

Práctica empresarial en la Alcaldía de Bucaramanga como auxiliar de ingeniería civil en  
la secretaría de planeación en el área de curaduría cero

Ramses Camilo Castro Riascos

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Ludwing Pérez Bustos

MSc. en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas  
Escuela de Ingeniería Civil  
Bucaramanga

2022

### **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios por proporcionarme la capacidad intelectual y física para culminar con éxito esta etapa de mi vida, que requirió de sacrificio, esfuerzo y entrega. A mis padres Sandra Nersey Riascos Palma y Jairo Eduardo Castro Meléndez, por ser los primeros promotores de mis sueños, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. A mi tío Carlos Arturo Rodríguez Palma por llenarme de palabras de motivación cada vez que recaía, por apoyarme cuando más lo necesité y por extender siempre sus manos en mis momentos más difíciles. Por último, pero no menos importante, a mis amigos y familiares que siempre estuvieron dándome una voz de aliento.

### **Agradecimientos**

A la Universidad Industrial de Santander, especialmente a la escuela de ingeniería civil. A mis directores de proyecto de grado el Ing. Ludwing Pérez Bustos y el Ing. Sergio Andrés Ortiz Rodríguez por compartir su experiencia, por orientarme y guiarme en este proceso.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	11
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo General.....	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Teórico.....	14
2.1 Política de Calidad .....	14
2.2 Misión .....	14
2.3 Visión.....	15
2.4 Objetivos de Calidad.....	15
3. Metodología .....	16
3.1 Inducción por parte de la Alcaldía de Bucaramanga .....	17
3.2 Presentación y reconocimiento del barrio Villa Mercedes .....	17
3.3 Visitas de campo.....	17
3.4 Diseño Estructural en el Software ETABS.....	21
3.4.1 Elaboración o generación de la grilla.....	21
3.4.2 Elaboración o generación de la grilla.....	22
3.4.3 Definir secciones de los elementos .....	22
3.4.4 Análisis de Carga .....	23
3.4.5 Definición patrón de carga y dibujo de la estructura .....	24
3.4.6 Espectro de diseño .....	24
3.4.7 Espectro de diseño .....	25

3.4.8 Definición combinaciones de carga .....	26
3.5 Peritaje Estructural.....	27
3.5.1 Introducción .....	27
3.5.2 Ficha resumen peritaje técnico estructural.....	27
3.5.3 Registro fotográfico de la edificación .....	28
3.5.4 Procedimiento de evaluación .....	28
3.5.5 Evaluación de la estructura reforzada .....	28
3.5.6 Nivel de amenaza sísmica .....	28
3.5.7 Movimientos sísmicos de diseño .....	29
3.5.8 Espectro elástico de diseño .....	29
3.5.9 Grado de irregularidad de la estructura y coeficiente de capacidad de disipación de energía, R' .....	30
3.5.10 Análisis de fuerzas sísmicas.....	30
3.5.11 Cortante Basal .....	30
3.5.12 Método de análisis sísmico .....	30
3.5.13 Índice de flexibilidad .....	31
3.5.14 Combinaciones de carga para el diseño de los elementos .....	31
3.5.15 Descripción de la intervención y reforzamiento estructural .....	32
3.6 Desarrollo y control de cronograma .....	32
4. Resultados .....	32
5. Conclusiones .....	36
6. Recomendaciones .....	37
7. Aporte .....	37

Referencias Bibliográficas .....	39
Apéndices.....	41

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Medidas tomadas en campo MZ G – Casa 6</i> .....	33

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Toma de medidas de la luz máxima entre columnas</i> .....	18
Figura 2. <i>Fachada y sistema aporticado</i> .....	19
Figura 3. <i>Placa fácil con perfiles metálicos y bloquelón</i> .....	19
Figura 4. <i>Detector de metales BOSCH GMS - 120</i> .....	20
Figura 5. <i>Esclerómetro SCHMIDT HAMMER ZC3 – A</i> .....	20
Figura 6. <i>Certificado curso ETABS basado en la Norma Sismo Resistente NSR- 10</i> .....	21
Figura 7. <i>Grilla usando el Software ETABS 2000</i> .....	22
Figura 8. <i>Detalle corte típico placa aligerada</i> .....	23
Figura 9. <i>Cálculos de análisis de carga para una placa aligerada</i> .....	23
Figura 10. <i>Dibujo de la estructura usando el software ETABS 2000</i> .....	24
Figura 11. <i>Espectro de diseño usando el software ETABS 2000</i> .....	25
Figura 12. <i>Casos de carga de sismo usando el software ETABS 2000</i> .....	26
Figura 13. <i>Combinaciones de carga</i> .....	26
Figura 14. <i>Espectro elástico de aceleraciones de diseño</i> .....	29
Figura 15. <i>Derivas máximas</i> .....	31
Figura 16. <i>Planos arquitectónicos cortes y fachada principal</i> .....	34
Figura 17. <i>Planos arquitectónicos planta 1,2 y cubierta</i> .....	34
Figura 18. <i>Modelo Estructural</i> .....	35
Figura 19. <i>Reforzamiento Estructural y despieces</i> .....	35

## Resumen

**Título:** Práctica empresarial en la alcaldía de Bucaramanga como auxiliar de ingeniería civil en la secretaría de planeación en el área de curaduría cero \*

**Autor:** Ramses Camilo Castro Riascos \*\*

**Palabras Clave:** Planeación, asentamientos humanos, levantamiento arquitectónico, NSR – 10, reforzamiento estructural, peritaje estructural.

