac{\frac{97.31}{15.75} - \frac{10.20}{2}}{10.20} \right| = 0.105 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Tabla 77. Verificación del cumplimiento de simetría de muros estructurales en sentido Y para la vivienda #4 según propuesta de reforzamiento.

No.	L <sub>mi</sub>	b	L <sub>mi</sub> *b
1	2.96	0.00	0.00
2	1.72	0.00	0.00
3	3.26	0.00	0.00
4	1.42	0.00	0.00
5	2.96	3.96	11.72
6	1.72	3.96	6.81
7	3.26	3.96	12.90
8	1.42	3.96	5.62
<b>Σ</b>	<b>18.72</b>		<b>37.05</b>

$$\left| \frac{\left[ \frac{\sum (L_{mi} b) - B}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

$$\sum L_{mi} = 18.72$$

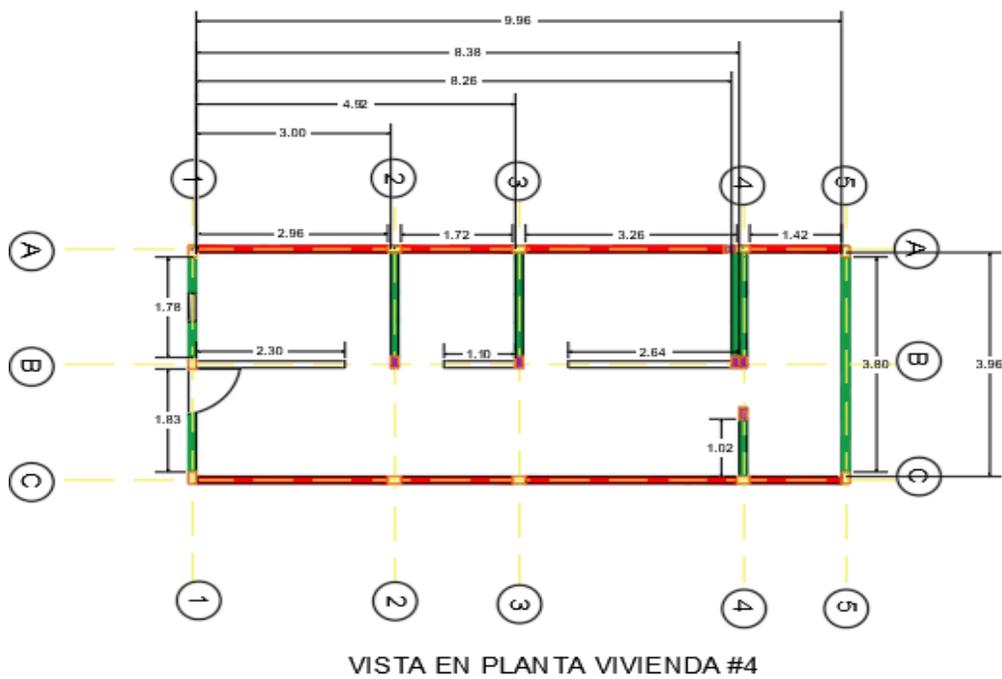
$$\sum L_{mib} = 37.05$$

$B = 4,20 \text{ m}$  (longitud total vivienda en sentido X)

$$\left| \frac{\frac{37.05}{18.72} - \frac{4.20}{2}}{4.20} \right| = 0,02 < 0,15 \text{ CUMPLE}$$

Como resultado de la verificación del presente apartado, se tiene que la vivienda #4 **CUMPLE** con el parámetro de simetría de muros estructurales con respecto a la propuesta de reforzamiento planteada, por lo cual se da por subsanada esta falencia de diseño.

Figura 21. Verificación simetría de muros estructurales en ambos sentidos de la vivienda #4 según propuesta de reforzamiento.



- Muros estructurales sentido X
- Muros estructurales sentido Y

---

#### 5.4.6 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.3 Columnas de confinamiento.

Según la tabla 55, la vivienda #4 no cumple con el presente apartado, esto debido a que, aun cumpliendo con los parámetros de dimensionamiento, ubicación y reforzamiento, la vivienda no posee vigas de amarre lo cual no garantizan el confinamiento de los muros, haciendo que las columnas no cumplan con su correspondiente función. En la propuesta de reforzamiento presentada para la vivienda #4 en el apartado E.1.3.2, se sugiere la construcción de vigas de amarre y vigas cinta que permitan confinar completamente los muros, haciendo que las columnas cumplan su función y que la vivienda #4 **CUMPLA** con el presente apartado.

#### 5.4.7 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.4.4 Vigas de confinamiento.

De acuerdo a la propuesta de reforzamiento presentada para la vivienda #4 en el apartado E.1.3.2, se tiene que se sugiere la construcción de vigas de amarre y vigas cinta en los muros de las viviendas, y esto junto con las columnas de confinamiento hacen que los muros se encuentren totalmente confinados, **CUMPLIENDO** con el presente apartado.

#### 5.4.8 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.3.4 Aberturas en los muros.

Como resultado de la verificación del cumplimiento del presente apartado, se evidencio que la vivienda #4 posee 5 aberturas en muros, las cuales no cumplen con los parámetros establecidos por la NSR-10, y que, debido a sus características de posición, área y distancia entre aberturas, no se puede subsanar su cumplimiento, por lo cual la vivienda #4 **NO CUMPLE** con el presente apartado.

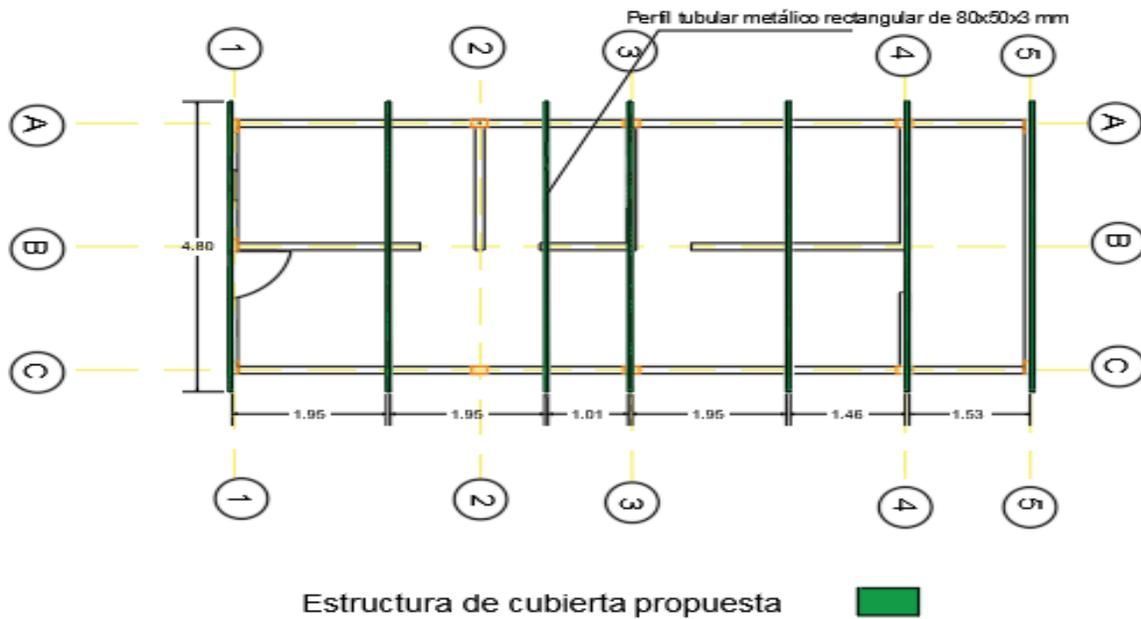
#### 5.4.9 Verificación de la propuesta de reforzamiento para el apartado E.5.2 Cubiertas.

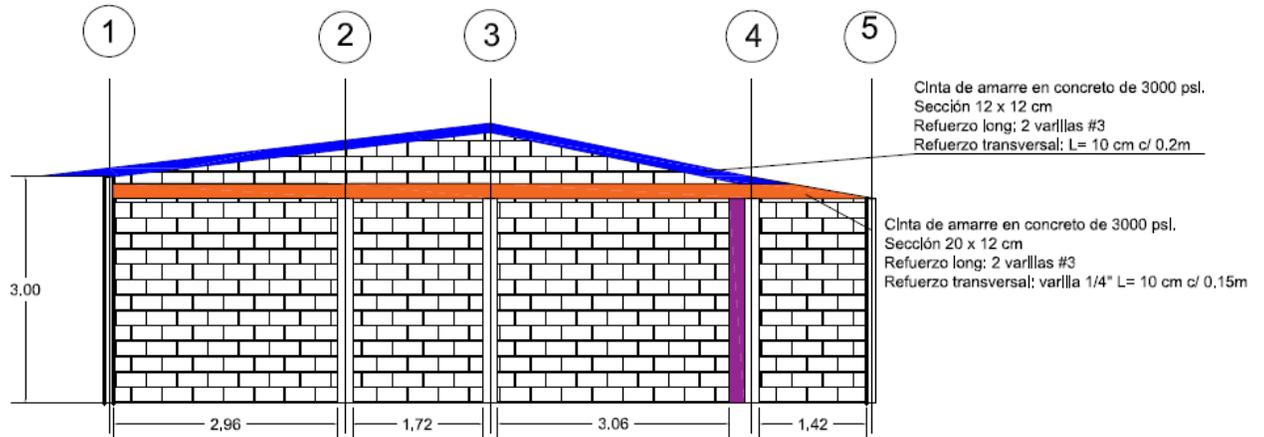
De acuerdo a la verificación del cumplimiento del apartado en mención en el capítulo 4, se pudo determinar que la vivienda #4 no cumple con los requerimientos del mismo, ya que la estructura de cubierta existente es de madera en malas condiciones y no se encuentra debidamente anclada

sobre vigas cinta, para lo cual se presenta una propuesta de reforzamiento que consiste en reemplazar la estructura de madera por perfiles metálicos rectangulares de 8x5 cm, anclados directamente a las viga cintas, con tejas de zinc fijadas con tornillos auto-perforantes o amarres metálicos.

Con la propuesta de reforzamiento descrita anteriormente, se tiene que la vivienda #4 **CUMPLE** con el parámetro E.5.2 Cubiertas, a continuación, se presenta el plano de diseño de cubierta propuesto.

Figura 22. Propuesta de reforzamiento para cubierta de la vivienda #4.





### 5.5 Verificación del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de acuerdo a la propuesta de reforzamiento.

A continuación, se procede a verificar nuevamente el grado de vulnerabilidad sísmica global de las cuatro viviendas, de acuerdo a las propuestas de reforzamiento presentadas, cuya finalidad es subsanar la mayoría de errores constructivos y de diseño, permitiendo aumentar la seguridad de las viviendas frente a la acción de un sismo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se muestra en la tabla 78 el cuadro de chequeo del cumplimiento de los parámetros de vulnerabilidad sísmica, con la evaluación actualizada para cada vivienda de acuerdo a su propuesta de reforzamiento.

Tabla 78. Cuadro de chequeo evaluado según las propuestas de reforzamiento.

CUADRO DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO MÍNIMOS REQUERIDOS POR EL TÍTULO E DE LA NSR-10 PARA CASAS UN PISO UBICADAS EN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA ALTA			CASA 1 CUMPLE			CASA 2 CUMPLE			CASA 3 CUMPLE			CASA 4 CUMPLE		
Apartado	Título	Parámetros	SI	NO	N.V									
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>														
E.1.3.2	Disposición de muros estructurales	Es necesaria la colocación de muros en dos direcciones ortogonales. La longitud de los muros en las dos direcciones debe ser aproximadamente igual.	X		1	X		1	X		1	X		1



**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

E.2.1.4	<b>Sistema de cimentación</b>	Debe estar compuesta por un sistema reticular de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, de tal forma que se asegure la transmisión de cargas al suelo de forma equilibrada, una viga de cimentación para cada muro estructural.	X		1	X		1	X		1	X		1
E.2.1.5	<b>Configuración en planta</b>	Si uno de los anillos del sistema de cimentación tiene una relación largo sobre ancho mayor que dos, o si sus dimensiones interiores son mayores a 4,0 m, debe construirse una viga intermedia de cimentación, así no sirva de apoyo a ningún muro, en cuyo caso sus dimensiones mínimas pueden reducirse a 200 mm por 200 mm.	X		1	X		1	X		1	X		1
E.2.2	<b>Estructuración de los cimientos</b>	Tabla de valores mínimos para dimensiones de cimentaciones, en el caso del presente proyecto, anchura 300mm, altura 300mm, acero mínimo 4#4 o #2 a 200mm, y con acero para anclaje de muros #3	X		1	X		1	X		1	X		1
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>														
E.3.5	<b>Espesor de muros</b>	De acuerdo a lo especificado en la tabla E.3.5-1 del título E	X		1	X		1	X		1	X		1
E.3.6.4	<b>Longitud mínima de muros confinados</b>	Para que la edificación tenga una adecuada capacidad para disipar energía es necesario que los muros confinados tengan una longitud mínima en cada una de las direcciones principales en planta, la localización debe darse buscando la mejor simetría y la mejor rigidez torsional de la edificación. Se debe realizar un reparto uniforme de la responsabilidad para	X		1	X		1	X		1	X		1



**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

		100mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.												
<b>E.4.4</b>	<b>Vigas de confinamiento</b>	Deben ir ancladas en los extremos terminales con ganchos de 90° y vaciadas directamente sobre los muros estructurales que confinan. El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200cm <sup>2</sup> . Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando así los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta. Las vigas deben ir ubicadas en la cimentación, en el entrepiso en casas de dos niveles, a nivel de enrase de cubierta.	X		1	X		1	X		1	X		1
<b>COMPONENTE CONSTRUCTIVO</b>														
<b>E.3.2</b>	<b>Unidades de mampostería</b>	Deben ser de concreto, de arcilla cocida o de silical. Deben cumplir con las especificaciones de las normas NTC e ICONTEC	X		1	X		1	X		1	X		1

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

E.3.4	Aberturas en los muros	Deben ser pequeñas, bien espaciadas y no pueden estar ubicadas en las esquinas. La distancia mínima entre aberturas debe ser mayor a 500mm. Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de los mismos	X	3	X	3	X	1	X	3
E.5.2	Cubiertas	Deben conformar un conjunto estable para cargas laterales, se deben disponer sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como tirantes, contravientos, riostras, etc., que garanticen la estabilidad de la cubierta.	X	1	X	1	X	1	X	1
<b>COMPONENTE SUELO</b>										
MANUAL AIS	Suelos	Se debe verificar que el suelo sea duro por medio de verificación visual del entorno, revisando si las demás viviendas presentan hundimientos, árboles o postes inclinados, si se sienten vibraciones de vehículos al pasar cerca de la vivienda, viviendas aledañas con agrietamientos o daños generalizados, etc.	X	1	X	1	X	1	X	1
<b>COMPONENTE ENTORNO</b>										
MANUAL AIS	Topografía	Verificar cómo es la topografía del entorno, definiendo si la vivienda se encuentra en un entorno plano o inclinado y determinando su ángulo de inclinación en caso de estarlo, desde 0° a 30° para determinar su grado de vulnerabilidad.	X	1	X	1	X	1	X	1

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.**

Se procede a realizar nuevamente el cálculo del grado de vulnerabilidad sísmica global de las cuatro viviendas.

Tabla 79. Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica de las cuatro viviendas de acuerdo a las propuestas de reforzamiento.

TABLA RESUMEN PARA DETERMINAR LA CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS CUATRO VIVIENDAS																		
COMPONENTES A EVALUAR		CALIFICACIÓN DE COMPONENTES (A)				CALIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE CADA COMPONENTE (B)= PROMEDIO (A)				FACTORES DE PONDERACIÓN RELATIVA (C)				VULNERABILIDAD PONDERADA (D)= (B)*(C)				
Apartado	Título	CAS A #1	CAS A #2	CAS A #3	CAS A #4	CAS A #1	CAS A #2	CAS A #3	CAS A #4	CAS A #1	CAS A #2	CAS A #3	CAS A #4	CAS A #1	CAS A #2	CAS A #3	CAS A #4	
<b>COMPONENTE GEOMÉTRICO</b>																		
E.1.3.2	Disposición de muros estructurales	1	1	1	1	2	2	2	2	20%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
E.1.3.3	Simetría	1	1	1	1													
E.1.3.4	Integridad estructural	1	1	1	1													
E.1.3.4.3	Juntas Sísmicas	3	3	3	3													
<b>COMPONENTE CIMENTACIÓN</b>																		
E.2.1.4	Sistema de cimentación	1	1	1	1	1	1	1	1	10%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
E.2.1.5	Configuración en planta	1	1	1	1													
E.2.2	Estructuración de los cimientos	1	1	1	1													
<b>COMPONENTE ESTRUCTURAL</b>																		
E.3.5	Espesor de muros	1	1	1	1	1	1	1	1	30%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
E.3.6.4	Longitud mínima de muros confinados	1	1	1	1													
E.3.6.6	Distribución simétrica de muros	1	1	1	1													

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva – Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

E.4.2	Materiales	1	1	1	1												
E.4.3	Columnas de confinamiento	1	1	1	1												
E.4.4	Vigas de confinamiento	1	1	1	1												
COMPONENTE CONSTRUCTIVO																	
E.3.2	Unidades de mampostería	1	1	1	1												
E.3.4	Aberturas en los muros	3	3	1	3	2	2	1	2	20%	0,3	0,3	0,2	0,3			
E.5.2	Cubiertas	1	1	1	1												
COMPONENTE SUELO																	
MANU AL AIS	Suelos	1	1	1	1	1	1	1	1	10%	0,1	0,1	0,1	0,1			
COMPONENTE ENTORNO																	
MANU AL AIS	Topografía	1	1	1	1	1	1	1	1	10%	0,1	0,1	0,1	0,1			
CALIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA (Sumatoria (D) de cada componente)											1,2	1,2	1,1	1,2			

Tal como se puede observar en la tabla 79, la calificación global del grado de vulnerabilidad de las cuatro viviendas disminuye drásticamente, esto gracias a las propuestas de reforzamientos presentadas las cuales subsanaron en su mayoría los errores de diseño y construcción de las cuatro casas, permitiendo disminuir el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas, pasando de tener una vulnerabilidad **Moderada** a una vulnerabilidad **Baja**.

---

## CAPITULO 6 CONCLUSIONES

En el presente capítulo, se exponen las conclusiones derivadas al desarrollo del trabajo, verificando si se da respuesta al interrogante principal descrito en el planteamiento del problema, además de los factores que pueden influir en los resultados de este tipo de proyectos de verificación técnica.

- I. Al realizar el levantamiento arquitectónico y estructural, se evidenció a simple vista las falencias de diseño y construcción sismo resistentes de las viviendas, siendo el común denominador la ausencia de confinamiento total de los muros y de la continuidad vertical, ocasionando que dichas viviendas no contaran con muros estructurales, lo cual significa que no se estaba garantizando la correcta transmisión de cargas desde la cubierta hasta la cimentación, y que los muros no iban a tener la suficiente fortaleza y rigidez para resistir las fuerzas horizontales provocadas por los sismos fuertes.
- II. Como resultado del proceso de verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño y construcción sismo resistente establecidos en el título E, se pudo observar que las cuatro viviendas incumplen apartados en común, los cuales se relacionan a continuación con su correspondiente justificación.
  - *E.1.3.2 Disposición de muros estructurales:* Las cuatro viviendas incumplen este apartado, puesto que ninguno de sus muros cumple con los parámetros establecidos por la NSR-10 para ser considerados muros estructurales.
  - *E.1.3.4 Integridad estructural:* Ninguna de las viviendas cumplen con este apartado, ya que no se garantiza la continuidad vertical de los muros, puesto que no se encuentran completamente confinados desde la cimentación hasta la cubierta.
  - *E.1.3.4.3 Juntas sísmicas:* Al encontrarse las cuatro viviendas construidas contiguamente con otras, compartiendo muros o cimentación se está

---

incumpliendo el apartado de junta sísmica, ya que no se garantiza la debida separación entre edificaciones.

- *E.2.1.5 Configuración en planta:* Las tres primeras viviendas incumplen este apartado, debido a que en la configuración en planta de las vigas de cimentación existen anillos que superan las longitudes máximas permitidas, haciendo necesaria la construcción de vigas de cimentación intermedias.
- *E.3.6.4 Longitud mínima de muros confinados:* Al no existir muros completamente confinados en las cuatro viviendas, se está incumpliendo el presente apartado, para lo cual es necesario confinar completamente los muros necesarios.
- *E.3.6.6 Distribución simétrica de muros:* Como no se tienen muros estructurales en la vivienda, se está incumpliendo el presente apartado.
- *E.4.3 Columnas de confinamiento:* Las cuatro viviendas incumplen el apartado, puesto que en algunos muros se sobrepasa el distanciamiento máximo horizontal entre columnas, para lo cual es necesario construir columnas intermedias.
- *E.4.4 Vigas de confinamiento:* Los muros de las cuatro viviendas no se encuentran debidamente confinados tanto a nivel de viga de amarre como viga cinta, lo cual ocasiona que se incumpla este apartado, siendo necesaria la construcción de vigas de confinamiento de amarre y vigas cinta en los casos necesarios.
- *E.3.4 Aberturas de los muros:* Las viviendas incumplen con este apartado, ya que las áreas de las aberturas en muros de fachada superan las máximas permitidas por la norma, además no cuenta con el confinamiento requerido.
- *E.5.2 Cubiertas:* Las cuatro viviendas incumplen con este apartado, ya que en algunos casos tanto la estructura de cubierta como el anclaje de la misma no cumplen con los parámetros establecidos en la norma, siendo lo más común la falta de anclaje de las correas con viga cinta, que se la estructura de cubierta de las viviendas descansa directamente sobre los muros.

III. Las deficiencias de diseño y construcción sismo resistente que tienen en común las cuatro viviendas, tienen que ver con la falta de confinamiento y de continuidad vertical en los

---

muros, ocasionando que dichas viviendas carezcan de muros estructurales, haciendo que los muros no cumplan correctamente con la función de transmisión de cargas verticales y de resistencia ante fuerzas horizontales, comprometiendo la seguridad de los habitantes de las viviendas.

- IV. Como resultado del proceso de verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño y construcción sismo resistente del título E de la NSR-10, y la aplicación de la metodología planteada en el Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería de la Asociación colombiana de ingeniería sísmica, se pudo determinar que las cuatro viviendas poseen un grado de vulnerabilidad sísmica media, siendo susceptibles a las fuerzas horizontales ocasionadas por los sismos, ya que no cuentan con muros estructurales que garanticen resistencia ante dicha acción.
- V. Se realiza la propuesta de reforzamiento sismo resistente para las cuatro viviendas, donde se subsanan la mayoría deficiencias de diseño y construcción, con la finalidad de que cuando el propietario de la vivienda ejecute el reforzamiento se reduzca el grado de vulnerabilidad sísmica, pasando de ser media o moderada a una vulnerabilidad baja.
- VI. Al propietario de cada vivienda se le entrega el resultado del estudio y planos de la propuesta de reforzamiento, con el fin de que realice los ajustes pertinentes para lograr una vivienda segura y salvaguardar la vida de sus ocupantes frente a la acción de un sismo.

---

## REFERENCIAS

1. Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica. (2001). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería. Bogotá D.C
2. Barbat, A. (2004). Diseño Sismo Resistente de edificios. España: Reverté.
3. Diaz, G. (2005). Diseño Estructural en Arquitectura. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.
4. Giraldo, J., & Mendez, D. (2006). Edificaciones de Vivienda Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS).
5. Mena Hernandez, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Universitat Politècnica de Catalunya.
6. Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. (2010). Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10). Bogotá D.C.
7. Sandi, H. (1986). Vulnerability and risk analysis for individual structures and systems. Lisboa.
8. Santos, D. (2019). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental, Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6924>
9. Jiménez, J., Cabrera, J., Sánchez, J., & Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto. *Maskana*, 9(1), 59–78. <https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.07>
10. Garcés, J. R. (2017). Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/16248>.

## **ANEXOS**

1. Plano levantamiento arquitectónico en planta de la vivienda #1.
2. Plano levantamiento arquitectónico en planta de la vivienda #2.
3. Plano levantamiento arquitectónico en planta de la vivienda #3.
4. Plano levantamiento arquitectónico en planta de la vivienda #4.
5. Plano fachada y corte longitudinal vivienda #1.
6. Plano fachada y corte longitudinal vivienda #2.
7. Plano fachada y corte longitudinal vivienda #3.
8. Plano fachada y corte longitudinal vivienda #4.
9. Plano estructural y de cimentación vivienda #1.
10. Plano estructural y de cimentación vivienda #2.
11. Plano estructural y de cimentación vivienda #3.
12. Plano estructural y de cimentación vivienda #4.
13. Propuesta de reforzamiento planta vivienda #1.
14. Propuesta de reforzamiento planta vivienda #2.
15. Propuesta de reforzamiento planta vivienda #3.
16. Propuesta de reforzamiento planta vivienda #4.
17. Muros en alzado de propuesta de reforzamiento vivienda #1.
18. Muros en alzado de propuesta de reforzamiento vivienda #2.
19. Muros en alzado de propuesta de reforzamiento vivienda #3.
20. Muros en alzado de propuesta de reforzamiento vivienda #4.
21. Propuesta de reforzamiento para cubierta vivienda #3.

- 
22. Propuesta de reforzamiento para cubierta vivienda #4.
  23. Propuesta de reforzamiento para estructura y cimentación vivienda #1.
  24. Propuesta de reforzamiento para estructura y cimentación vivienda #2.
  25. Propuesta de reforzamiento para estructura y cimentación vivienda #3.
  26. Propuesta de reforzamiento para estructura y cimentación vivienda #4.

**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO VILLA SOLEDAD  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDA #1**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTE:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

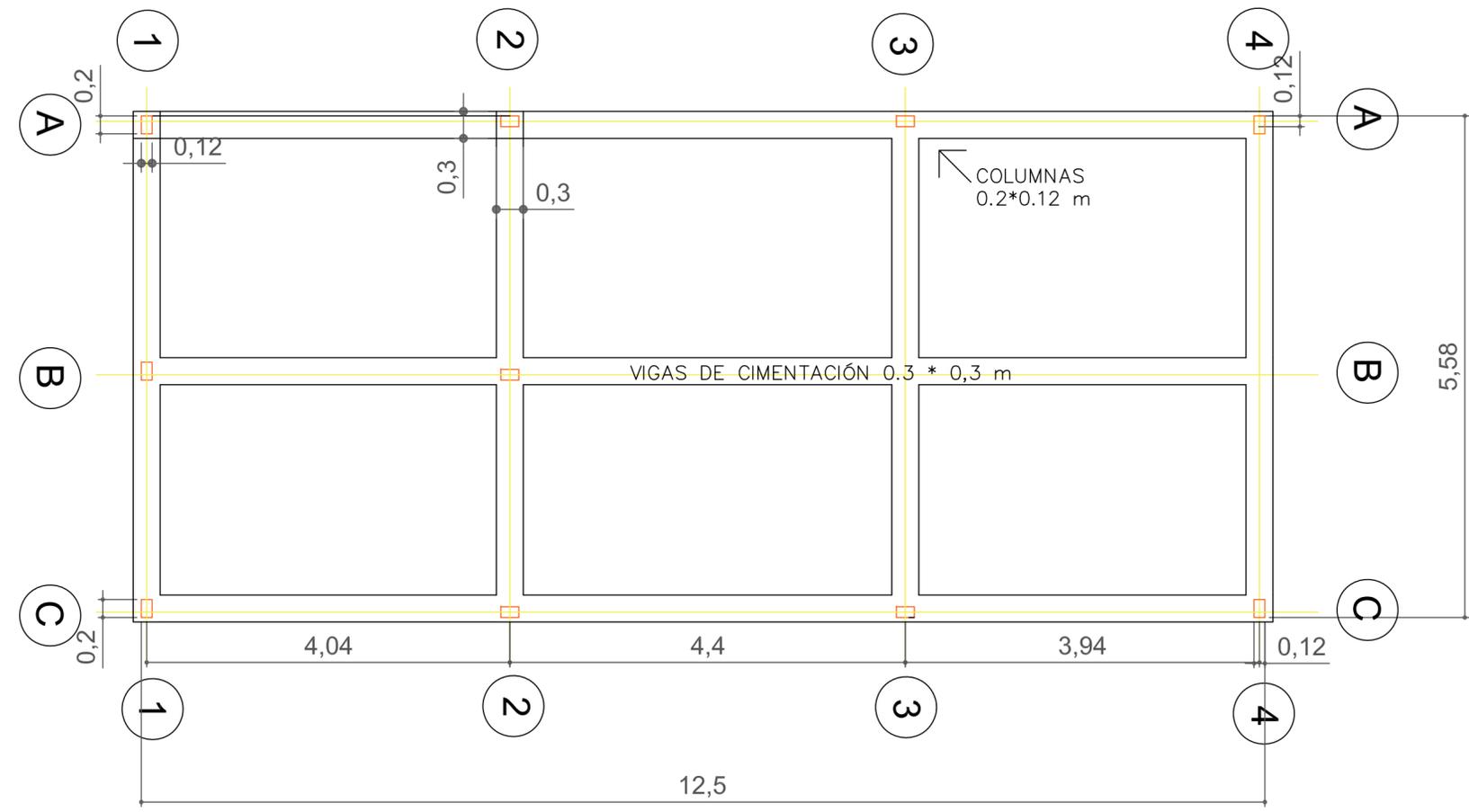
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

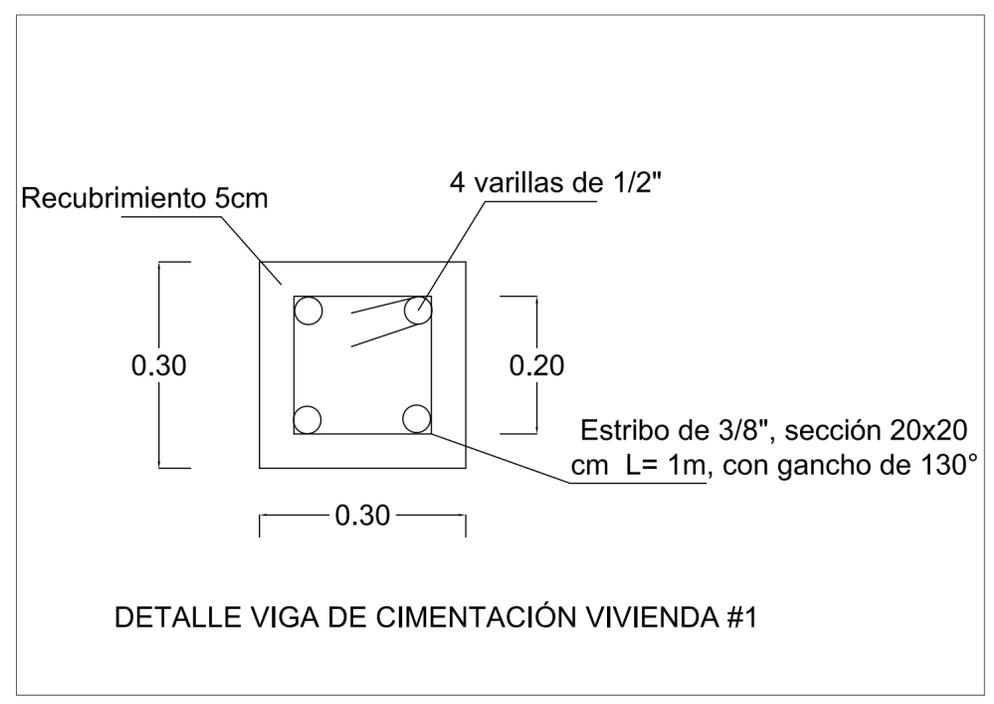
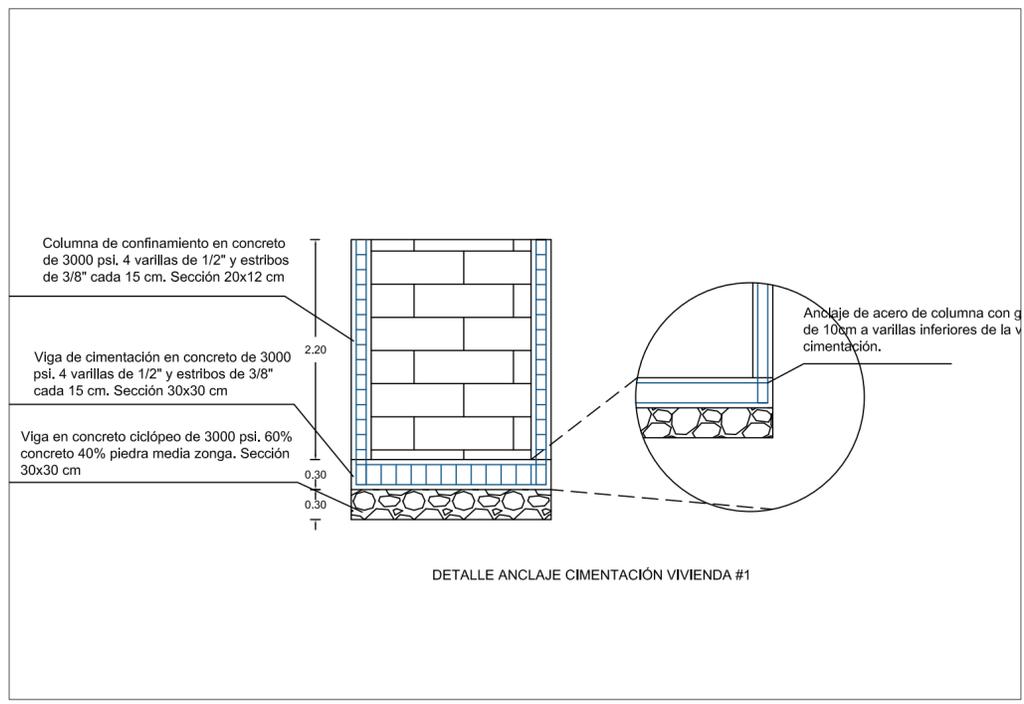
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.:**  
3 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS LEVANTAMIENTOS INICIALES



**PLANO ESTRUCTURAL Y CIMENTACIÓN VIVIENDA #1**



PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO VENTILADOR  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
**PLANO ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDA #2**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIANTES:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

OBSERVACIONES

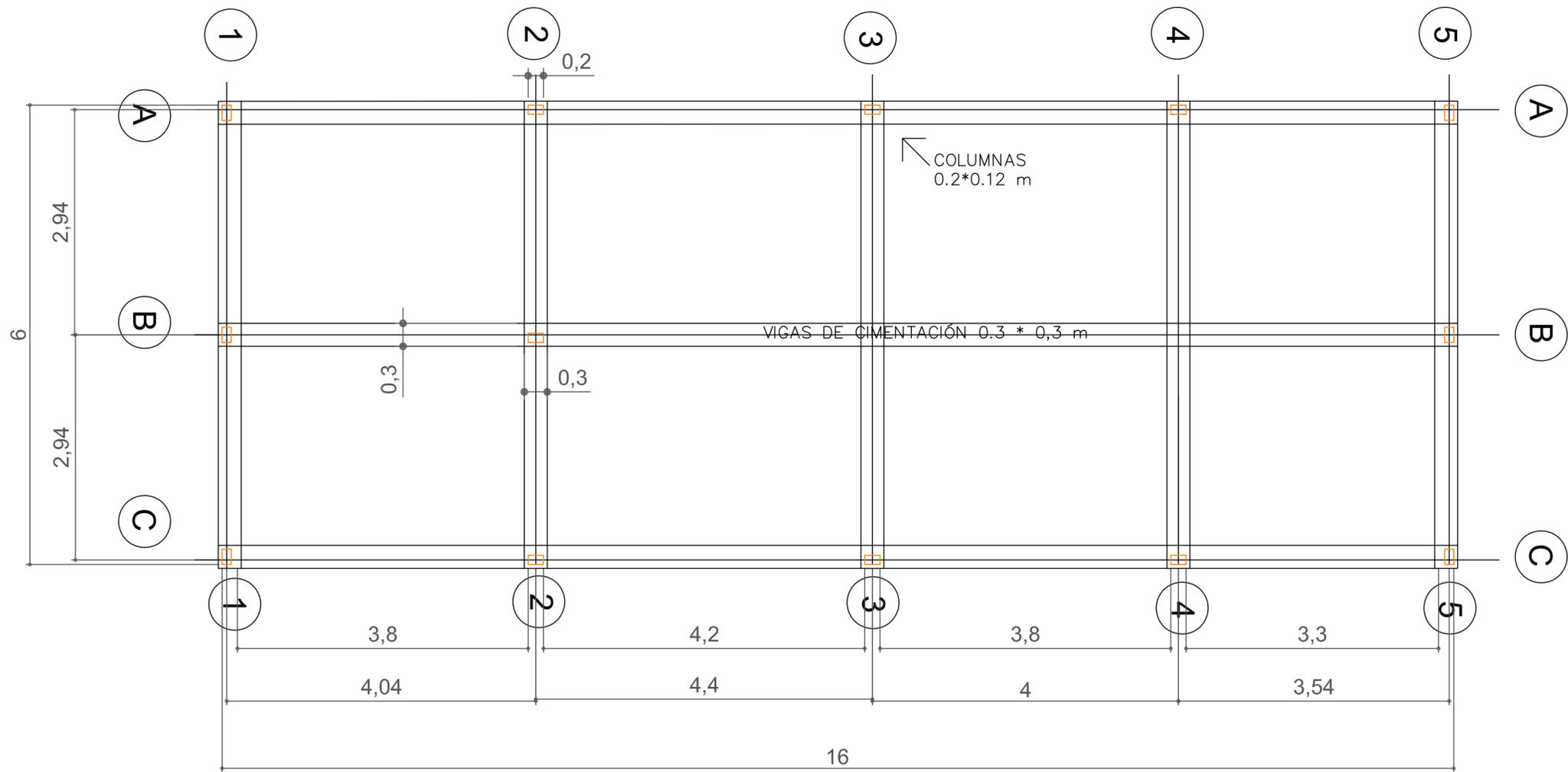
OBSERVACIONES

ESCALA :  
**1:50**

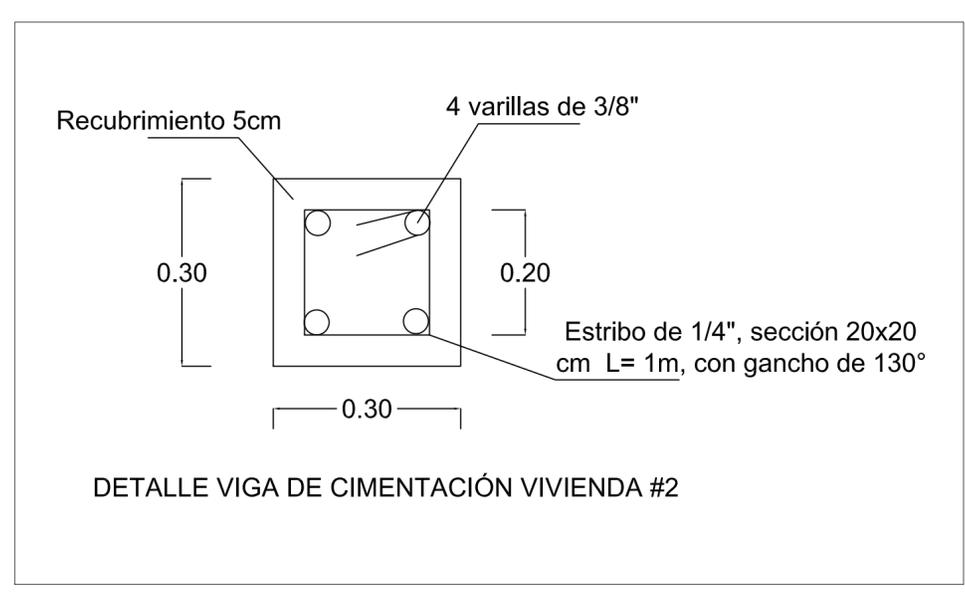
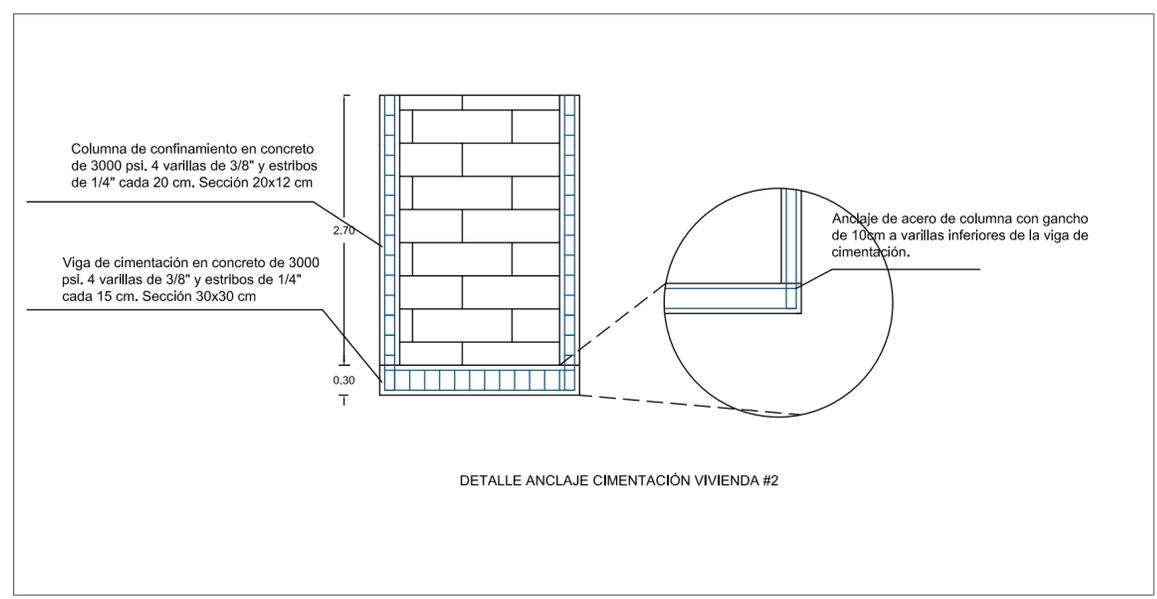
FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
**3 DE 3**

ARCHIVO :  
PLANOS LEVANTAMIENTOS INICIALES



## PLANO ESTRUCTURAL Y CIMENTACIÓN VIVIENDA #2



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LIMONAR BAJO  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDA #3**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCIA

**OBSERVACIONES**

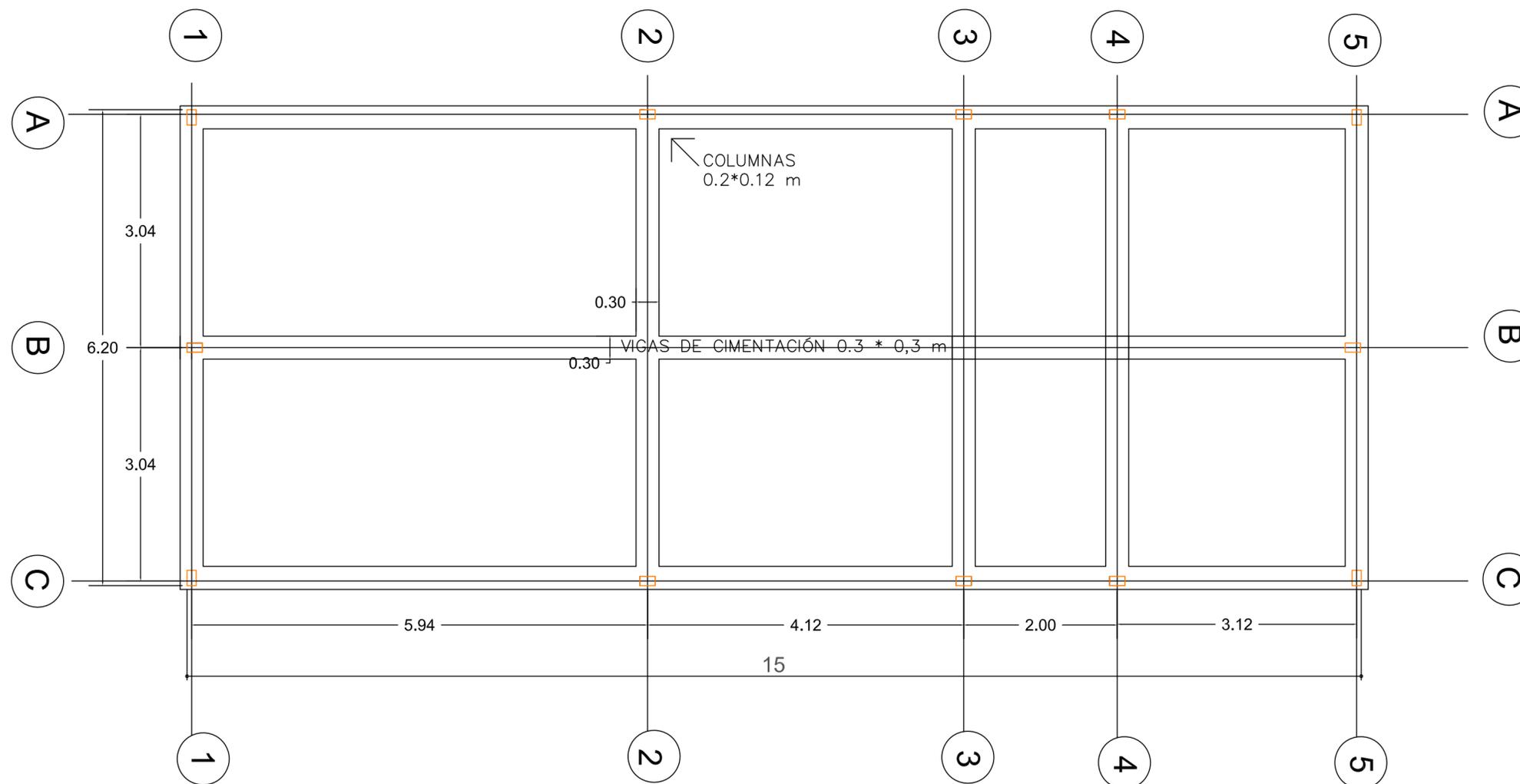
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

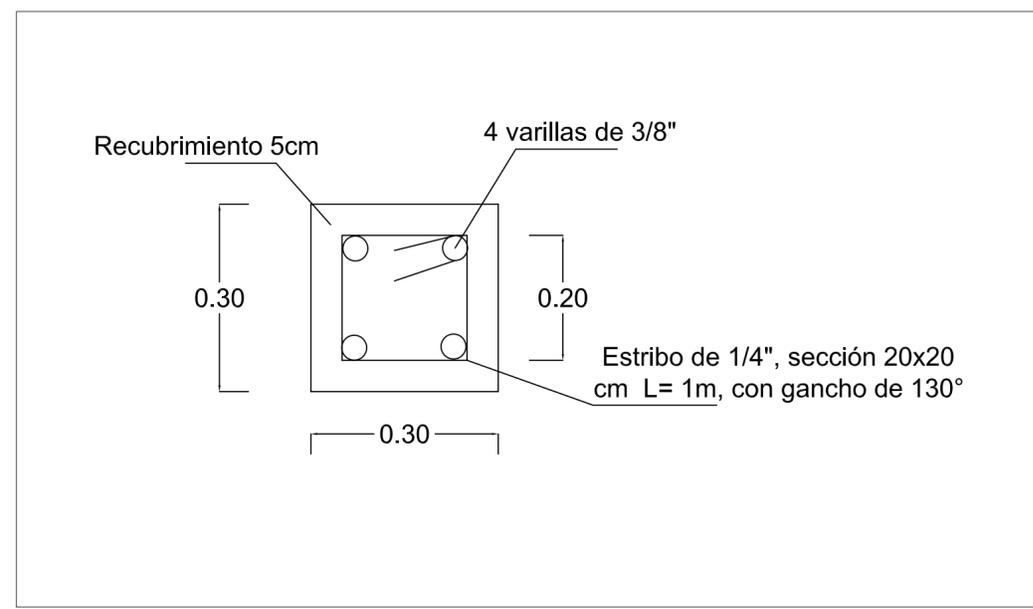
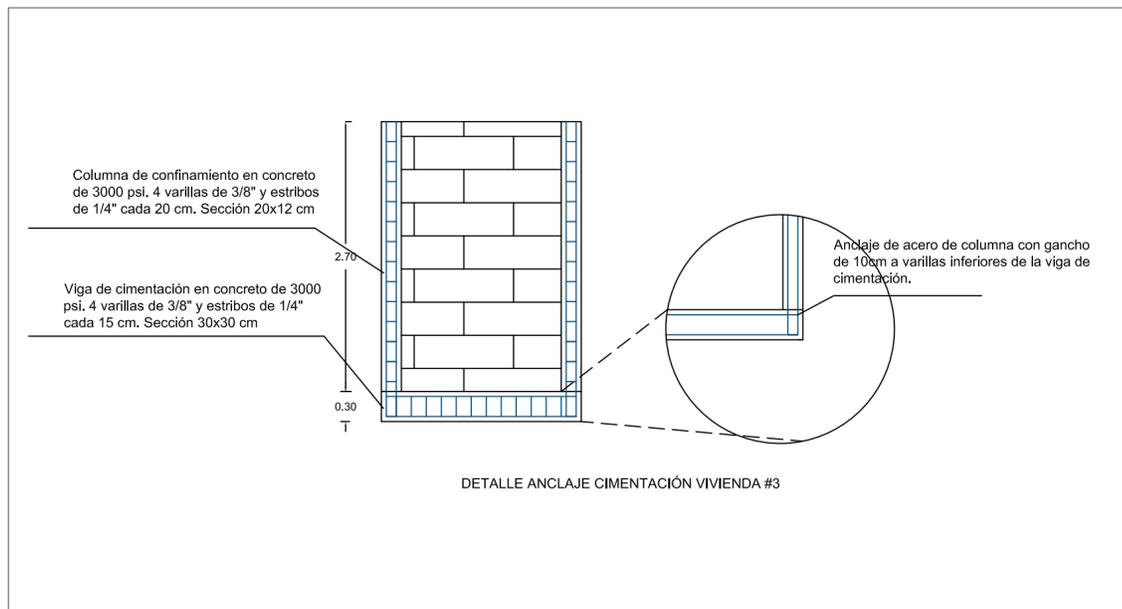
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.:**  
3 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS LEVANTAMIENTOS INICIALES



### PLANO ESTRUCTURAL Y CIMENTACIÓN VIVIENDA #3



PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO LOS ALPES  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
**PLANO ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDA #4**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIANTES:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCIA

OBSERVACIONES

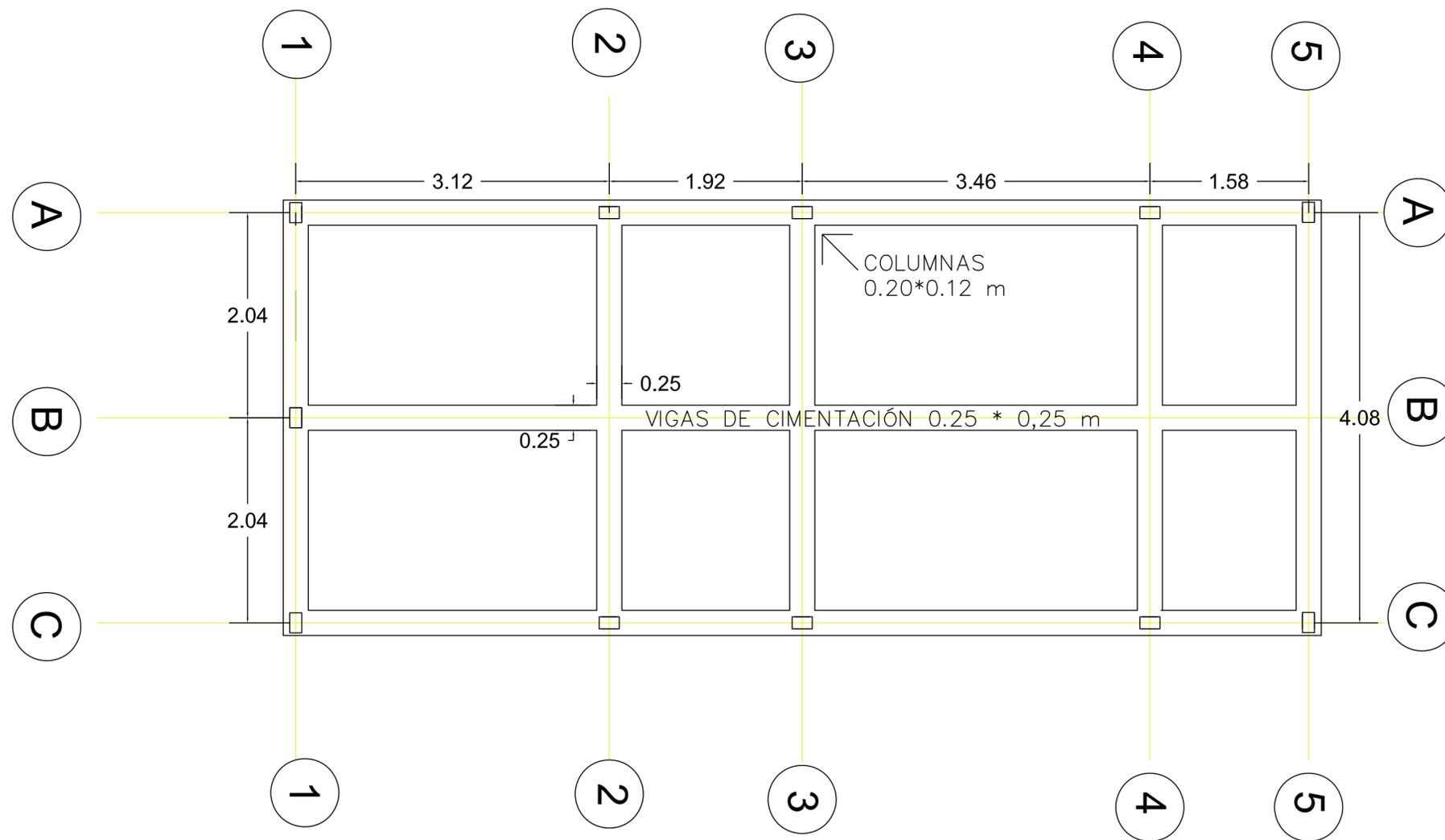
OBSERVACIONES

ESCALA :  
**1:40**

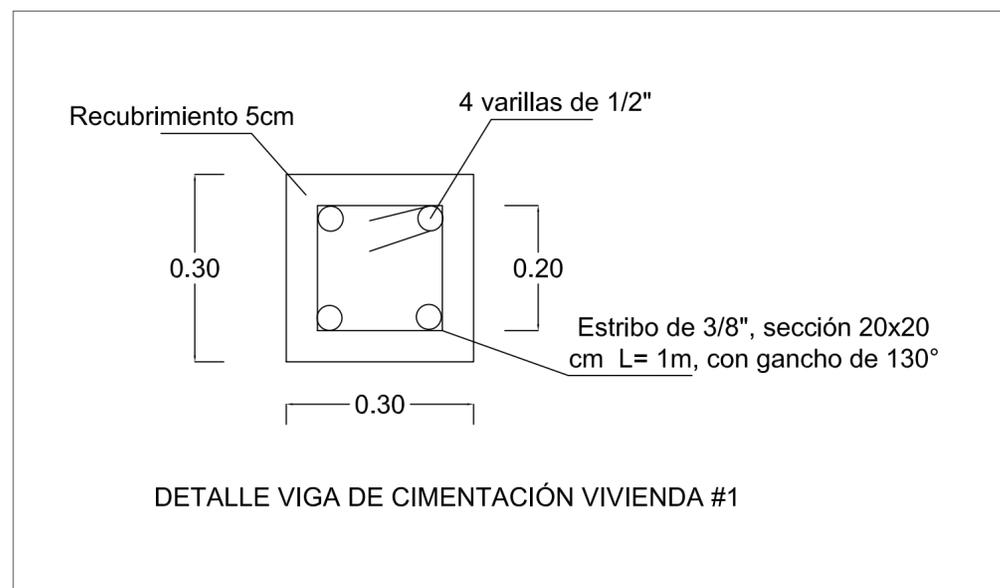
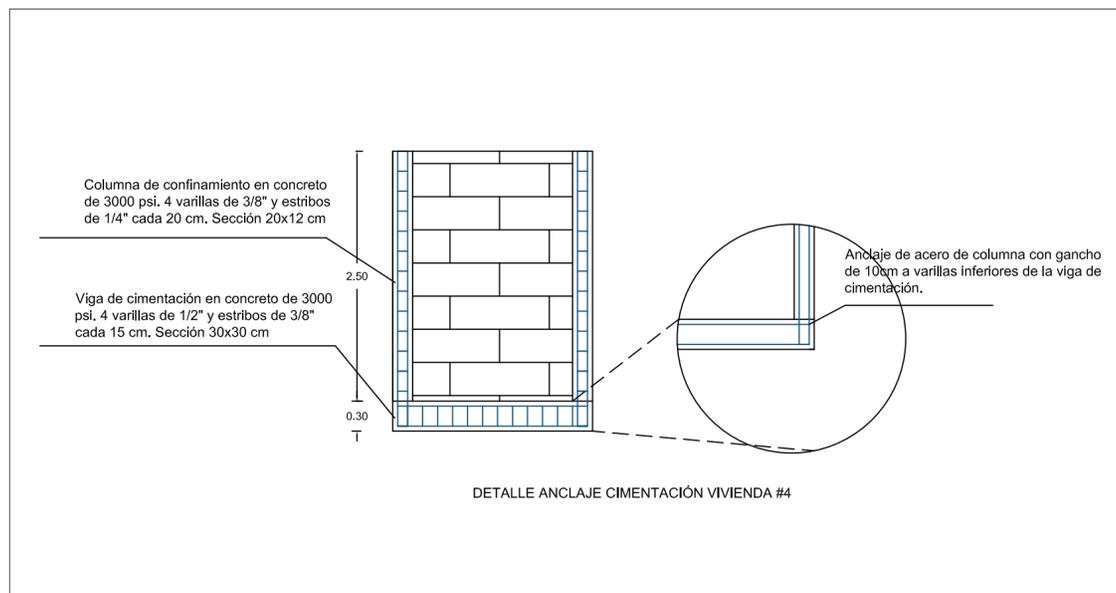
FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
**3 DE 3**

ARCHIVO :  
PLANOS LEVANTAMIENTOS INICIALES



## PLANO ESTRUCTURAL Y CIMENTACIÓN VIVIENDA #4





UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO VILLA SOLEDAD  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
  
**PLANO FACHADA Y CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA #1**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIANTES:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

OBSERVACIONES

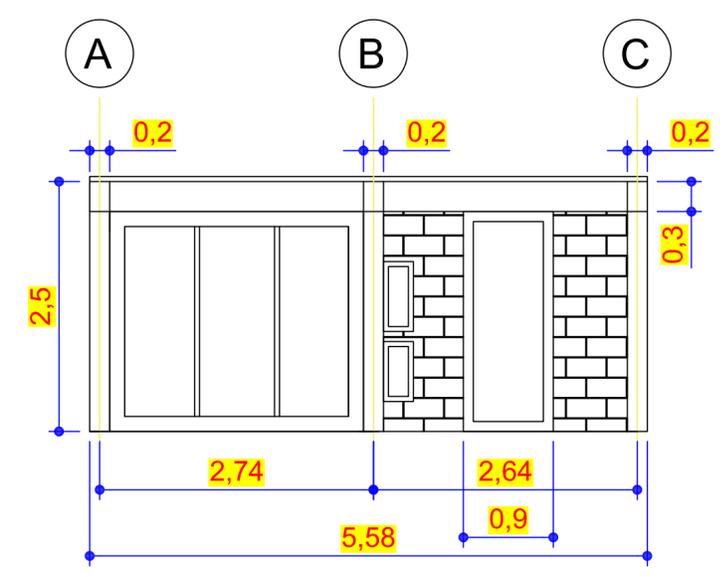
OBSERVACIONES

ESCALA :  
**1:40**

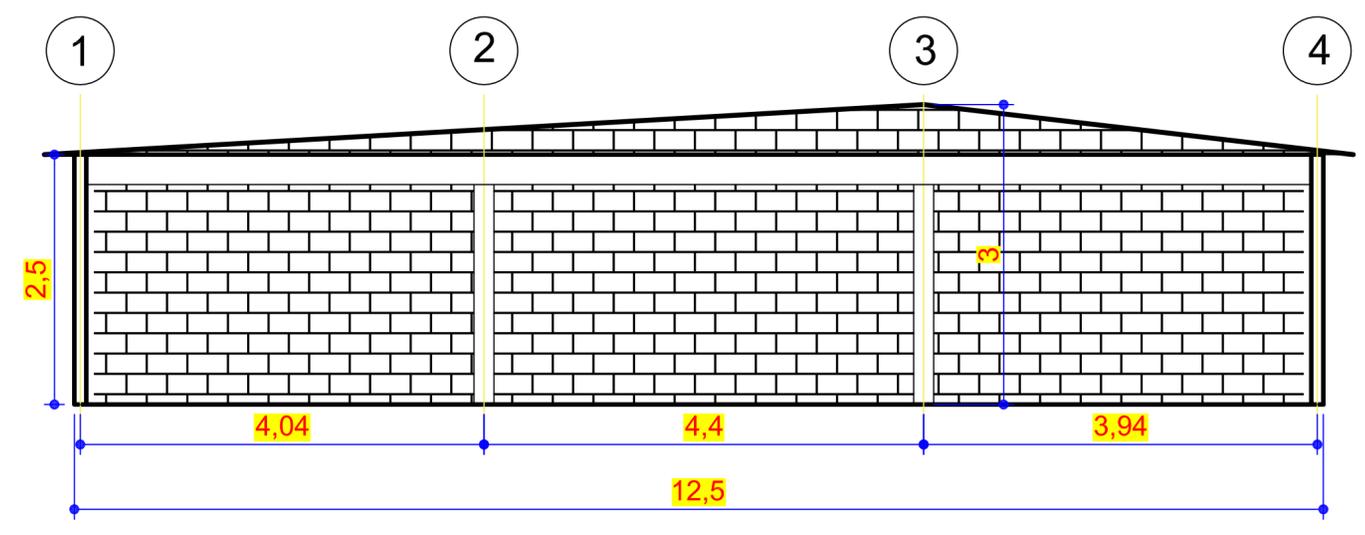
FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
**2**  
DE  
**4**

ARCHIVO :  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



FACHADA VIVIENDA #1



CORTE LONGITUDINAL A-A  
Y C-C VIVIENDA #1

PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO VILLA SOLEDAD  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
  
**PLANO FACHADA Y CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA #1**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIANTES:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