**Descripción:** El presente artículo tiene como fin, dar a conocer las actividades llevadas a cabo en la secretaría de planeación de la Alcaldía de Bucaramanga, durante la realización de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería Civil en el área de curaduría cero sobre legalización y regulación de asentamientos humanos. Mediante labores de apoyo a visitas de campo con el fin de tomar medidas exactas de las viviendas para poder hacer un levantamiento arquitectónico y posteriormente un plano arquitectónico. Con la ayuda del programa ETABS, con ello poder calcular si la vivienda cumple los requisitos estructurales mínimos requeridos en la Norma Sismo Resistente NSR – 10 para el departamento de Santander, si la vivienda estructuralmente no cumple los requerimientos estructurales mínimos, se procede hacer un reforzamiento estructural. Con la recolección de la información de campo y con los reforzamientos estructurales, finalmente se hace el peritaje estructural, el cuál es un documento donde queda registrado todo lo anteriormente mencionado.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Ludwing Pérez Bustos.

### Abstract

**Title:** Business internship in the city Hall of Bucaramanga as a assistant civil engineer in the planning secretariat in the area of zero curatorship\*

**Author:** Ramses Camilo Castro Riascos \*\*

**Key Words:** Planning, human settlements, architectural survey, NSR - 10, structural reinforcement, structural expertise.

**Description:** The purpose of this article is to present the activities carried out in the planning secretariat of the Bucaramanga Mayor's Office, during my internship as a civil engineering assistant in the area of zero curatorship on legalization and regulation of human settlements. By supporting field visits in order to take exact measurements of the houses to make an architectural survey and subsequently an architectural plan. With the help of the ETABS program, with this to calculate if the house meets the minimum structural requirements required in the earthquake resistant standard NSR - 10 standard for the department of Santander, if the house structurally does not meet the minimum requirements, we proceed to make a structural reinforcement. With the collection of information in the field and with the structural reinforcements, finally a structural expertise is made, which is a report where all the above mentioned is evidenced.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physical-mechanical Engineering School of Civil Engineering. Director Ludwig Pérez Bustos.

## Introducción

Uno de los problemas que presentan las grandes ciudades de los países en vía de desarrollo y países tercermundistas son los asentamientos humanos irregulares, pues un considerable número de personas se establecen en un terreno el cual puede presentar desde un riesgo geológico hasta una posesión irregular del mismo (Restrepo, 2017).

De acuerdo a la Constitución Política de Colombia de 1991 en el Artículo 51, consagra que todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda (Escobar, 1991).

Los asentamientos requieren de estudios de amenaza vulnerabilidad y riesgo (AVR) con los parámetros dictados por la guía metodológica del servicio geológico colombiano, estos estudios contemplan; el levantamiento topográfico del área a legalizar, las visitas técnicas a la zona, inventario predial del sector, verificación de redes de servicios públicos de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, recolección de basuras, y un estudio socioeconómico de los habitantes del asentamiento.

El congreso de Colombia el 17 de julio de 2017 expidió la Ley 1848 de Julio 17 de 2017 "Por medio de la cual se expiden normas en materia de formalización, titulación y reconocimiento de las edificaciones de los asentamientos humanos, de predios urbanos" (Ardila, 2017), señalando

en el Artículo 8° que "En los municipios y distritos que cuenten con la figura del curador urbano, las solicitudes de reconocimiento de edificaciones de vivienda de interés social que se ubiquen en asentamientos que hayan sido objeto de legalización urbanística, garantizando que dicho procedimiento se adelante sin costo para el solicitante" (Colombia, 2017).

En cumplimiento a lo dispuesto por el Artículo 8° de la Ley 1848 de Julio 17 de 2017 4 se adoptó la Política Publica de Legalización de Asentamientos humanos en el Municipio de Bucaramanga cuyo propósito esencial es asegurar un mejor ordenamiento urbano y también adoptar la función de tramitar el reconocimiento de existencia de edificaciones de vivienda de interés social que se ubiquen en asentamientos que hayan sido objeto de legalización urbanística, denominada "Curaduría Cero" (Ardila, 2017).

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Apoyar como auxiliar de ingeniería civil en las actividades delimitadas por la Alcaldía de Bucaramanga sobre la legalización y regulación de asentamiento humanos.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Acompañar en las visitas técnicas de campo para la toma de datos necesarias para la elaboración del peritaje técnico estructural.

Apoyar en la elaboración de los informes del peritaje técnico estructural, aplicando sus respectivas normas vigentes (NSR-10)

Apoyar en la elaboración de los planos de reforzamiento estructural usando softwares con fines a la ingeniería civil.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Política de Calidad**

El Municipio de Bucaramanga es ente territorial encargada del desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, basado en la efectividad, transparencia y legalidad. Prestando oportuna y eficientemente servicios a los diferentes sectores de la comunidad, acorde a las necesidades de la ciudadanía, las exigencias del medio y el cumplimiento de la Constitución y las Leyes, fomentando el autocontrol y la autogestión, para alcanzar la satisfacción de los usuarios (Bucaramanga, 2016).

Centrada en un sistema de gerencia participativa, garantizando la identificación y la prevención de las condiciones y factores que afectan la salud y seguridad de los servidores públicos, para garantizar un ambiente de trabajo adecuado, el uso eficiente de los recursos y el compromiso para estar a la vanguardia en conocimientos, técnicas y metodologías que contribuyan al desarrollo de la competitividad y a la mejora continua del Sistema de Gestión y Control Sistema Integrado de Gestión y Control (Bucaramanga, 2016).

### **2.2 Misión**

El Municipio de Bucaramanga es una entidad territorial encargada de asegurar el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes garantizando el acceso a oportunidades y al desarrollo del ser humano como eje fundamental de la sociedad, con sentido de responsabilidad

frente a las generaciones futuras, cumple su propósito promoviendo la participación ciudadana, con valores, principios y transparencia en su gestión (Bucaramanga, 2016).