OBSERVACIONES

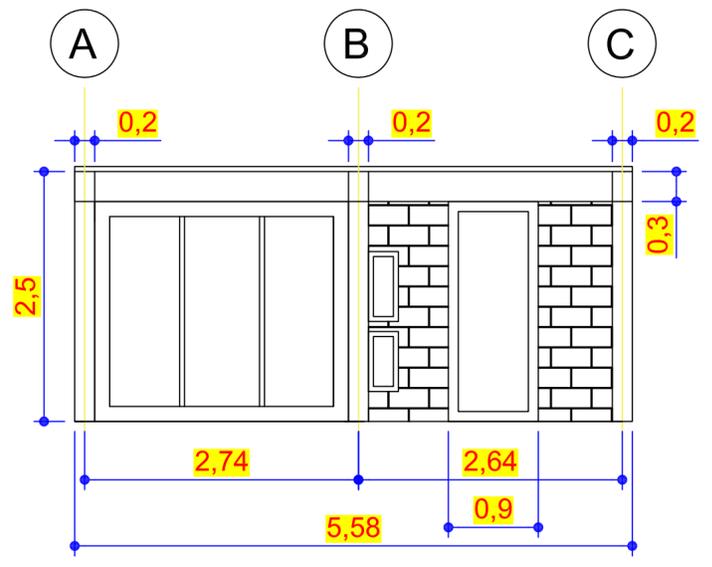
OBSERVACIONES

ESCALA :  
**1:40**

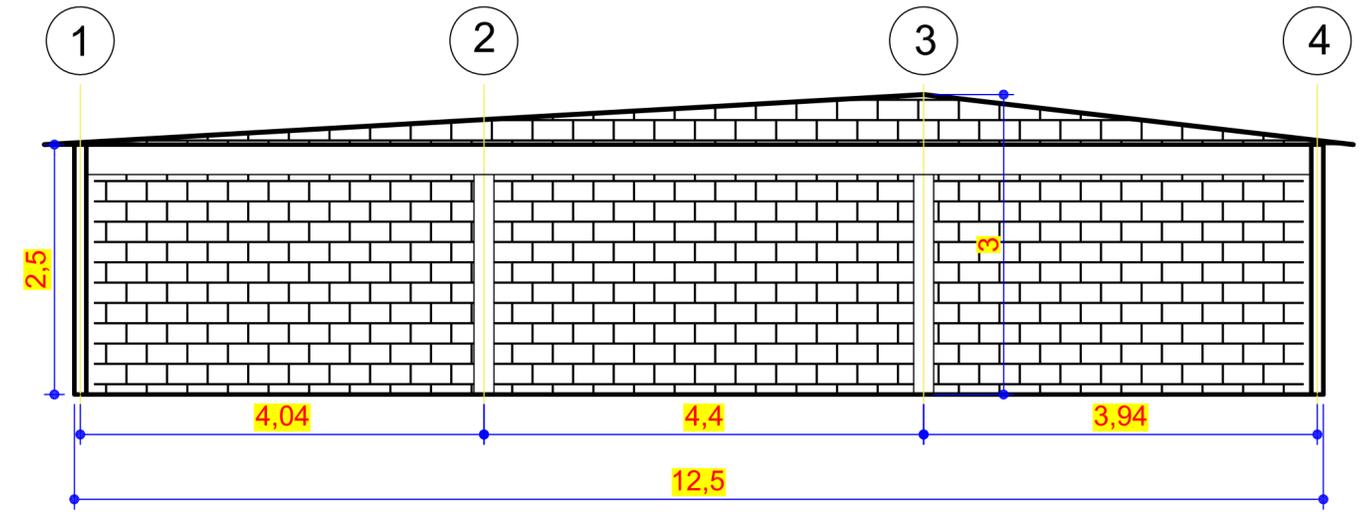
FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
**2**  
DE  
**3**

ARCHIVO :  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



FACHADA VIVIENDA #1



CORTE LONGITUDINAL A-A  
Y C-C VIVIENDA #1



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LIMONAR BAJO  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO FACHADA Y CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA #3**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

---



---



---



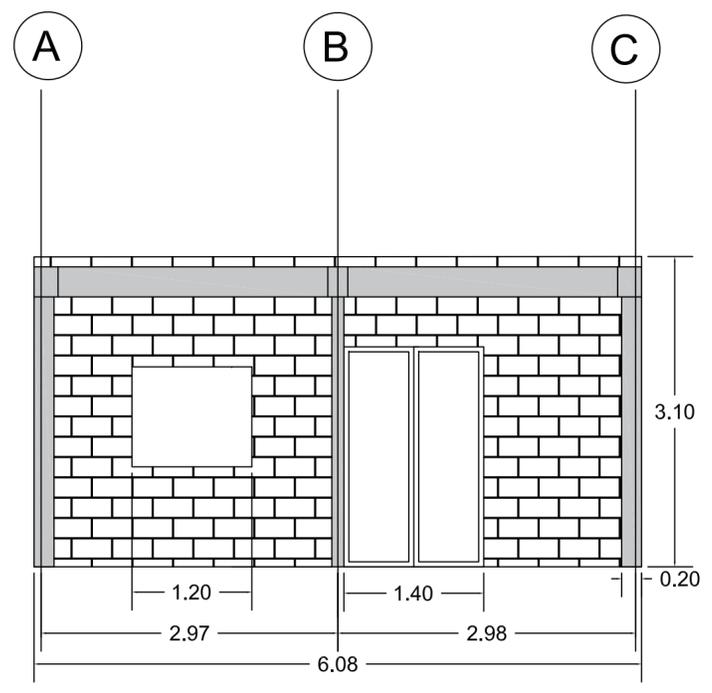
---

**ESCALA :**  
1:50

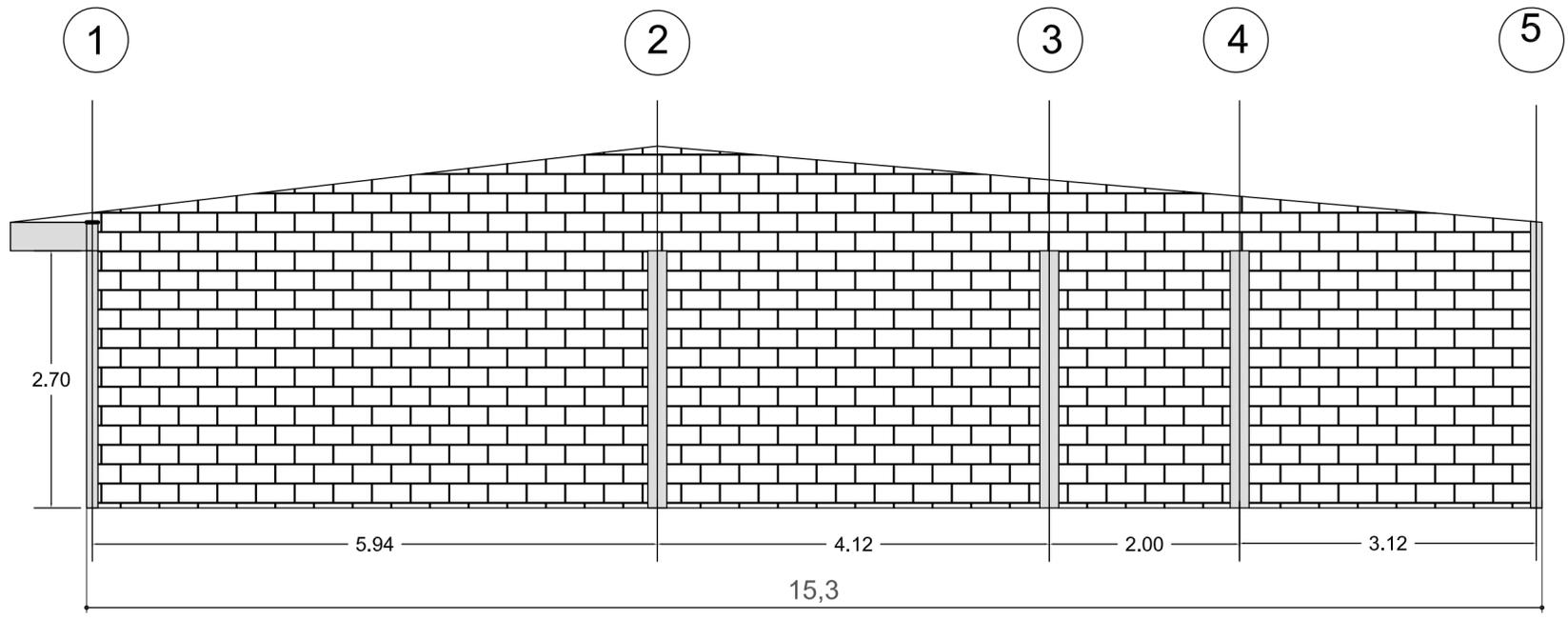
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
2  
DE  
3

**ARCHIVO :**  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



FACHADA VIVIENDA #3



CORTE LONGITUDINAL A-A  
Y C-C VIVIENDA #3



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LOS ALPES  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO FACHADA Y CORTE LONGITUDINAL VIVIENDA #4**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

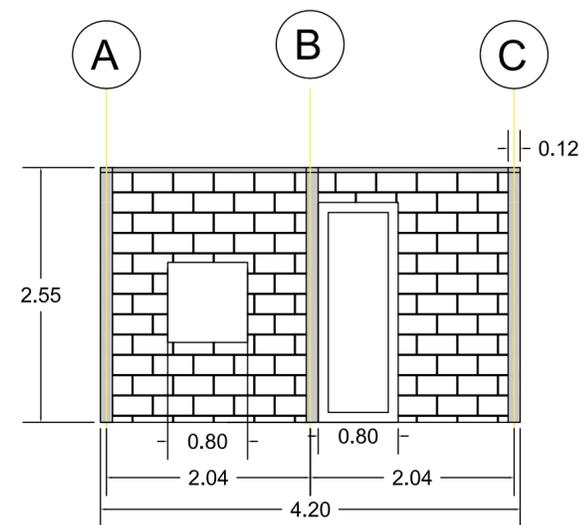
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

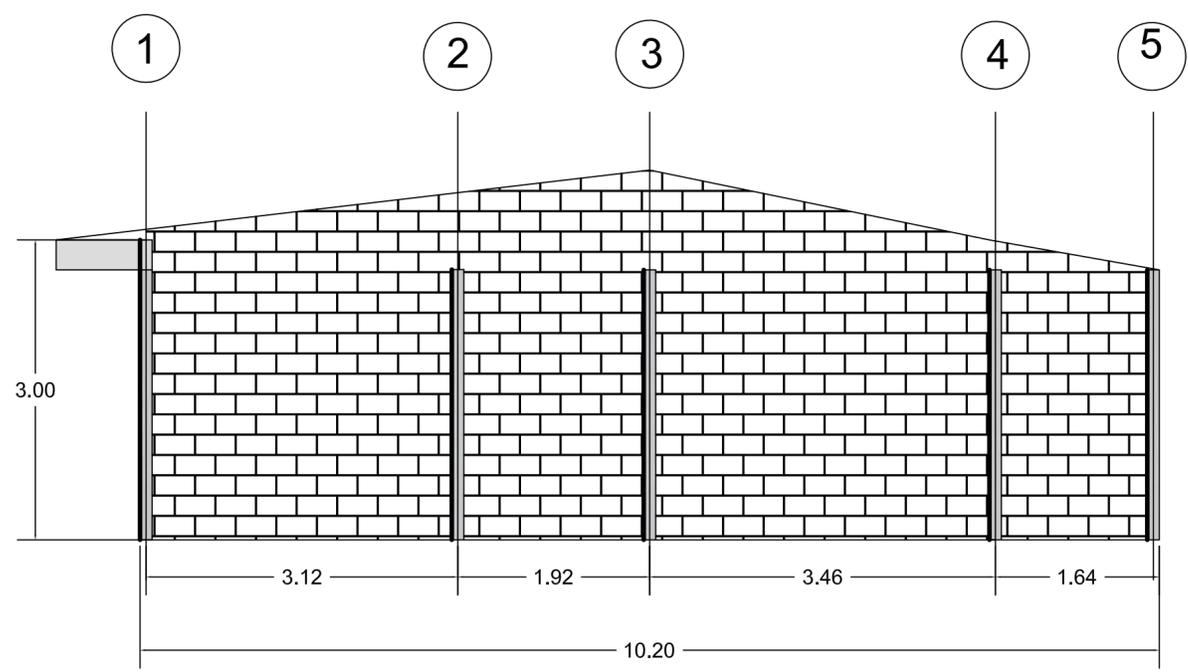
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
2  
DE  
3

**ARCHIVO :**  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



FACHADA VIVIENDA #4



CORTE LONGITUDINAL A-A  
Y C-C VIVIENDA #4



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sísmo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO VILLA SOLEDAD  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
**PLANO VISTA EN PLANTA  
ARQUITECTÓNICA DE  
VIVIENDA #1**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIANTE:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

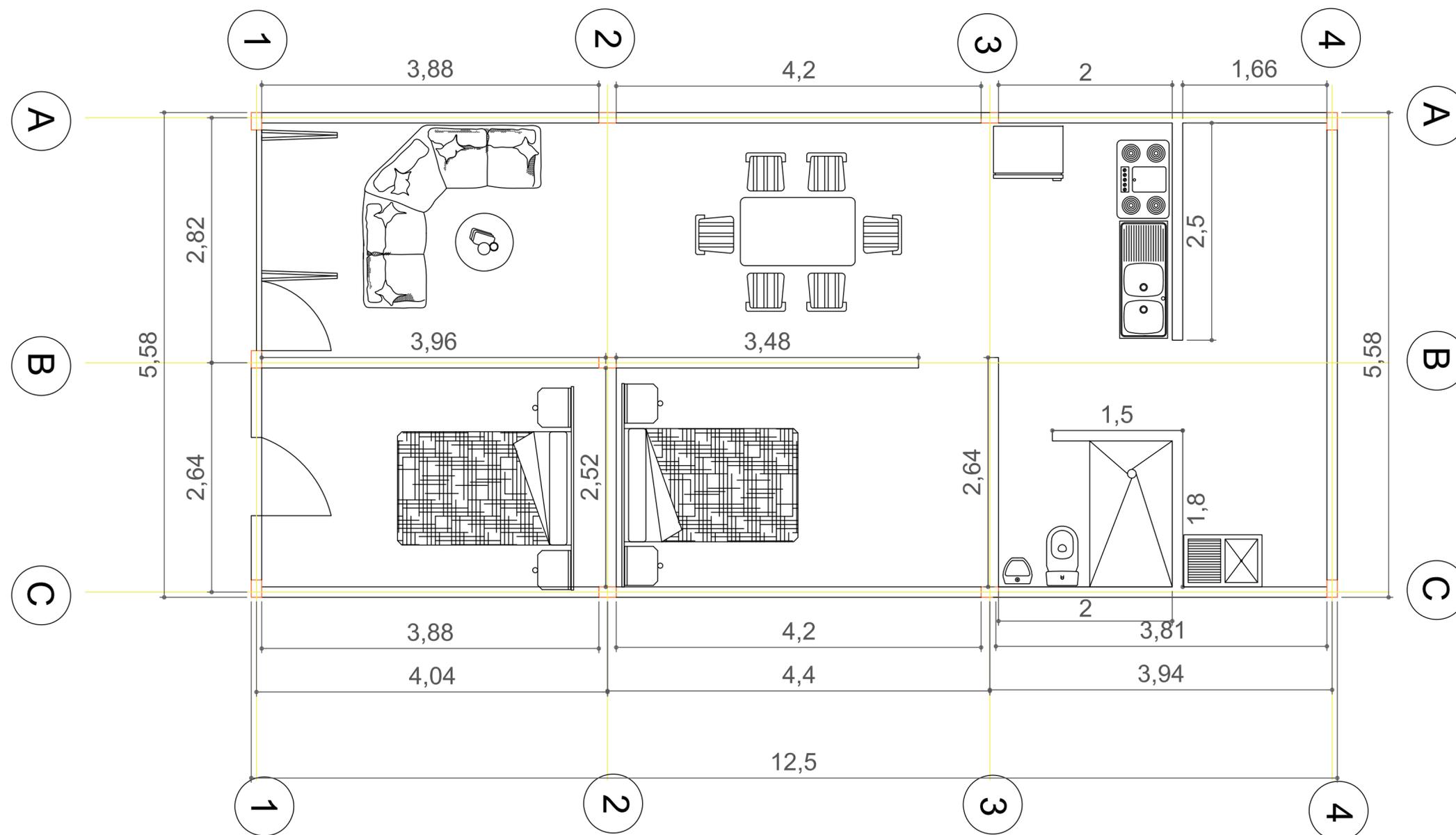
OBSERVACIONES

ESCALA :  
1:40

FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
1 DE 3

ARCHIVO :  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



PLANO ARQUITECTÓNICO  
VISTA EN PLANTA



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO VENTILADOR  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO VISTA EN PLANTA  
ARQUITECTÓNICA DE  
VIVIENDA #2**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

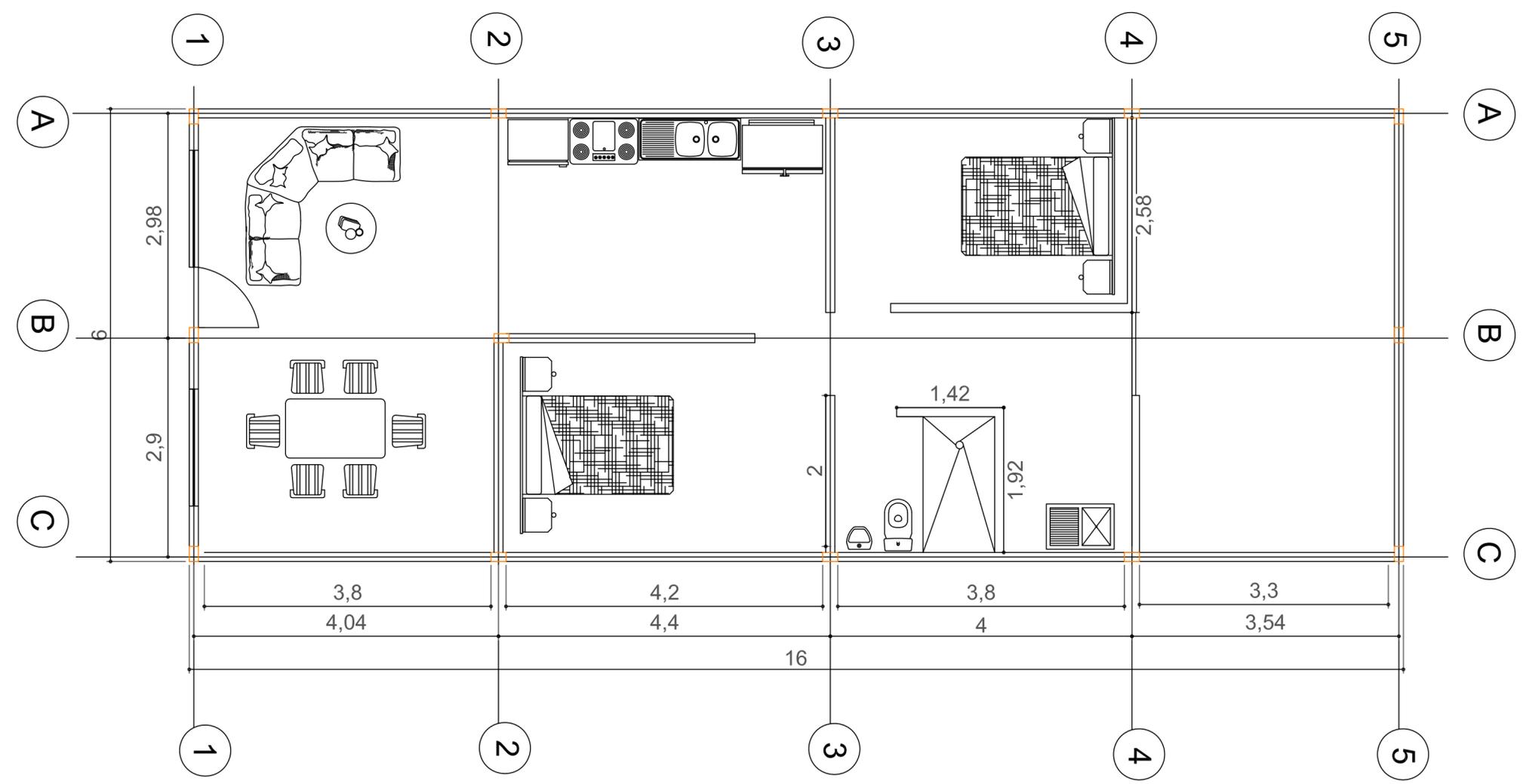
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
1 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



**PLANO ARQUITECTONICO  
VISTA EN PLANTA VIVIENDA #2**



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LIMONAR BAJO  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO VISTA EN PLANTA  
ARQUITECTÓNICA DE  
VIVIENDA #3**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

Blank space for notes or observations.