### **2.3 Visión**

Bucaramanga será una ciudad vivible, sostenible y vibrante, una ciudad en la que sus habitantes sean felices, educados y se encuentren satisfechos con la oferta de bienes y servicios puesta a su disposición. Una ciudad inteligente que cuente con datos precisos, georreferenciados y recogidos en tiempo real, para tomar las mejores decisiones en términos de localización de infraestructura, seguridad, ubicación de equipamientos y dispositivos que ayuden a consolidar espacios seguros, en donde la gente pueda transitar libremente y desarrollar actividades lúdicas, deportivas y recreativas, aumentando así el disfrute de la ciudad. Una ciudad con una infraestructura tecnológica que permita tomar decisiones acertadas y así focalizar acciones para atender a la población más necesitada de la ciudad. Una Bucaramanga en donde sus habitantes progresen y se quieran quedar (Bucaramanga, 2016)

### **2.4 Objetivos de Calidad**

1. Garantizar el bienestar, seguridad y protección de la población en su respectivo territorio.
2. Garantizar el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio de Bucaramanga.

3. Generar espacios de participación ciudadana que permitan integrar los diferentes actores en pro del progreso y desarrollo para el beneficio de la región.
4. Aumentar la satisfacción de la comunidad a través de la prestación oportuna y eficiente de los servicios.
5. Promover el uso adecuado y racional de los bienes y los recursos públicos implicados en la gestión de los procesos.
6. Consolidar la formación integral de los servidores públicos, alcanzando la excelencia en la apropiación de los procesos y procedimientos.
7. Identificar los peligros y valorar los riesgos a los que están expuestos los servidores públicos.

### **3. Metodología**

La metodología para el desarrollo de las actividades asignadas en la práctica empresarial como auxiliar de Ingeniería Civil en la Alcaldía de Bucaramanga, se basó en las labores de apoyo de visitas de campo, en la realización de dibujos de las estructuras en el software ETABS y finalmente en la elaboración de los peritajes estructurales.

### **3.1 Inducción por parte de la Alcaldía de Bucaramanga**

Con la compañía del Ingeniero Sergio Andrés Ortiz Rodríguez y el personal de la secretaria de planeación de la empresa, se me brindó conocimiento de los manuales y reglamentos de la empresa, así como las funciones que debía realizar para el desarrollo de las actividades. Un profesional en el área de seguridad y salud en el trabajo, participó explicando los riesgos a los que podría estar expuesto y las actividades de prevención que la empresa maneja a la hora de cumplir a cabalidad las actividades por fuera de la empresa.

### **3.2 Presentación y reconocimiento del barrio Villa Mercedes**

En el tiempo que duró la práctica empresarial, se trabajó el barrio Villa Mercedes situado en el Norte de la ciudad a las afuera de Bucaramanga, el cual cuenta con 149 lotes. Inicialmente, se hizo una presentación con los presidentes de la junta del barrio, esto con el fin de hacer un recorrido para el reconocimiento del lugar.

### **3.3 Visitas de campo**

1. Para la visita de campo el propietario debe presentar la siguiente información:
2. Formulario único nacional para licencia de construcción. (**Apéndice A**)
3. Certificado de libertad y tradición no máximo a 30 días.
4. Último recibo del impuesto predial pago.
5. Fotocopia de las escrituras públicas del lote.

6. Fotocopia de la cédula.
7. Carta solicitando el peritaje y reconocimiento de la edificación por medio de la curaduría cero.

La visita técnica debe ser realizada por un Ing. civil, un dibujante arquitectónico y un arquitecto, el objetivo de la visita es tomar todas las medidas visibles posibles de las columnas, muros divisorios, altura de entrepiso, escaleras, vacíos, fachadas, esto es importante para la elaboración del plano arquitectónico y su respectivo ajuste normativo.



Figura 1. *Toma de medidas de la luz máxima entre columnas*

También se identifica el sistema estructural de la vivienda, que en su mayoría son construidas con un sistema aporticado, por su facilidad a la hora de poder modificar el interior de la vivienda.



Figura 2. *Fachada y sistema aporticado*

Normalmente las viviendas mayores o iguales a 2 pisos son construidas con placa aligerada o placa fácil, usando ladrillo H-10 o bloquelón por su economía y para las cubiertas utilizan tejas de zinc con una pendiente suficiente para la caída del agua.



Figura 3. *Placa fácil con perfiles metálicos y bloquelón.*

Finalmente, se usó un método no destructivo, el cual nos ayudó a determinar en in-situ si la edificación cuenta con acero de refuerzo, para la evaluación de la presencia de acero se utilizó

la ayuda de un scanner detector de acero BOSCH GMS - 120, siguiendo la Norma Técnico Colombiana NTC – 3692 (**Apéndice B**) y con el ensayo de esclerometría determinamos un valor tentativo del concreto en in-situ ( $f'c$ ), usando el esclerómetro SCHMIDT HAMMER ZC3 – A.



Figura 4. *Detector de metales BOSCH GMS - 120*



Figura 5. *Esclerómetro SCHMIDT HAMMER ZC3 – A*

### 3.4 Diseño Estructural en el Software ETABS

Con base al plano arquitectónico ajustado a la normativa arquitectónica, procedemos hacer un primer modelo estructural con los datos obtenidos en campo. Para poder realizar esta actividad en el software, se me solicitó un curso de ETABS basado en la Norma Sismo Resistente NSR – 10, usando los títulos, título A (Ministerio de Ambiente, 2010), título B (Ministerio de Ambiente, 2010), título C (Ministerio de Ambiente, 2010), en modalidad virtual con una duración de 20 horas.



Figura 6. *Certificado curso ETABS basado en la Norma Sismo Resistente NSR- 10*

Fuente. *Tutoriales Estructuras y Construcción*

Mis actividades como apoyo en la elaboración del modelo estructural son:

#### 3.4.1 *Elaboración o generación de la grilla*

Se configura la grilla teniendo en cuenta los ejes que tenemos en el plano arquitectónico.

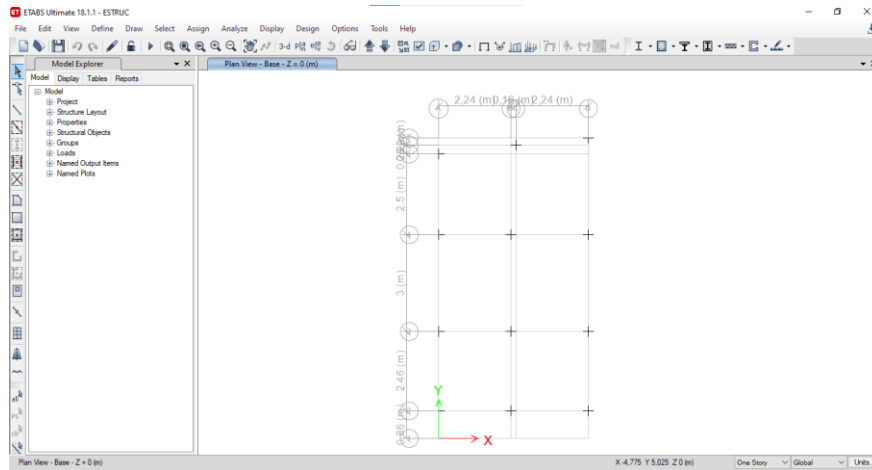


Figura 7. Grilla usando el Software ETABS 2000

Fuente. *Elaboración propia*

### 3.4.2 Elaboración o generación de la grilla

Se usó un concreto con una resistencia de 3000 Psi para vigas, columnas y placas de entrepiso.

### 3.4.3 Definir secciones de los elementos

Para las secciones de los elementos, se deben tomar las dimensiones de las vigas, columnas y placas que fueron medidas en la visita de campo. En la mayoría de viviendas, las columnas no cumplían las dimensiones mínimas de la Norma Sismo Resistente NSR- 10, Título C.21 – requisitos de diseño sismo resistente, el cuál estipula que para una zona de amenaza sísmica alta como lo es la ciudad de Bucaramanga, el área de la columna debe ser al menos de 900 cm<sup>2</sup> y un lado debe ser de 30cm.

### 3.4.4 Análisis de Carga

De acuerdo a qué tipo de placa tenía la estructura, se hizo un análisis de carga, en el cual se tiene en cuenta cargas muertas (peso propio y sobrepuesta) y cargas vivas.

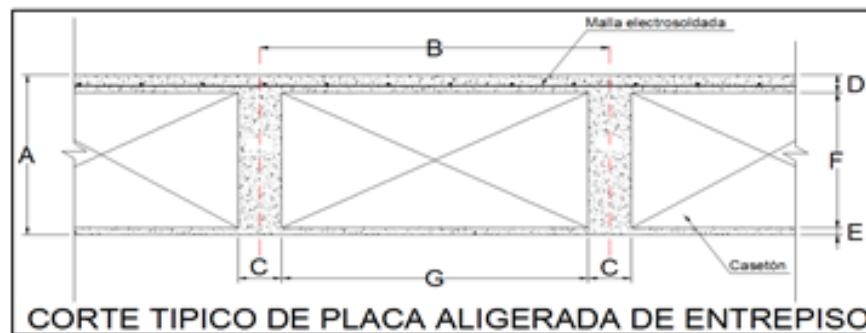


Figura 8. Detalle corte típico placa aligerada

Fuente. Elaboración propia

CARGA MUERTA		CARGA VIVA	
<b>PESO PROPIO</b>		Vivienda	1,80 kN/m <sup>2</sup>
Loseta	1,20 kN/m <sup>2</sup>	Escalera	3,00 kN/m <sup>2</sup>
Alma vigueta	0,72 kN/m <sup>2</sup>	Cubierta	0,50 kN/m <sup>2</sup>
Caseton	0,30 kN/m <sup>2</sup>		
<b>Total peso propio</b>	<b>2,22 kN/m<sup>2</sup></b>		
Espesor equivalente =	0,09 m		
<b>SOBREIMPUESTA</b>			
Acabados	1,60 kN/m <sup>2</sup>		
Muros divisorios	3,00 kN/m <sup>2</sup>		
<b>Total Sobrepuesta</b>	<b>4,60 kN/m<sup>2</sup></b>		
<b>Total</b>	<b>6,82 kN/m<sup>2</sup></b>		

Figura 9. Cálculos de análisis de carga para una placa aligerada

Fuente. Elaboración propia

### 3.4.5 Definición patrón de carga y dibujo de la estructura

Para dibujar la estructura, primero se define un patrón de carga para carga viva y carga muerta, seguido se dibujan las vigas, columnas y placa en el software con sus respectivas medidas tomadas en campo.