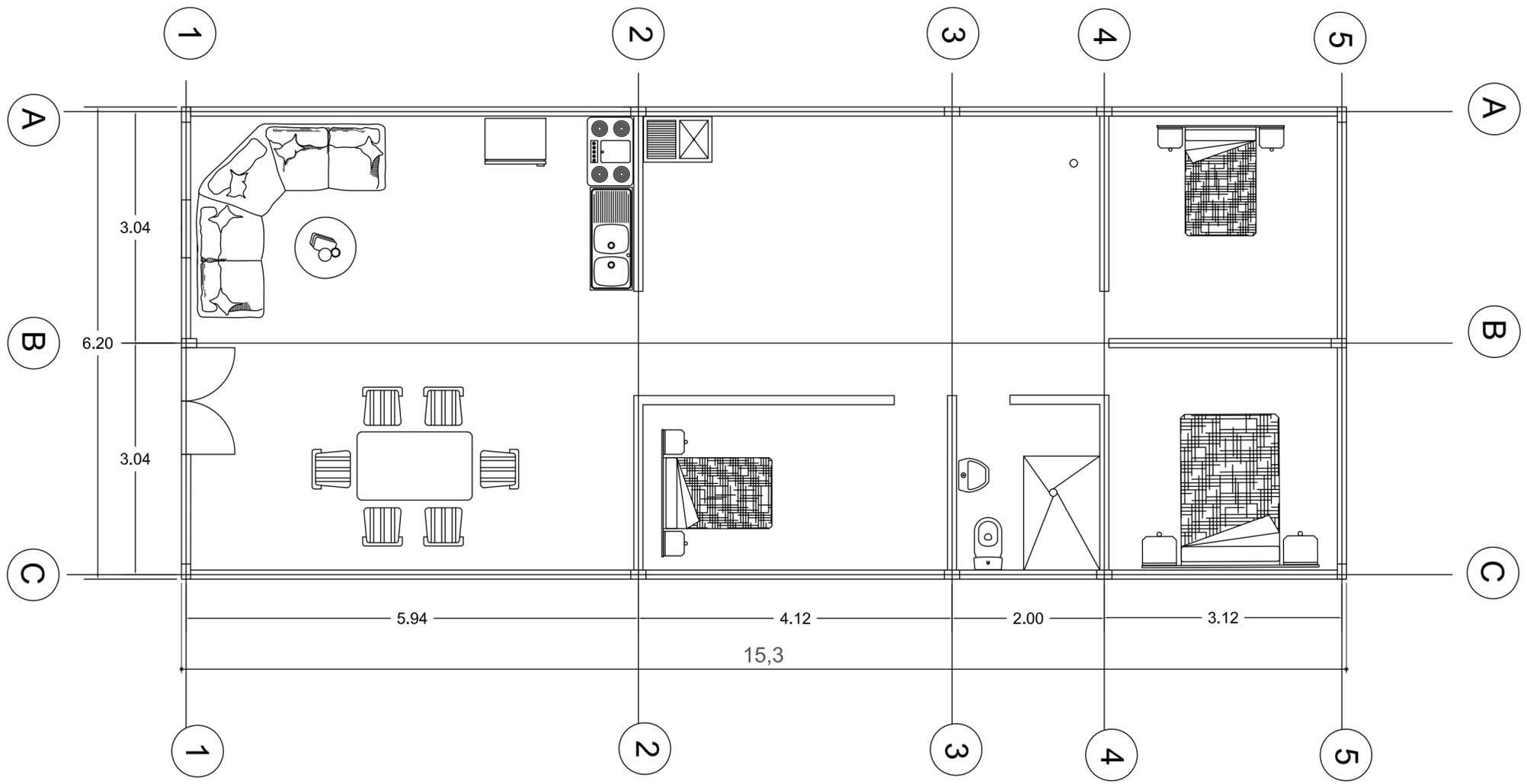
**OBSERVACIONES**


**ESCALA :**  
1:50

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
1 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



**PLANO ARQUITECTÓNICO  
VISTA EN PLANTA VIVIENDA #3**



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LOS ALPES  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
**PLANO VISTA EN PLANTA  
ARQUITECTÓNICA DE  
VIVIENDA #4**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTE:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

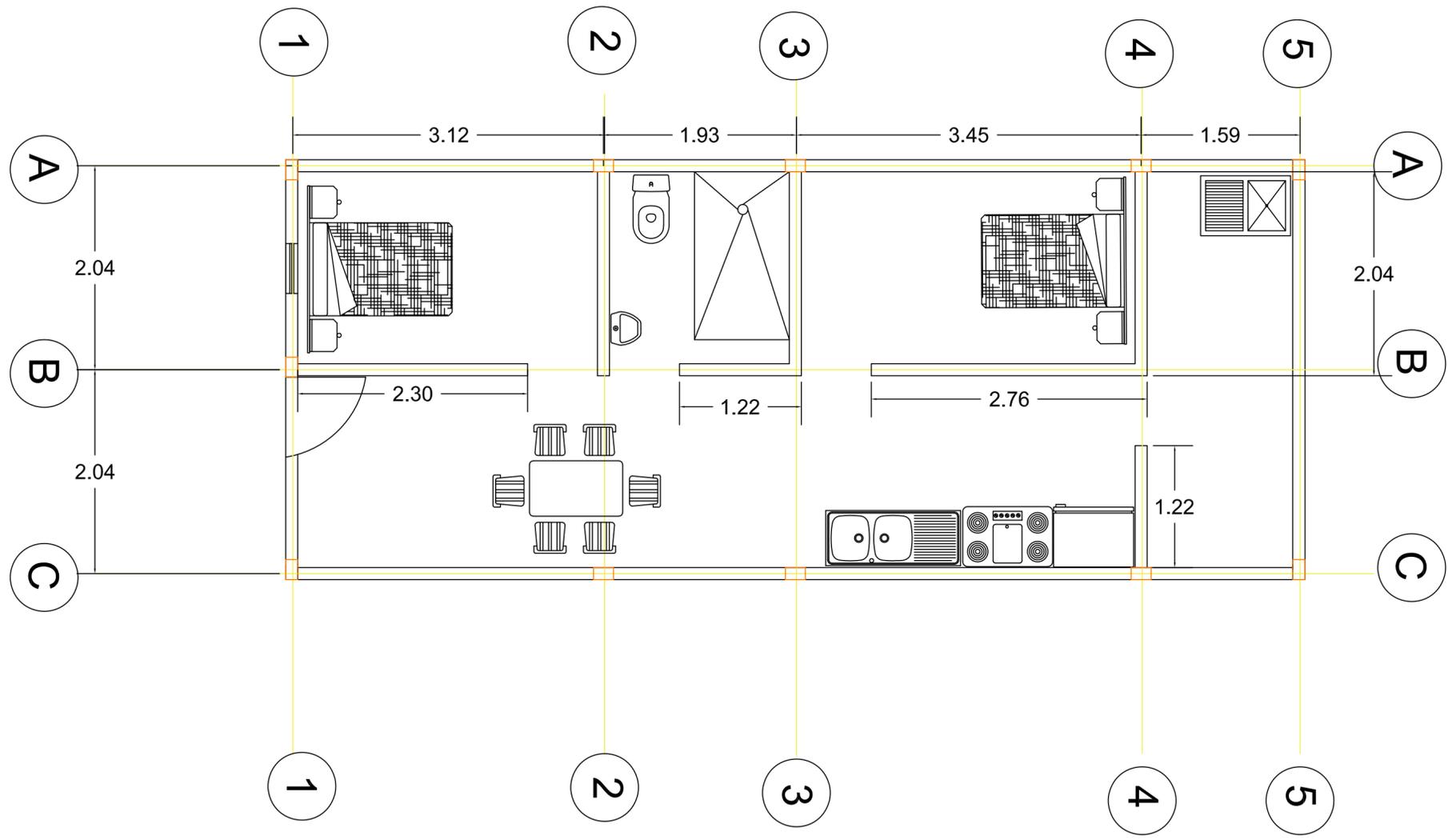
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:40

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
1 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS  
LEVANTAMIENTOS  
INICIALES



**PLANO ARQUITECTÓNICO VISTA EN PLANTA  
VIVIENDA #4**

PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO VILLA SOLEDAD  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
**MUROS EN ALZADO, DETALLES DE VIGA CINTA Y COLUMNAS DE LA PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA LA VIVIENDA #1**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIANTES:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

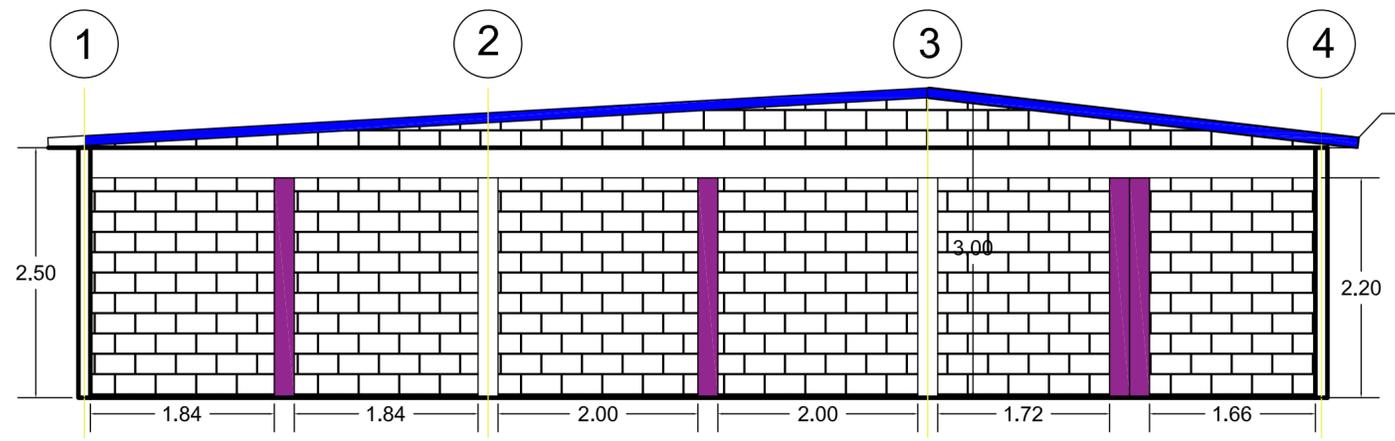
OBSERVACIONES

ESCALA :  
**1:50**

FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
**2 DE 3**

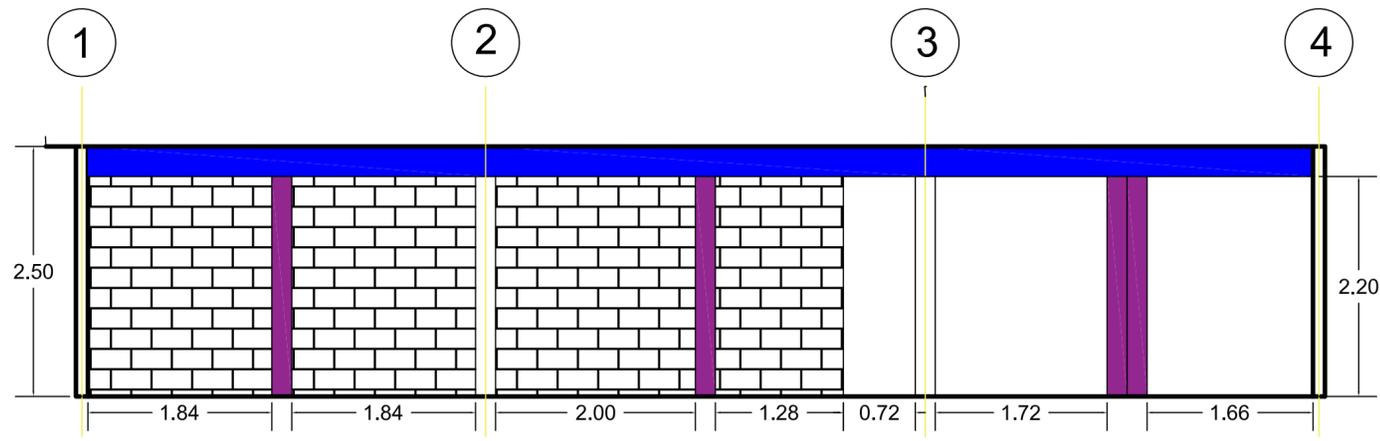
ARCHIVO :  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



Cinta de amarre en concreto de 3000 psi.  
Sección 12 x 12 cm  
Reforzo long: 2 varillas #3  
Reforzo transversal: L= 10 cm c/ 0.2m

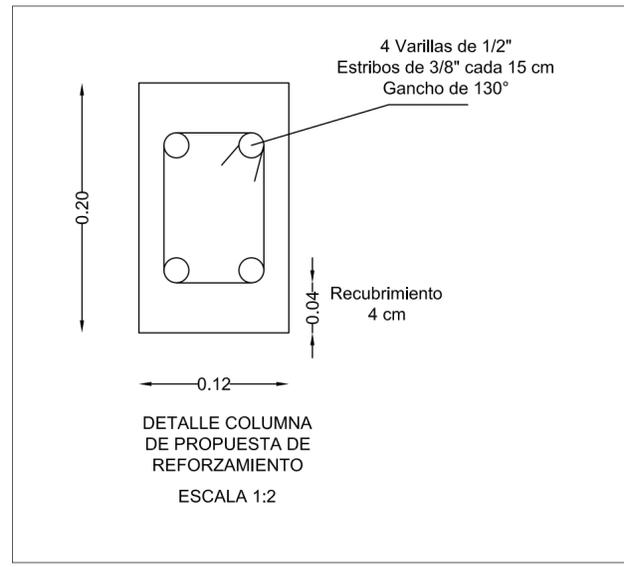
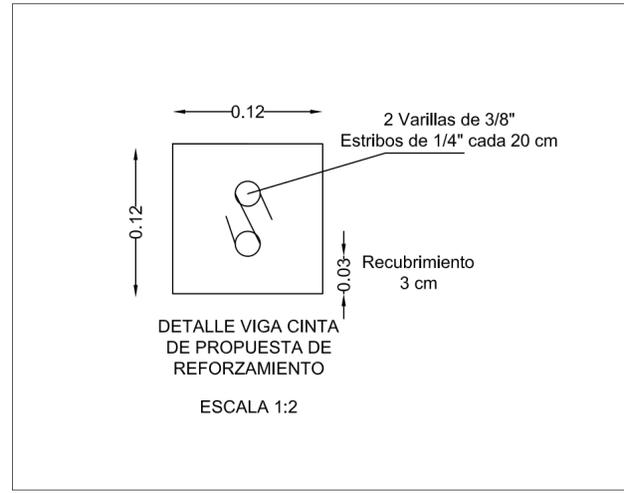
**CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C  
PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA  
LA VIVIENDA #1**

Viga cinta nueva ■      Columnas nuevas ■



**CORTE LONGITUDINAL B-B  
PROPUESTA DE REFORZAMIENTO  
PARA LA VIVIENDA #1**

Viga de amarre nueva ■      Columnas nuevas ■



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO VENTILADOR  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
Muros en alzado,  
detalles de viga cinta y  
columnas de la  
propuesta de  
reforzamiento para la  
vivienda #2

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCIA

**OBSERVACIONES**

**OBSERVACIONES**

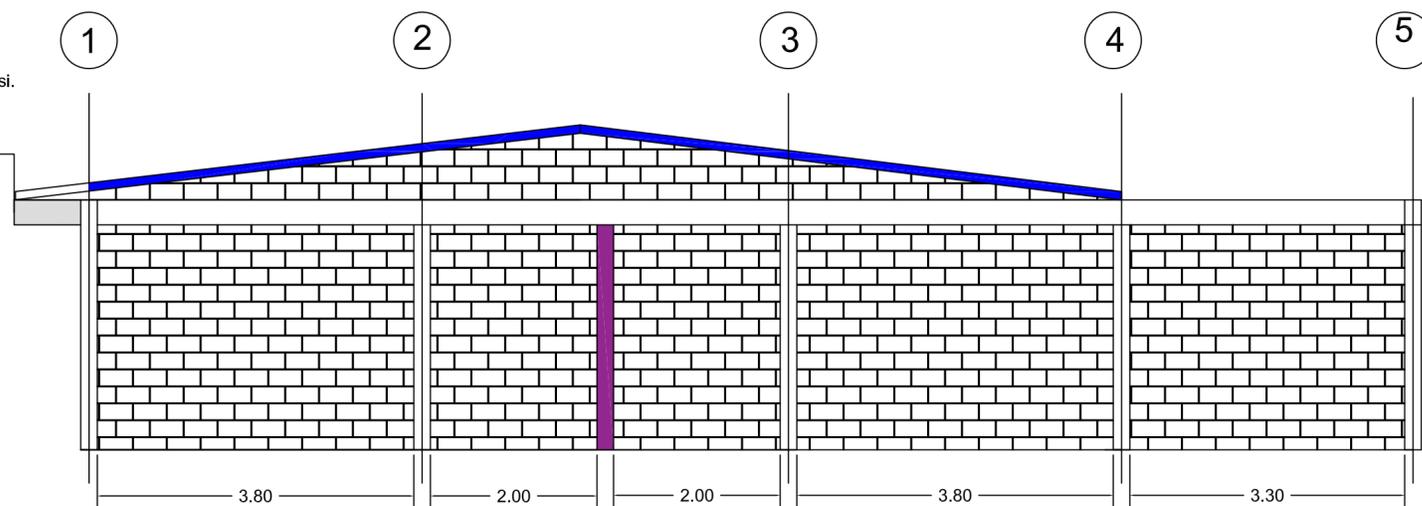
**ESCALA :**  
1:60

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.:**  
2 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS  
PROPUESTA DE  
REFORZAMIENTO

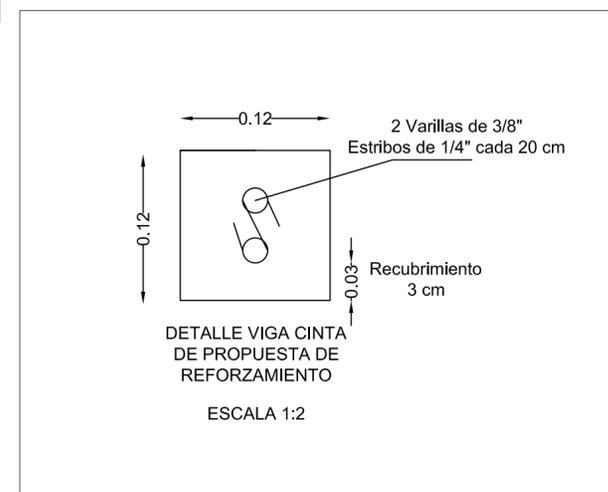
Cinta de amarre en concreto de 3000 psi.  
Sección 12 x 12 cm  
Reforzo long: 2 varillas #3  
Reforzo transversal: L= 10 cm c/ 0.2m



**CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C  
PROPUESTA DE REFORZAMIENTO  
VIVIENDA #2**

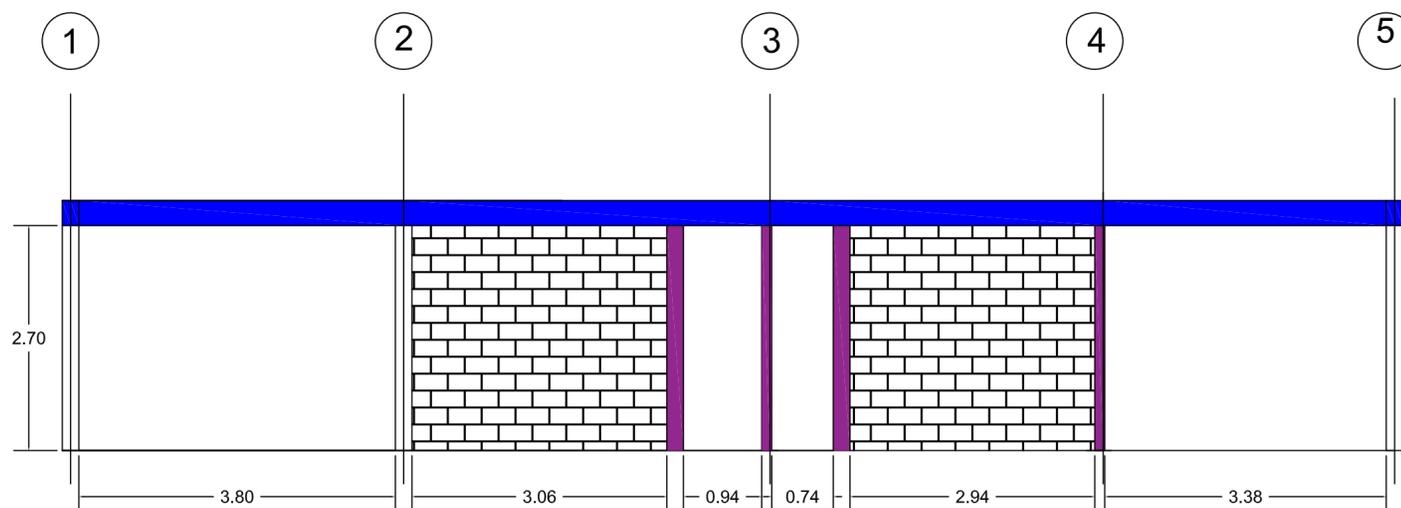
Viga de amarre nueva ■

Columnas nuevas ■



**DETALLE VIGA CINTA  
DE PROPUESTA DE  
REFORZAMIENTO**

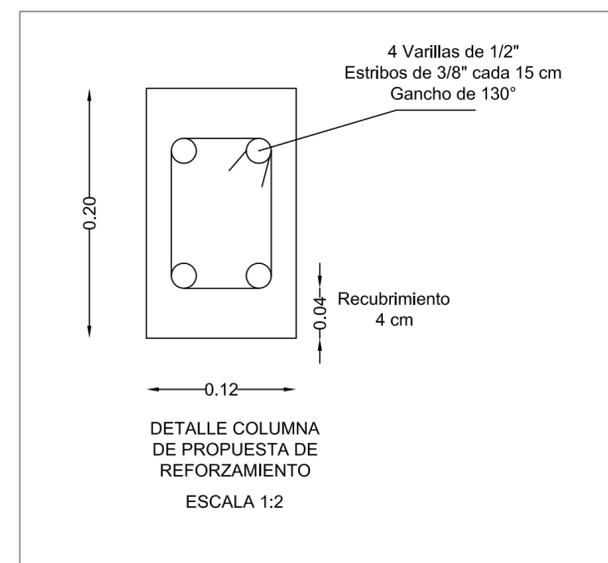
ESCALA 1:2



**CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C  
PROPUESTA DE REFORZAMIENTO  
VIVIENDA #2**

Viga de amarre nueva ■

Columnas nuevas ■



**DETALLE COLUMNA  
DE PROPUESTA DE  
REFORZAMIENTO**

ESCALA 1:2

**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LIMONAR BAJO  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
Muros en alzado,  
detalles de viga cinta y  
columnas de la  
propuesta de  
reforzamiento para la  
vivienda #3

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CODIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CODIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCIA