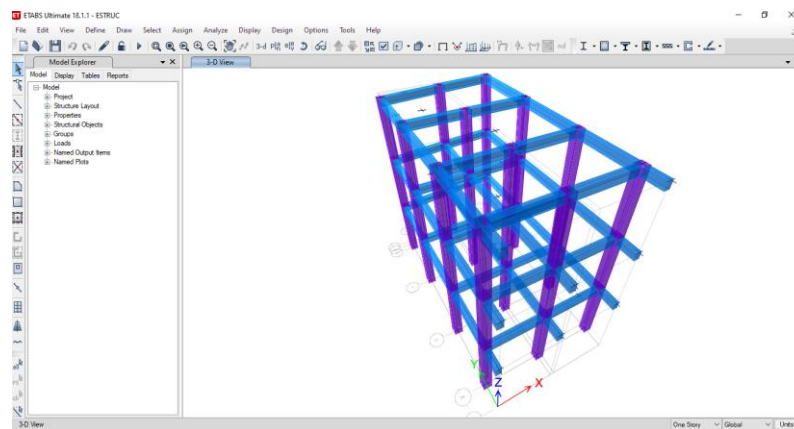


Figura 10. Dibujo de la estructura usando el software ETABS 2000

Fuente. *Elaboración propia*

### 3.4.6 Espectro de diseño

Vamos a tener en cuenta la Norma Sismo Resistente NSR – 10, Título A.2 para hallar los valores de los parámetros sísmicos (aceleración horizontal pico efectiva ( $A_a$ ), velocidad horizontal pico efectiva ( $A_v$ ), coeficiente para diseño con seguridad limitada ( $A_e$ ), coeficiente para el umbral de daño ( $A_d$ ), coeficiente de amplificación para zonas de periodos cortos ( $F_a$ ), coeficiente de amplificación para zonas de periodos intermedios ( $F_v$ )), el tipo del suelo y el coeficiente de

importancia. Con estos datos, podemos calcular el espectro de diseño para el chequeo de derivas o desplazamientos de la vivienda.

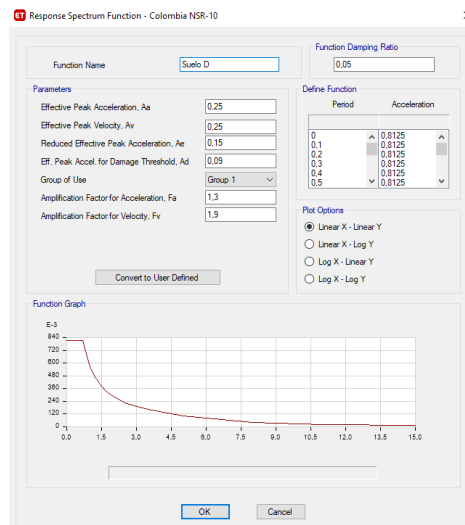


Figura 11. Espectro de diseño usando el software ETABS 2000

Fuente. *Elaboración propia*

### 3.4.7 Espectro de diseño

Definimos un nuevo caso con el espectro de diseño calculado en el ítem 3.4.6 del presente artículo y creamos 2 casos de combinaciones de carga, uno para sismo en X (100% en X y 30% en Y) y el otro para sismo en Y (100% en Y y 30% en X).

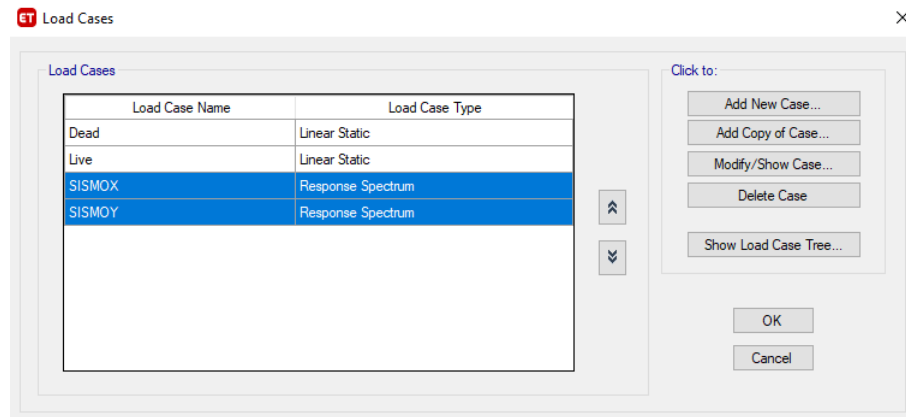


Figura 12. Casos de carga de sismo usando el software ETABS 2000

Fuente. *Elaboración propia*

### 3.4.8 Definición combinaciones de carga

Las combinaciones de carga son los cálculos generales de un elemento que actúan en determinadas partes de la estructura. Estos elementos deben ser diseñados para que tengan una resistencia favorable para que resistan y no colapse el edificio con facilidad.

$1.4(D+F)$	(B.2.4-1)
$1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-2)
$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(L \text{ ó } 0.8W)$	(B.2.4-3)
$1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-4)
$1.2D+1.0E+1.0L$	(B.2.4-5)
$0.9D+1.6W+1.6H$	(B.2.4-6)
$0.9D+1.0E+1.6H$	(B.2.4-7)

Figura 13. Combinaciones de carga

Fuente. *NSR - 10, Título B - sección 2.4*

A partir de las combinaciones de carga, el Ingeniero Estructural continua con el proceso, hallando el cortante basal, la ampliación y reforzamiento de columnas para el cumplimiento mínimo de columnas para una vivienda en zona de amenaza sísmica alta, el cumplimiento de derivas, los índices de flexibilidad y estabilidad, irregularidades torsionales y ausencia de redundancia, para finalmente, generar un plano de reforzamiento estructural con sus respectivos despieces.

### **3.5 Peritaje Estructural**

El peritaje estructural tiene como función señalar las obras de reforzamiento que se debe realizar a la vivienda para llevar la edificación al nivel de seguridad y estabilidad indicada en el Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR – 10.

Para la elaboración del peritaje estructural, se tiene en cuenta varios factores tales como:

#### ***3.5.1 Introducción***

#### ***3.5.2 Ficha resumen peritaje técnico estructural***

Esta ficha resumen peritaje técnico estructural lo podemos ver en “**Apéndice C**”, este debe contener los datos generales del propietario de la vivienda, características del inmueble (áreas), norma bajo la cual se construyó, sistema estructural, especificación de materiales, cimentación, loza entre pisos, materiales y dimensiones de vigas y columnas, tipo de cubierta, estado del sistema

estructural en cuanto a la calidad del diseño y el estado actual de la estructura y finalmente la observación si la estructura requiere reforzamiento total, parcial o no requiere intervención.