**OBSERVACIONES**

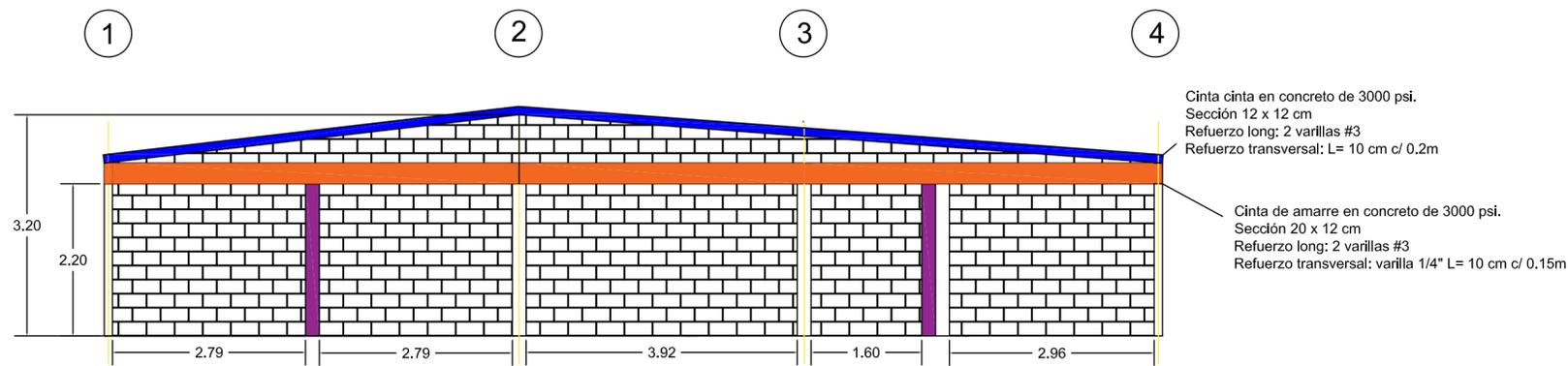
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:70

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.:**  
2 DE 4

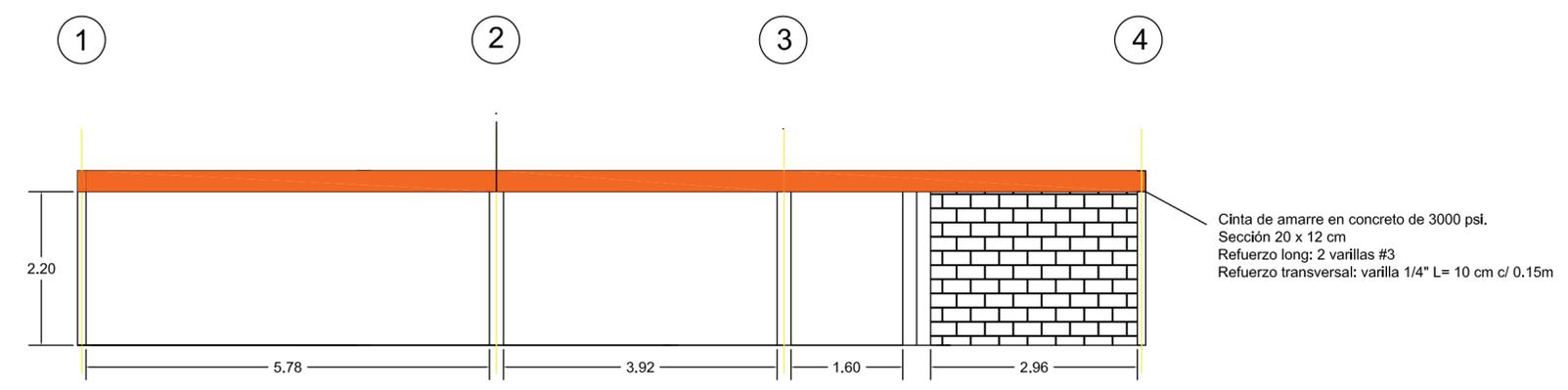
**ARCHIVO :**  
PLANOS  
PROPUESTA DE  
REFORZAMIENTO



**CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C  
PROPUESTA DE  
REFORZAMIENTO VIVIENDA #3**

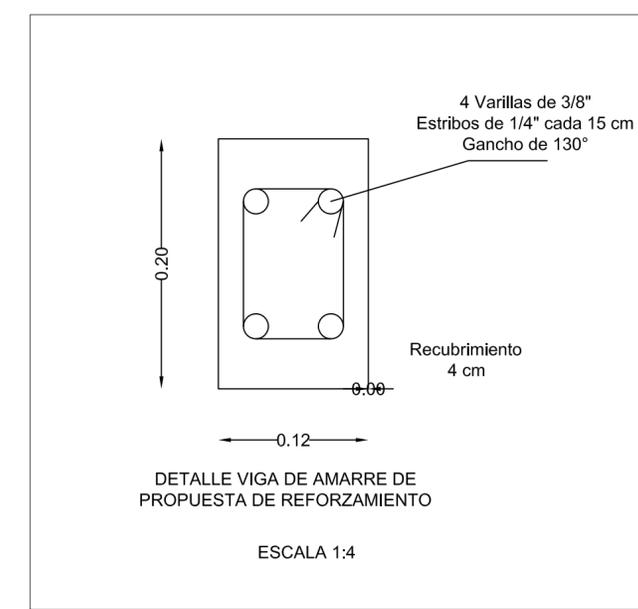
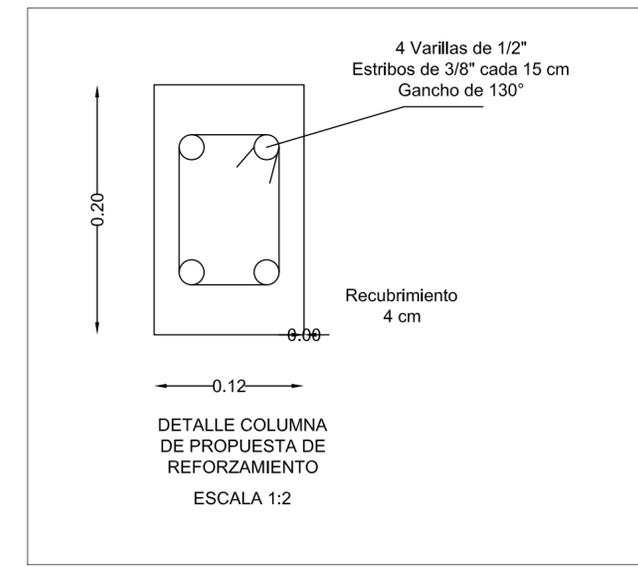
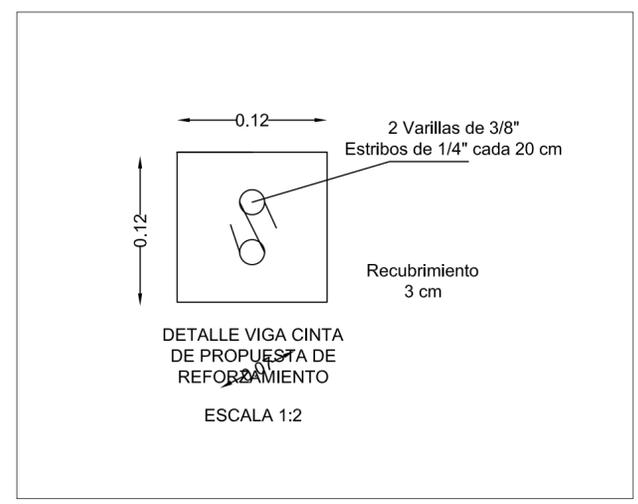
Viga cinta nueva ■

Viga de amarre nueva ■      Columnas nuevas ■



**CORTE LONGITUDINAL B-B  
PROPUESTA DE  
REFORZAMIENTO VIVIENDA #3**

Viga de amarre nueva ■      Columnas nuevas ■



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LOS ALPES  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
**MUROS EN ALZADO, DETALLES DE VIGA CINTA Y COLUMNAS DE LA PROPUESTA DE REFORZAMIENTO PARA LA VIVIENDA #4**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CODIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CODIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCIA

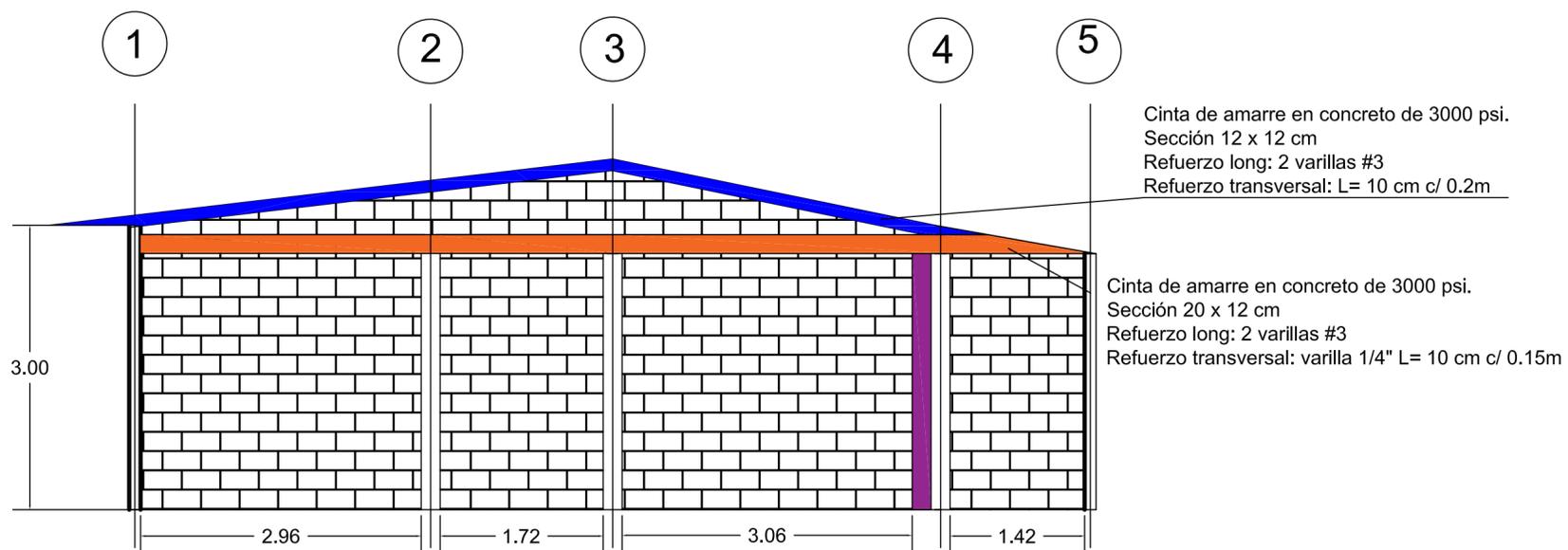
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.:**  
2 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



**CORTE LONGITUDINAL A-A Y C-C  
PROPUESTA DE REFORZAMIENTO  
VIVIENDA #4**

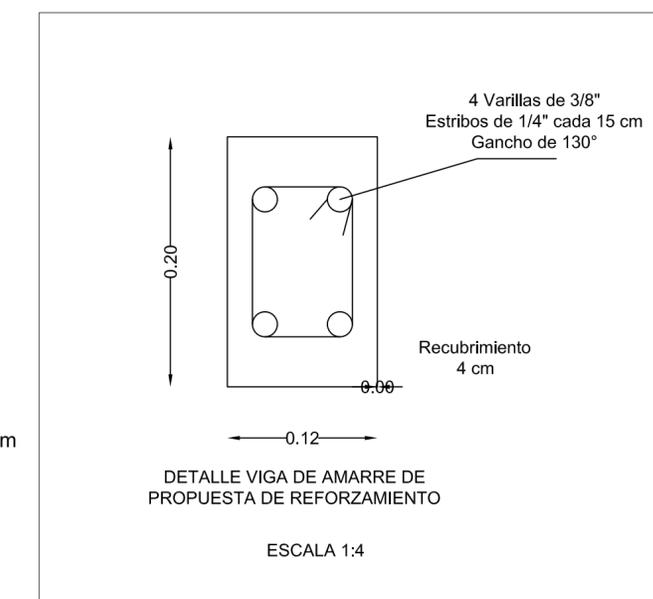
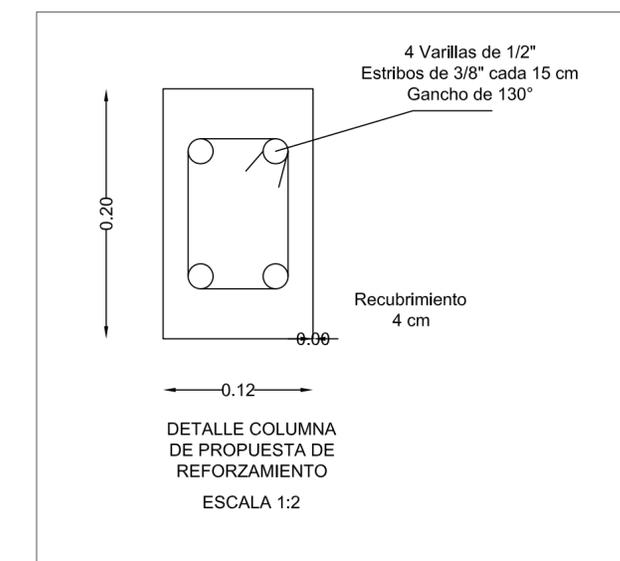
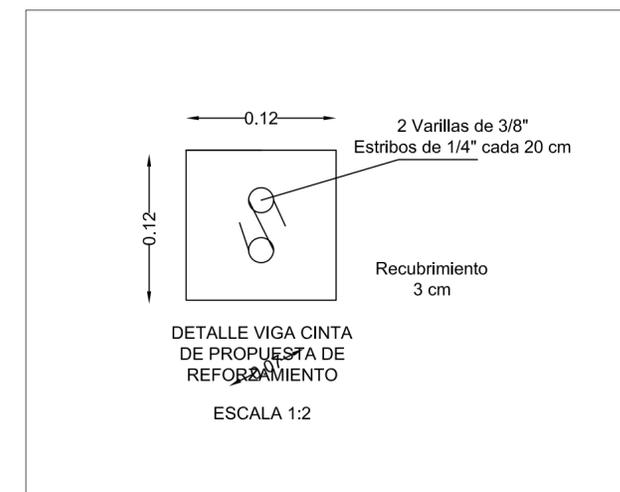
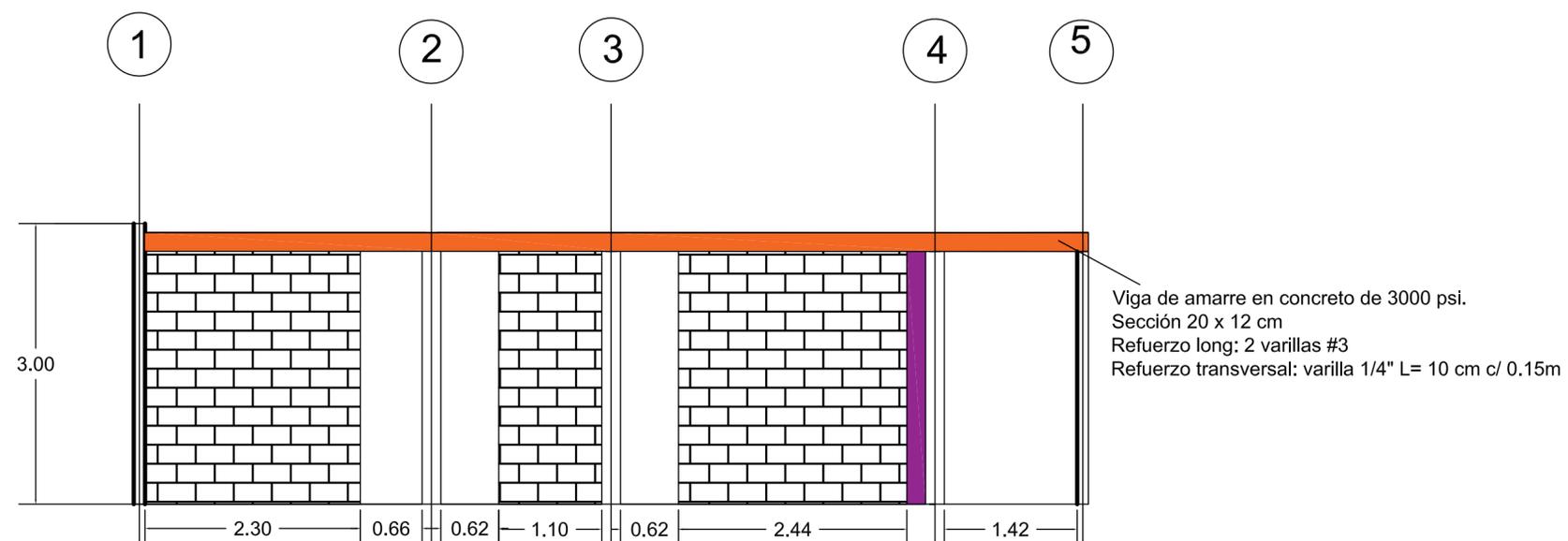
Viga cinta nueva



Viga de amarre nueva



Columnas nuevas



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO VILLA SOLEDAD  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
**PLANO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDA #1**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

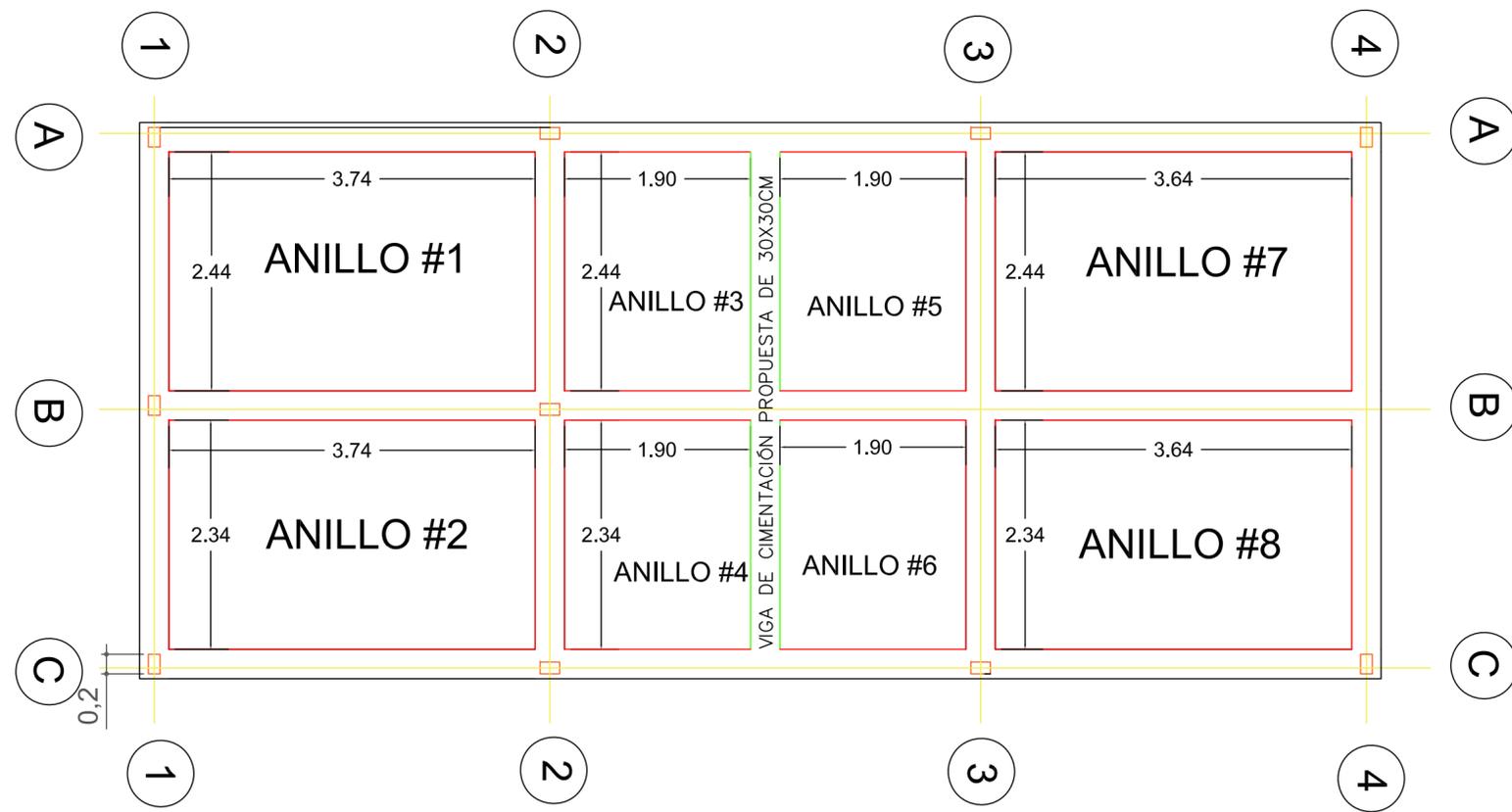
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