### ***3.5.3 Registro fotográfico de la edificación***

### ***3.5.4 Procedimiento de evaluación***

Contiene el estudio de suelos, levantamientos arquitectónicos, calificación del estado actual del sistema estructural y concepto estructural.

### ***3.5.5 Evaluación de la estructura reforzada***

Se determinan las cargas teniendo en cuenta los requisitos del título B del Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR – 10, también se tiene en cuenta los espesores de la losa encontradas en la estructura construida.

### ***3.5.6 Nivel de amenaza sísmica***

Se deben utilizar los movimientos sísmicos de diseño para el lugar en que se encuentre la edificación, de acuerdo con la Norma Sismo Resistente NSR – 10, Apéndice A-4, el municipio de Bucaramanga se encuentra en zona de amenaza sísmica Alta.

**3.5.7 Movimientos sísmicos de diseño**

La realización de un estudio de suelo que permita establecer con precisión el perfil del suelo, si no se tiene un estudio previo, se asume de modo conservador un perfil de suelo tipo D para la zona de Bucaramanga y con esto, en la Norma Sismo Resistente NSR – 10, Tabla A.2.4 – 3, obtenemos los valores de coeficientes de amplificación que afecta la aceleración en las zonas de periodos cortos e intermedios. De acuerdo con A.2.5 – 1, hallamos el grupo de suelo para estructuras de ocupación normal y su coeficiente de importancia.

**3.5.8 Espectro elástico de diseño**

CIUDAD	BUCARAMANGA
PERFIL DE SUELO	D
Aa=	0.25
Av=	0.25
Fa=	1.3
Fv=	1.9
I=	1

$$T_0 = 0.1 \frac{A_1 F_v}{A_3 F_a} = 0.146$$

$$T_C = 0.48 \frac{A_1 F_v}{A_3 F_a} = 0.702$$

$$T_L = 2.4 F_v = 4.560$$

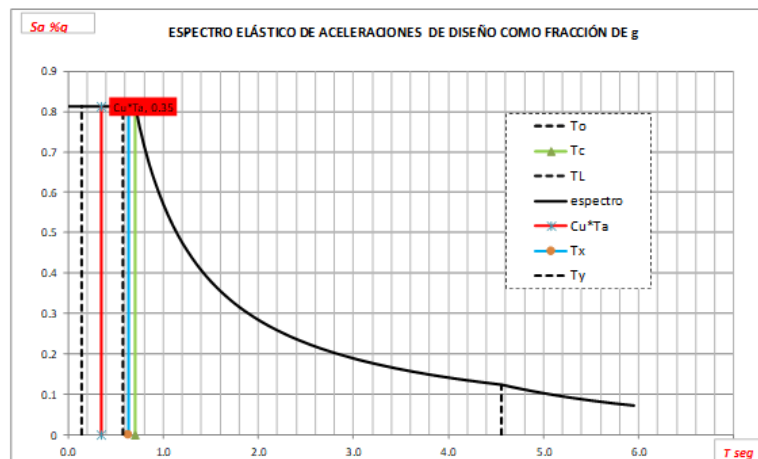


Figura 14. Espectro elástico de aceleraciones de diseño

Fuente. Elaboración Ingeniero Sergio Andrés Ortiz

### ***3.5.9 Grado de irregularidad de la estructura y coeficiente de capacidad de disipación de energía, $R'$***

#### ***3.5.10 Análisis de fuerzas sísmicas***

Usando el método de la fuerza horizontal equivalente, según A.4.2 – 3 de la Norma Sismo Resistente NSR – 10, podemos calcular el periodo fundamental de la edificación.

#### ***3.5.11 Cortante Basal***

Según A.4.3 de la Norma Sismo Resistente NSR – 10, el cortante sísmico en la base, es equivalente a la totalidad de los efectos inerciales horizontales producidos por los movimientos sísmicos de diseño.

#### ***3.5.12 Método de análisis sísmico***

Se realiza el análisis sísmico dinámico espectral de la estructura siguiendo todos los requerimientos especificados en el capítulo A.5 de la Norma Sismo Resistente NSR – 10.

### 3.5.13 Índice de flexibilidad

Se comprueba el cumplimiento de deriva máxima para cualquier piso de acuerdo con el procedimiento de A.6.3.1, este no debe exceder los límites establecidos en la tabla A.6.4 – 1, en donde la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso.

**Tabla A.6.4-1**  
Derivas máximas como porcentaje de  $h_{pi}$

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de <b>A.6.4.1.3</b>	1.0‰ ( $\Delta_{max}^i \leq 0.010 h_{pi}$ )
de mampostería que cumplen los requisitos de <b>A.6.4.1.4</b> .	0.5‰ ( $\Delta_{max}^i \leq 0.005 h_{pi}$ )

Figura 15. Derivas máximas

Fuente. NSR – 10, Título A

### 3.5.14 Combinaciones de carga para el diseño de los elementos

El reglamento Sismo Resistente en el título B, demanda que se empleen combinaciones básicas para el diseño de la estructura.

### ***3.5.15 Descripción de la intervención y reforzamiento estructural***

El ingeniero Civil a cargo del peritaje y esclerometría es quien genera esta descripción, de tal manera que certifica la veracidad de la información.

### **3.6 Desarrollo y control de cronograma**

Se realizará un cronograma de visitas semanales el cual se debe estar ejecutando en las fechas establecidas, sin embargo, este está sujeto a modificaciones por imprevistos que puedan suceder en el transcurso de la visita.

## **4. Resultados**

Los resultados presentados en este ítem, corresponden al desarrollo de cada uno de los objetivos planteados en esta práctica empresarial sobre legalización y regulación de asentamientos humanos para el área de Curaduría Cero con el fin de fortalecer los conocimientos en la parte técnica estructural.

Tomando como base la visita de campo, se realizó la toma de medidas de:

<b>MZ G - Casa 6</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MEDIDAS (m)</b>
1	Columnas	0,20x0,20
2	Vigas	0,20x0,25
3	Muros divisorios	Ladrillo H - 10
4	Losa	0,15 espesor
5	Luz Máxima entre columnas	2,73
6	Luz Máxima entre vigas	2,73
7	Altura entre piso	2,31
8	Vacíos	2,1x3,8
9	Puertas	0,75x2
10	Ventanas	0,5x1,5
11	Voladizo	No tiene
12	Escalera	1 descanso 0,17x0,28
13	Fachada	7,8 frente
14	Antejardín	7,8x3,5
15	Zona Verde	No tiene

Tabla 1. *Medidas tomadas en campo MZ G – Casa 6*

Fuente. *Elaboración propia*

Con esta información de campo se realizó el plano arquitectónico ajustándolo a los lineamientos y parámetros de la resolución del barrio Villa Mercedes (**Apéndice D**).

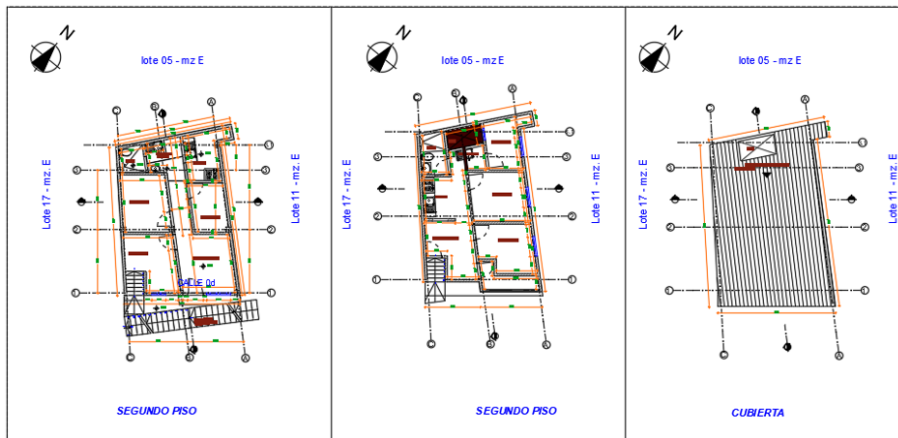


Figura 16. Planos arquitectónicos cortes y fachada principal

Fuente. Arquitecto Jorge Iván Díaz

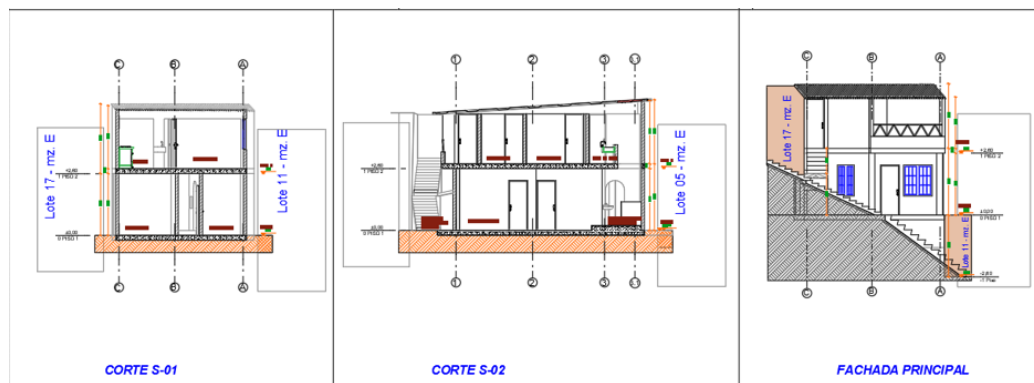


Figura 17. Planos arquitectónicos planta 1,2 y cubierta

Fuente. Arquitecto Jorge Iván Díaz

Con los planos arquitectónicos ajustados a la resolución del barrio, se realizó el modelo estructural en el software ETABS, con sus respectivos reforzamientos y despieces, basándose en el cumplimiento de la norma sismo resistente NSR – 10