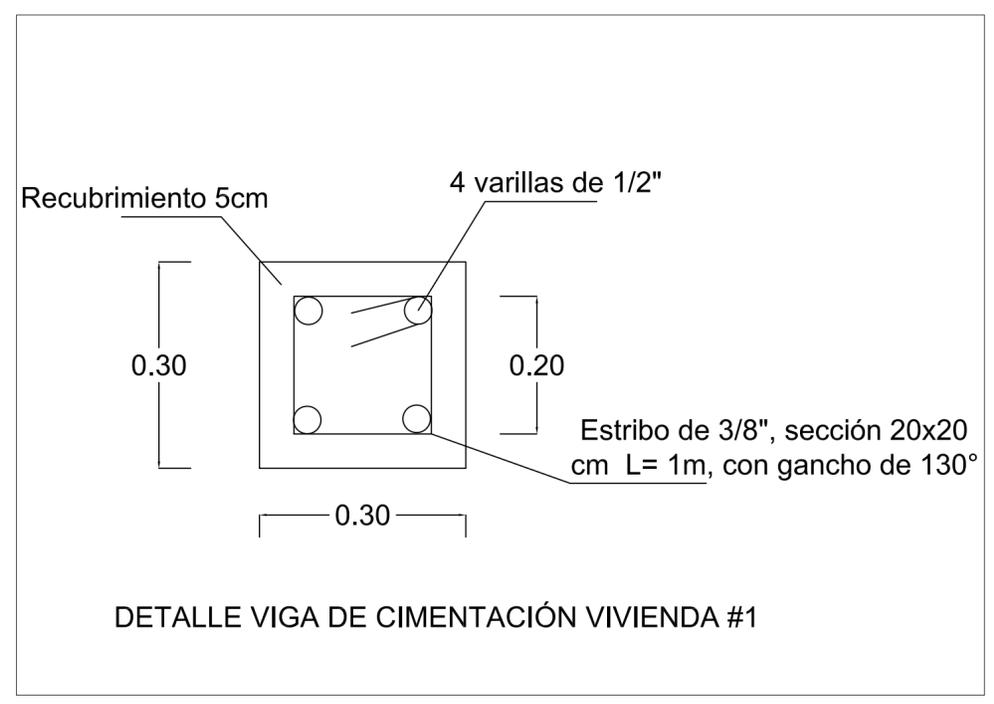
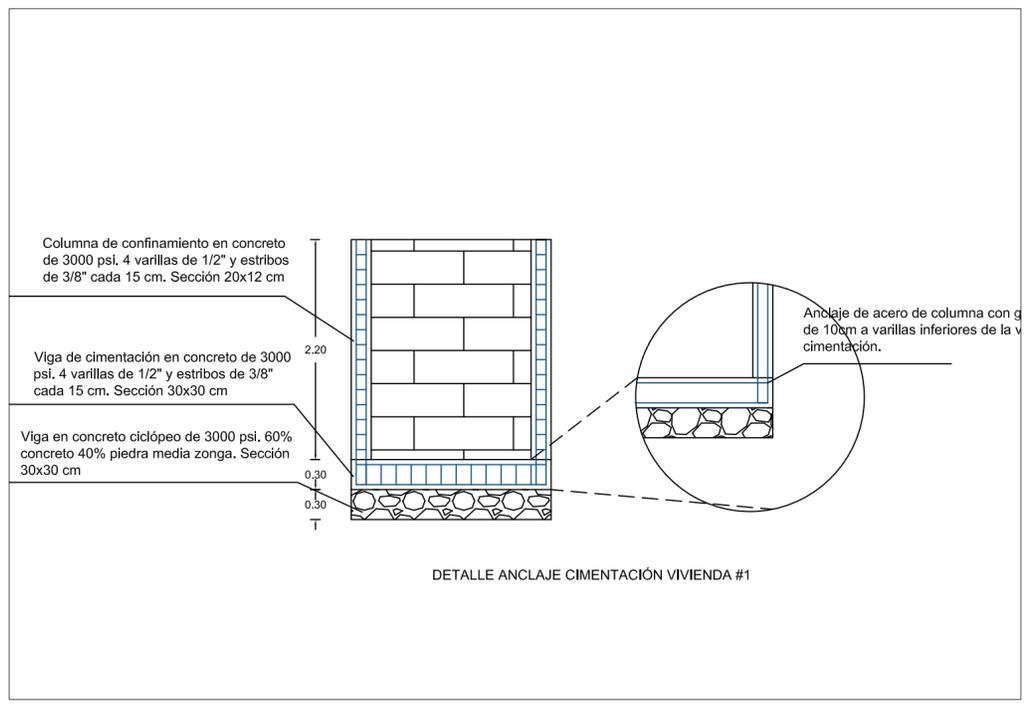
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No. 3 DE 3**

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



**PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE ANILLOS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN DE LA VIVIENDA #1**



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO VENTILADOR  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
**PLANO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDA #2**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCIA

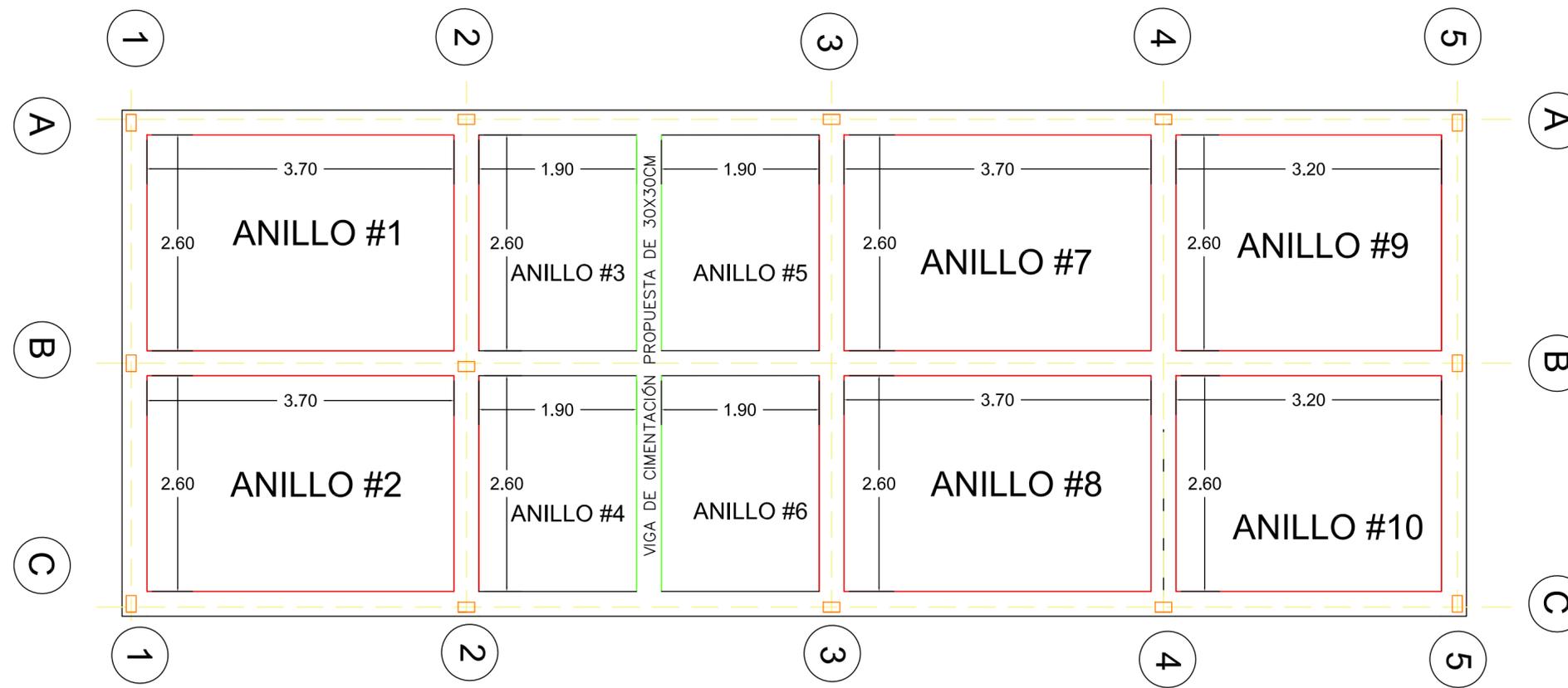
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

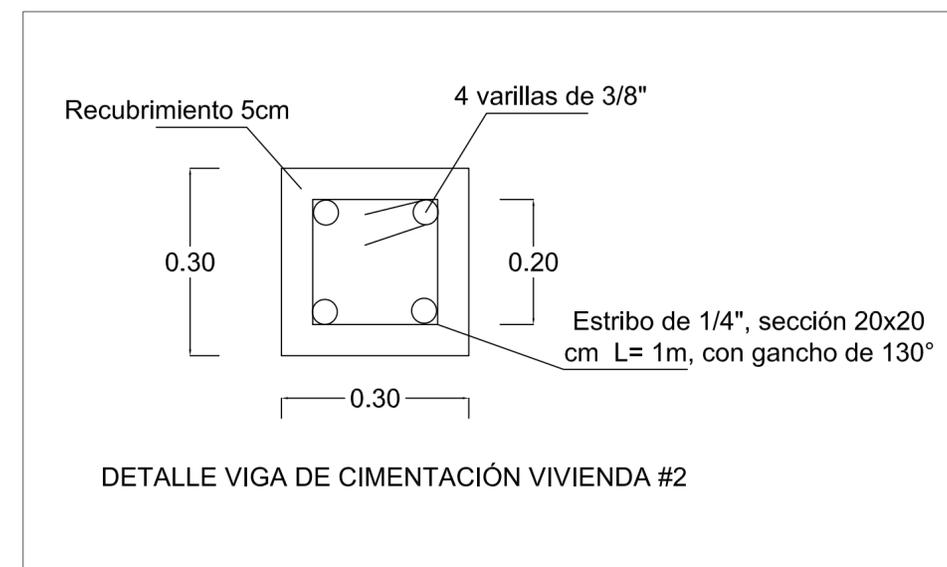
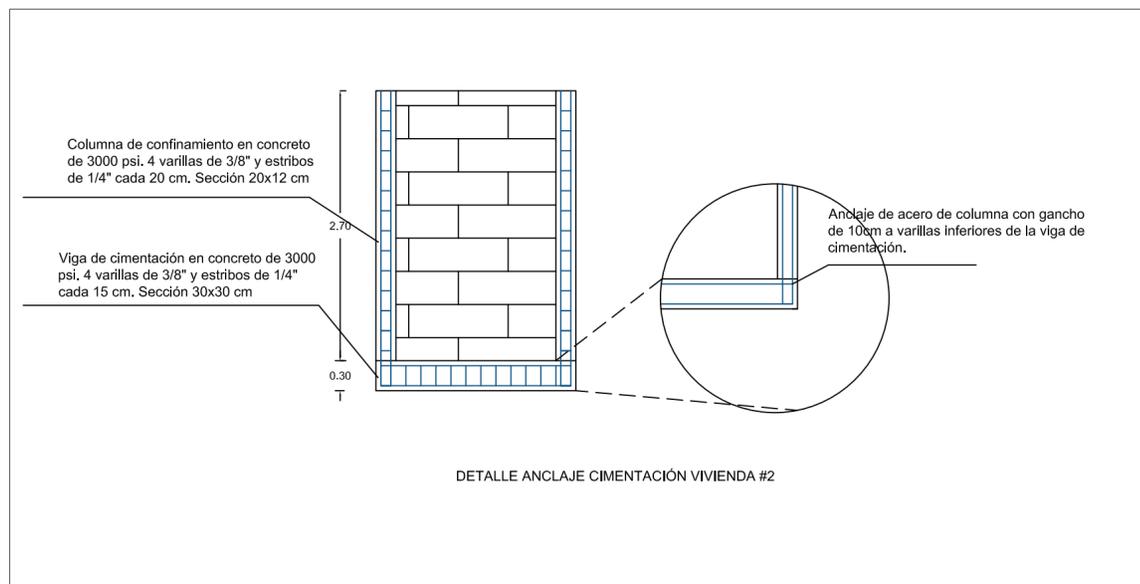
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No. 3 DE 3**

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



### PROPUESTA ANILLOS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN DE LA VIVIENDA #2



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LIMONAR BAJO  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
**PLANO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DE CIMENTACIÓN DE VIVIENDA #3**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

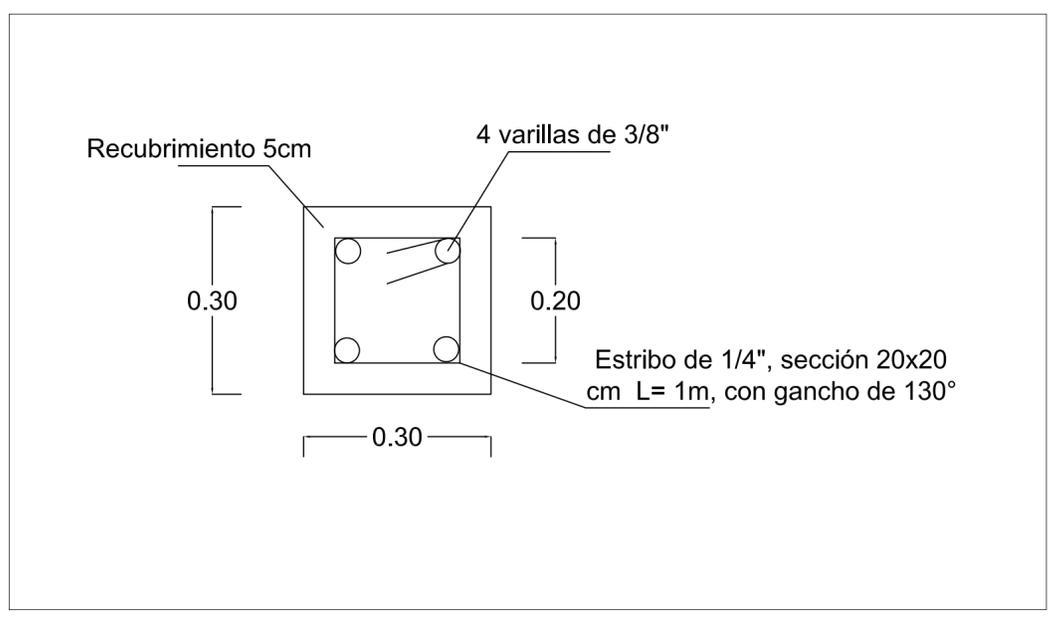
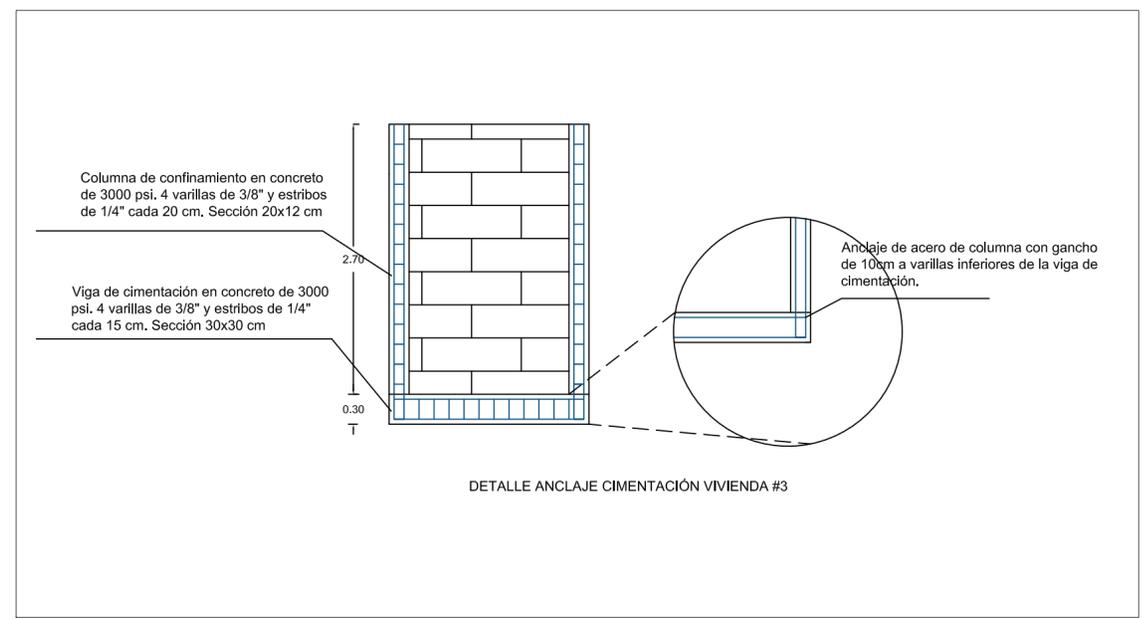
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.:**  
4 DE 4

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



**PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE ANILLOS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN DE LA VIVIENDA #3**



PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO LIMONAR BAJO  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
**PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CUBIERTA PARA LA VIVIENDA #3**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIANTES:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

OBSERVACIONES

---



---



---



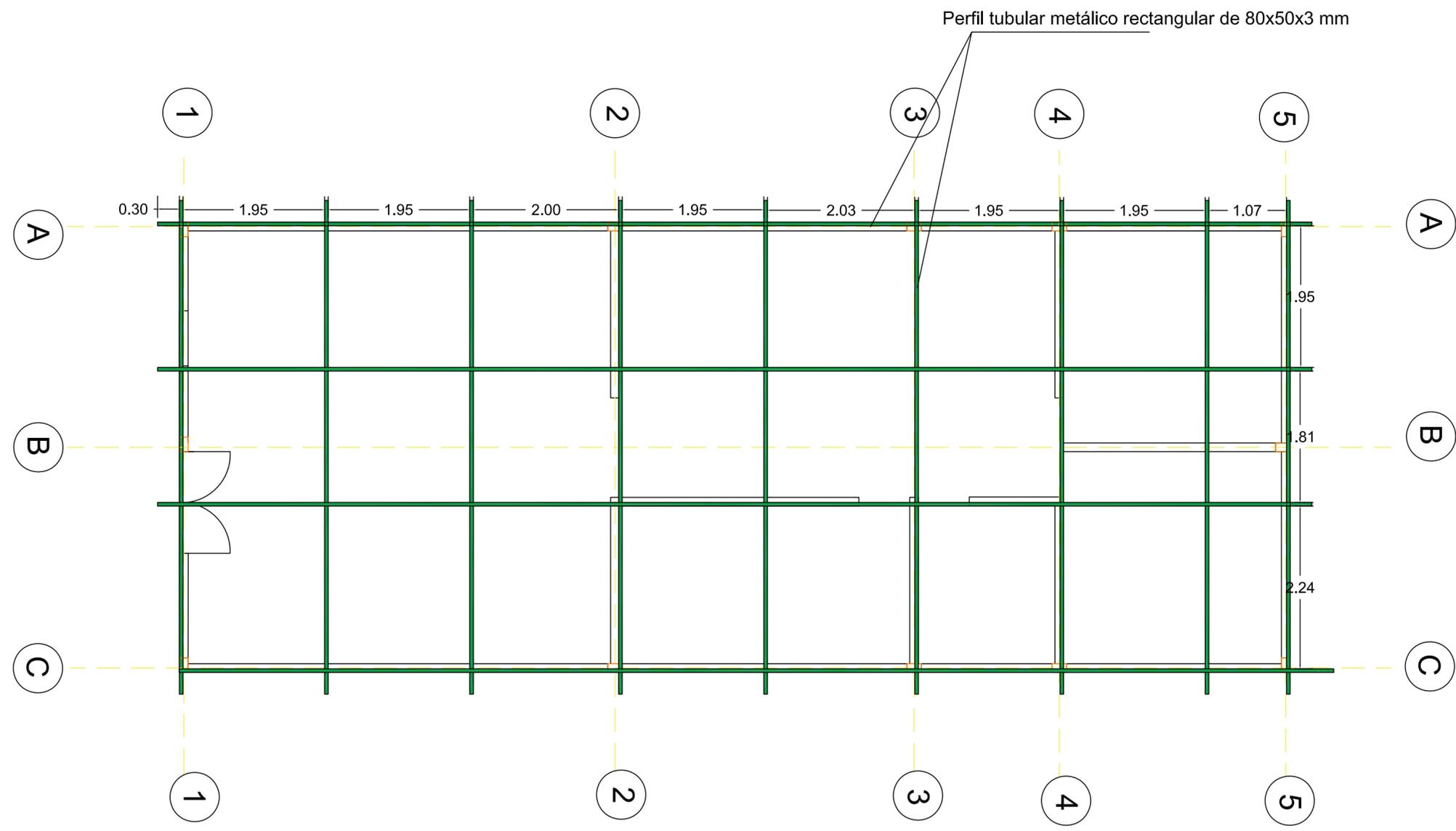
---

ESCALA :  
**1:50**

FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
**3 DE 4**

ARCHIVO :  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



Estructura de cubierta propuesta



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LOS ALPES  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CUBIERTA PARA LA VIVIENDA #4**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

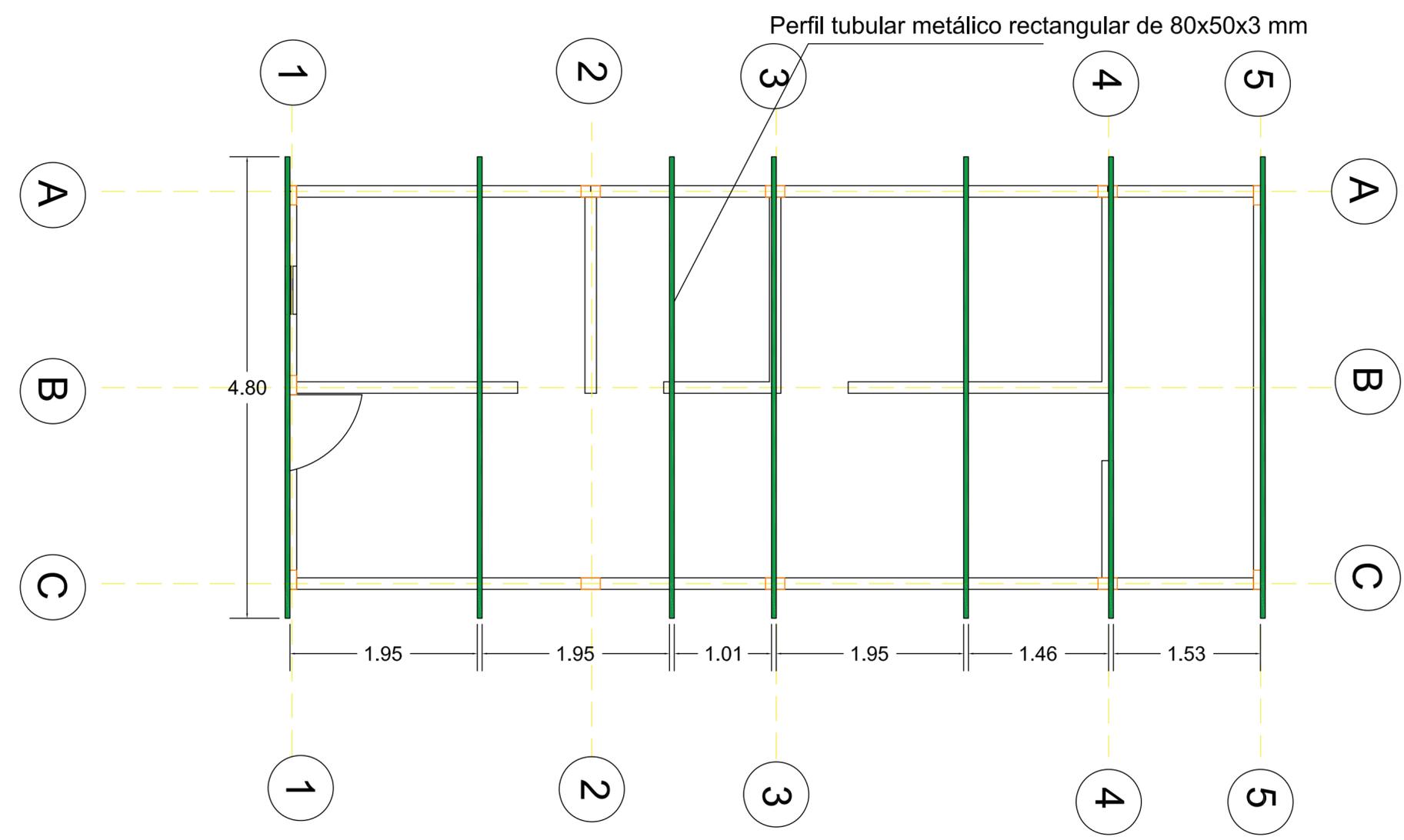
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:40

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
3 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUUESTA DE REFORZAMIENTO



Estructura de cubierta propuesta



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO VILLA SOLEDAD  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO PROPUESTA DE REFORZAMIENTO VISTA EN PLANTA ARQUITECTÓNICA DE VIVIENDA #1**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

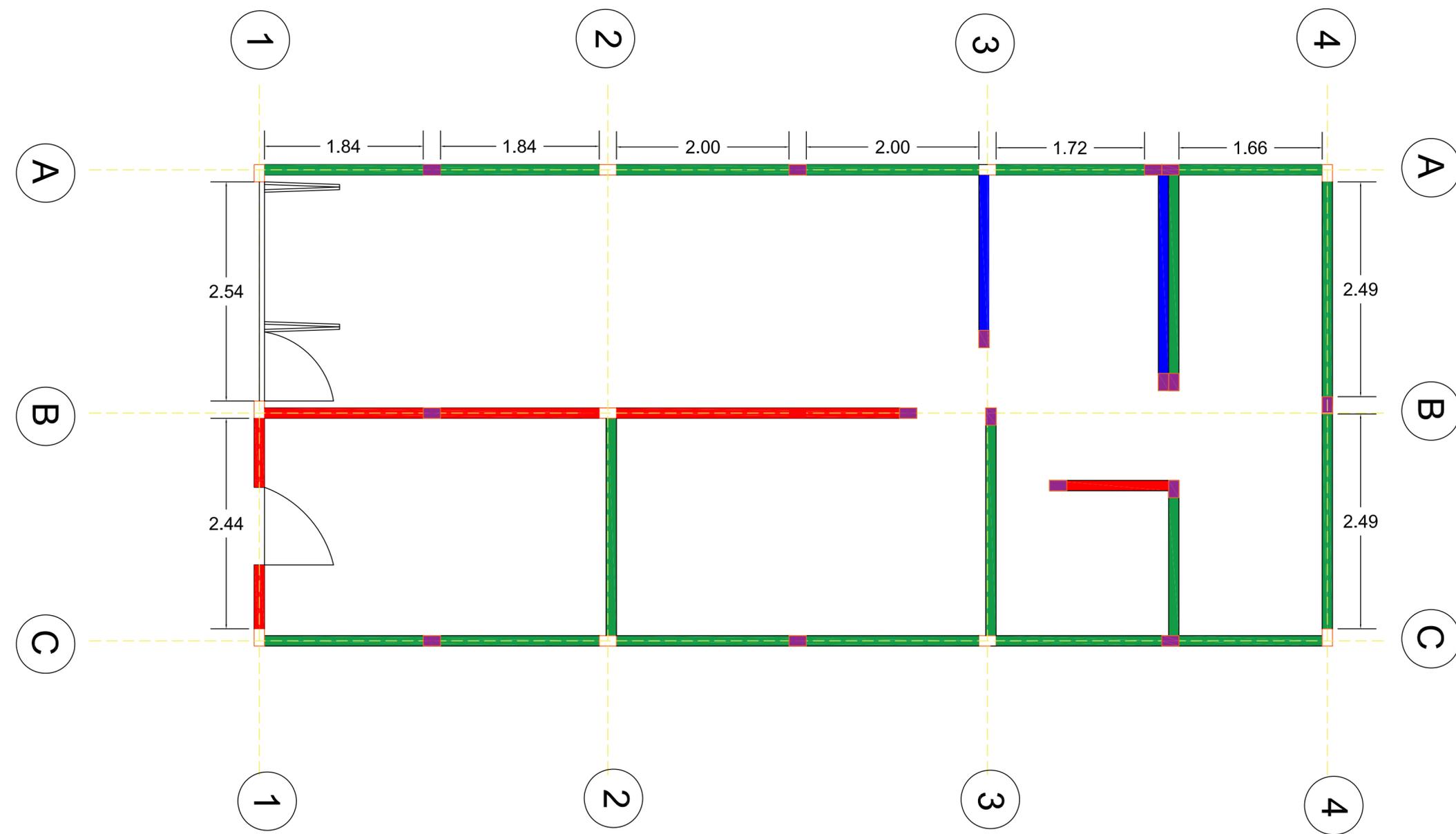
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:40

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
1 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



Muros estructurales



Muros nuevos estructurales



Muros no estructurales



Columnas nuevas



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sísmo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO VENTILADOR  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
  
**PLANO PROPUESTA DE REFORZAMIENTO VISTA EN PLANTA ARQUITECTÓNICA DE VIVIENDA #2**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

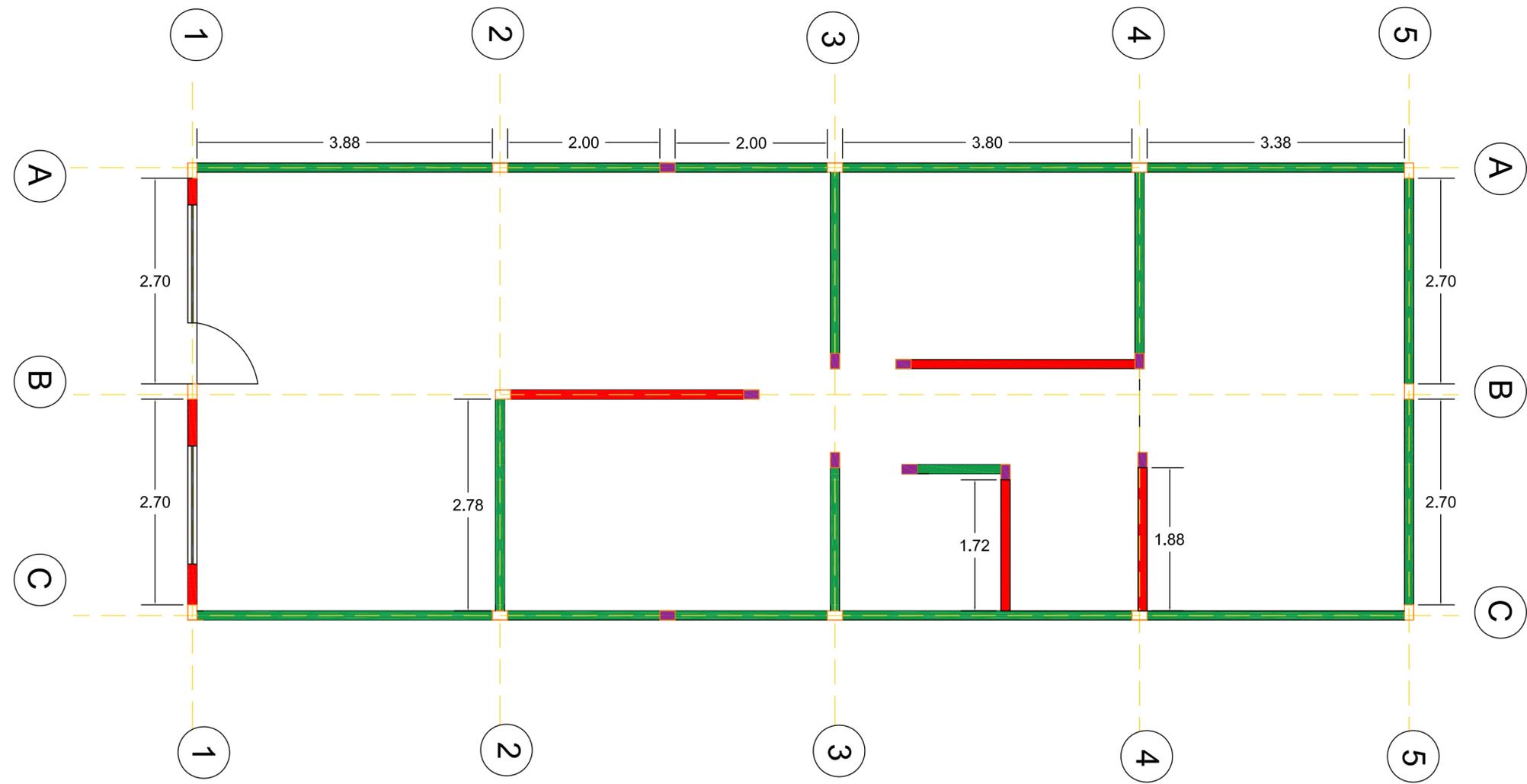
**OBSERVACIONES**

**ESCALA :**  
1:50

**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
1 DE 3

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



Muros estructurales



Muros nuevos estructurales



Muros no estructurales



Columnas nuevas



**PROYECTO :**  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

**UBICACION:**  
BARRIO LIMONAR BAJO  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

**CONTIENE :**  
**PLANO PROPUESTA DE REFORZAMIENTO VISTA EN PLANTA Y FACHADA ARQUITECTÓNICA DE VIVIENDA #3**

**PROGRAMA:**  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIANTES:**  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

**DIRECTOR DE PROYECTO:**  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCÍA

**OBSERVACIONES**

---



---



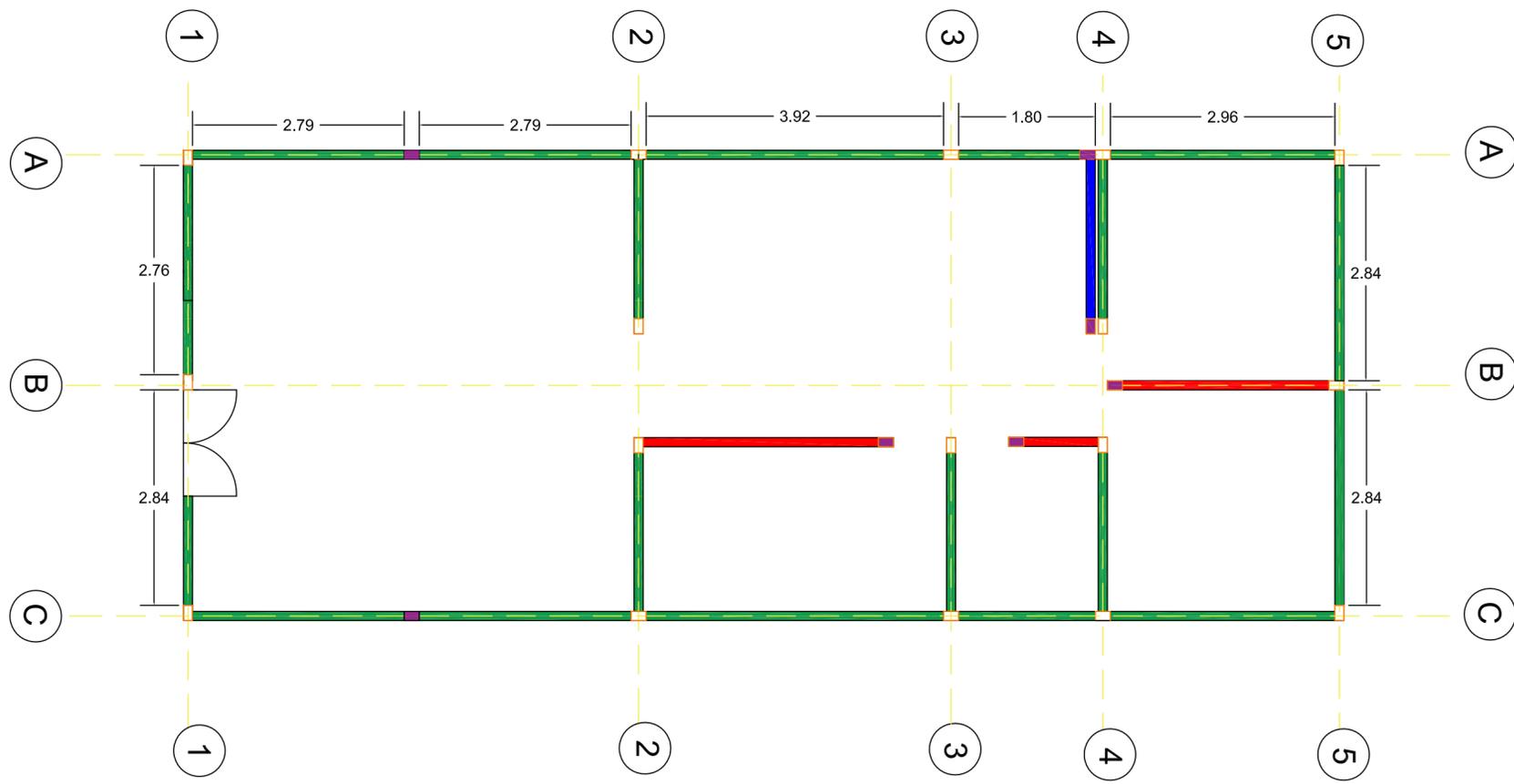
---

**ESCALA :**  
1:50

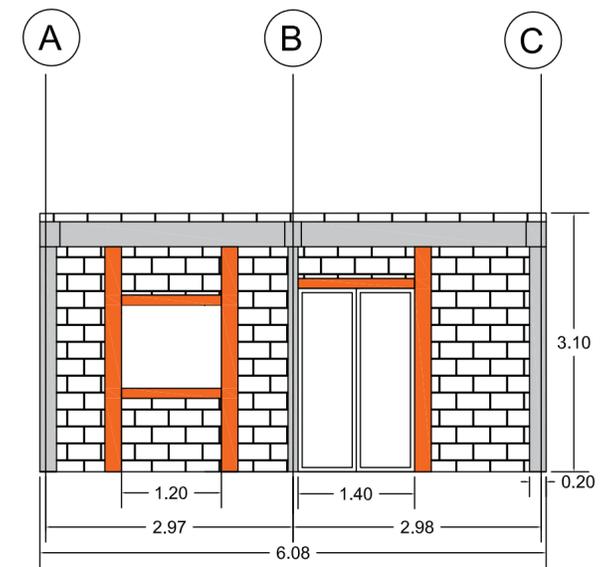
**FECHA :**  
DICIEMBRE 2021

**PLANCHA No.**  
1 DE 4

**ARCHIVO :**  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



Muros estructurales ■ Columnas nuevas ■  
Muros no estructurales ■ Muros nuevos estructurales ■



Reforzamiento propuesto ■

PROYECTO :  
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y verificación del cumplimiento de la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en cuatro viviendas ubicadas en la ciudad de Neiva - Huila y su respectiva propuesta de reforzamiento si es requerido.

UBICACION:  
BARRIO LOS ALPES  
MUNICIPIO DE NEIVA  
DEPARTAMENTO DEL HUILA

CONTIENE :  
**PLANO PROPUESTA DE REFORZAMIENTO VISTA EN PLANTA Y FACHADA ARQUITECTÓNICA DE VIVIENDA #4**

PROGRAMA:  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIANTES:  
NICOLAS TRUJILLO VARGAS  
CÓDIGO: 20171156488  
SANTIAGO SALAZAR RUA  
CÓDIGO: 20171156553

DIRECTOR DE PROYECTO:  
CARLOS URIEL RAMIREZ GARCIA

OBSERVACIONES

---



---



---



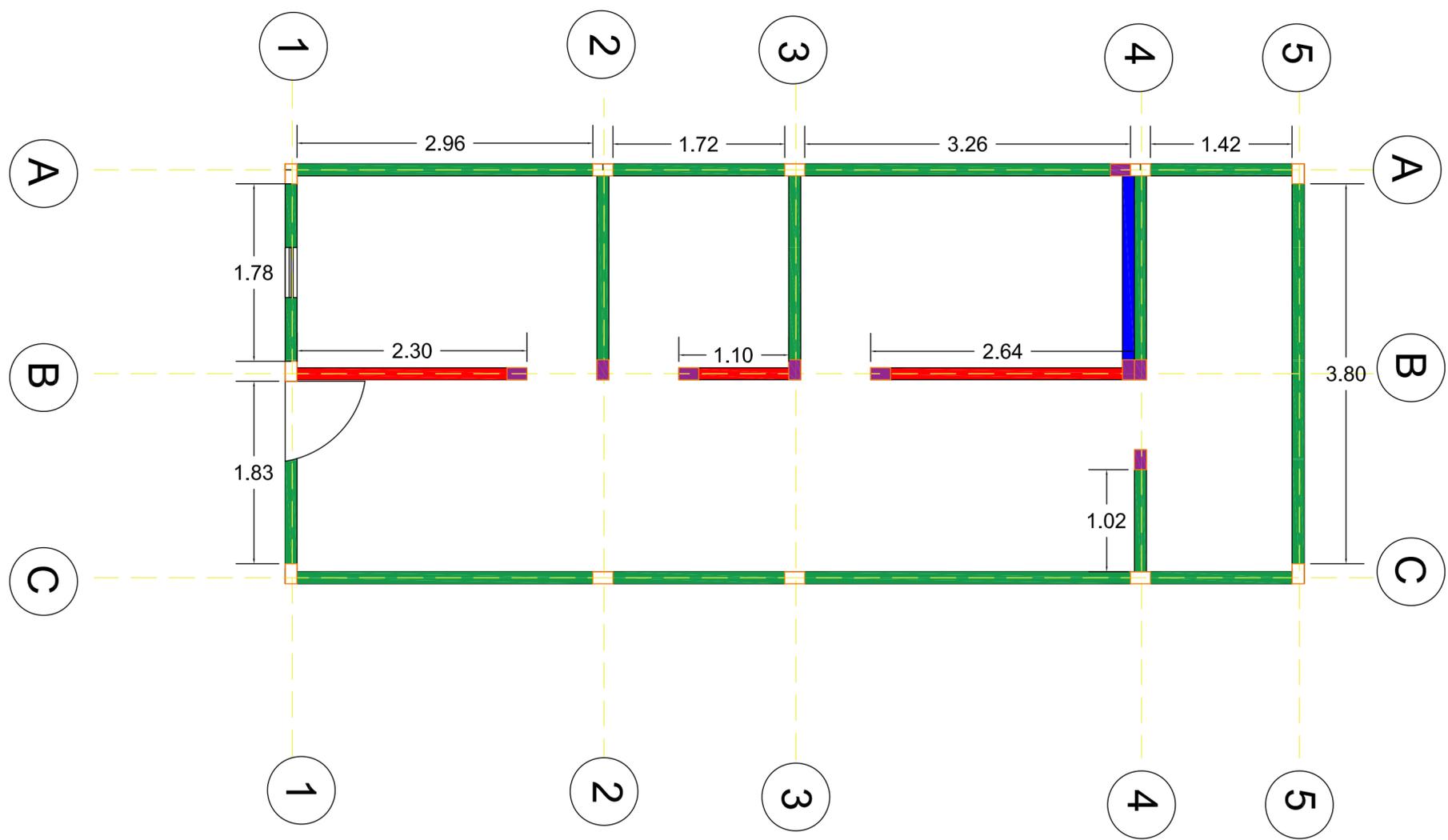
---

ESCALA :  
**1:40**

FECHA :  
DICIEMBRE 2021

PLANCHA No.  
**1 DE 3**

ARCHIVO :  
PLANOS PROPUESTA DE REFORZAMIENTO



VISTA EN PLANTA PROPUESTA DE REFORZAMIENTO VIVIENDA #4

Muros estructurales



Muros nuevos estructurales



Muros no estructurales



Columnas nuevas