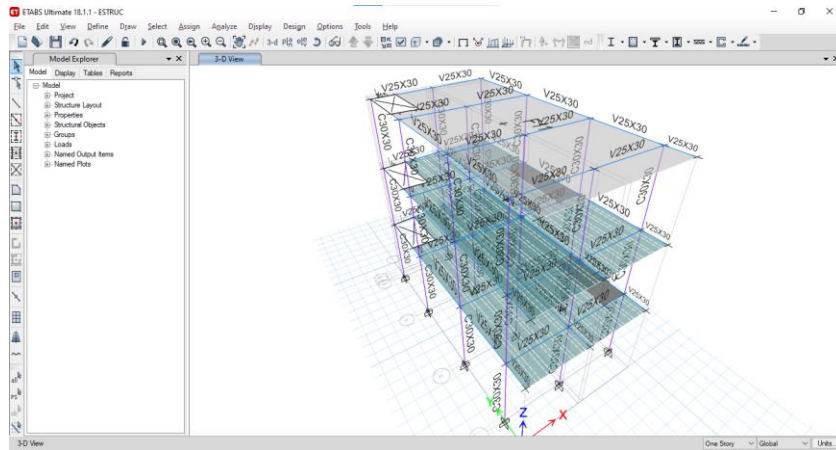


Figura 18. Modelo Estructural

Fuente. Elaborador por Ing. Sergio Andrés Ortiz

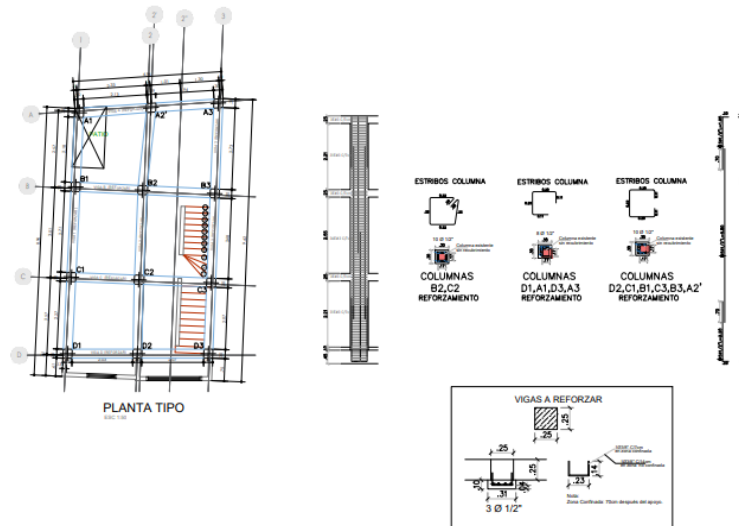


Figura 19. Reforzamiento Estructural y despieces

Fuente. Elaborador por Ing. Sergio Andrés Ortiz

Por último, se anexa toda la información al peritaje técnico estructural, el cual es el informe final que para llevar el control del procedimiento que se hizo a cada vivienda.

## 5. Conclusiones

Se realizaron visitas técnicas de campo mediante las cuales se aprendió a identificar y a tomar las dimensiones reales de los diferentes elementos estructurales como columnas, vigas y tipos de placas: maciza, aligerada, placa fácil, además a hacer uso correcto del escáner y esclerómetro herramientas indispensables para la toma de datos necesarios para realizar el peritaje técnico estructural.

Se brindó acompañamiento al ingeniero estructural supervisor de la alcaldía durante la realización del peritaje técnico estructural, apoyando la revisión de la evaluación de cargas, combinaciones, espectro de diseño y su aplicación al modelo en el software ETABS 2000 y verificación de los resultados obtenidos para la elaboración del documento final del peritaje estructural.

Se apoyó la elaboración de los planos de reforzamiento estructural y los detalles correspondientes como despieces, ampliación de secciones en vigas y columnas.

Al realizar el primer modelo estructural en el software ETABS 2000, se evidenció que las columnas no cumplen los requisitos mínimos constructivos del reglamento sismo resistente NSR – 10, pues estas tenían un área menor de  $900\text{cm}^2$ , valor establecido por la norma. Al no cumplir este requerimiento las edificaciones son más vulnerables a generar fallas estructurales ante eventos sísmicos.

Esta práctica empresarial fue una experiencia laboral muy enriquecedora ya que permitió identificar los posibles riesgos a la hora de construir una vivienda, así como generar soluciones usando diversos métodos que me permitan una estabilidad de las estructuras y a la vez garantizar la seguridad de los residentes.

## **6. Recomendaciones**

En las visitas técnicas, se debe visualizar bien las estructuras de las viviendas, su sistema estructural, que losa tiene, dimensiones de las columnas (puesto que no todas tienen las mismas dimensiones), todo esto, para no generar errores a la hora de modelar la estructura en el software.

Consultar a los ingenieros estructurales cuales son los métodos que usan a la hora de cargar los datos en el software, para así, manejar el mismo método de diseño estructural.

## **7. Aporte**

Este artículo puede verse como la primera fase de un proyecto mucho más ambicioso, en la cual se realizó un estudio y reforzamiento estructural para viviendas construidas en asentamientos humanos, una segunda fase puede consistir en realizar el proceso constructivo a partir de los datos obtenidos en la fase inicial. Por ejemplo, los resultados en este proyecto nos muestran que las columnas no cuentan con el área permitida por la norma sísmo resistente NSR – 10, para subsanar estas deficiencias estructurales, se requiere aumentar las dimensiones de las

columnas, realizando un encamisado a fin de prolongar la vida útil de la estructura, y con ello evitar posibles fallas en la misma, en caso de sismos u otras acciones accidentadas.

### Referencias Bibliográficas

Ardila, S. S. (26 de 10 de 2017). *Alcaldía de Bucaramanga*. Obtenido de Dcreto 0175 de 2017:  
<https://www.bucaramanga.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/DECRETO-0175-CURADURIA-CERO.pdf>

Bucaramanga, A. d. (06 de 12 de 2016). *Nuestra Alcaldía*. Obtenido de Misión, Visión, Política de calidad y Objetivos de calidad:  
<https://www.bucaramanga.gov.co/transparencia/nuestra-alcaldia/>

Colombia, C. d. (18 de 07 de 2017). *Ley 18 de 2017*. Obtenido de Normas en materia de formalización, titulación y reconocimiento de las edificaciones de los asentamientos humanos: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=149198>

Escobar, J. P. (06 de 07 de 1991). Obtenido de Constitución políticas de Colombia de 1991:  
<https://pdba.georgetown.edu/Parties/Colombia/Leyes/constitucion.pdf>

Ministerio de Ambiente, V. y. (13 de 01 de 2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente*. Obtenido de Título C - Concreto estructural:  
[http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10\\_Titulo\\_C.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_C.pdf)

Ministerio de Ambiente, V. y. (13 de 01 de 2010). *Reglamento Colombiano de construcción sismo-resistente*. Obtenido de Título A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo-resistente : <https://www.scg.org.co/Titulo-A-NSR-10-Decreto%20Final-2010-01-13.pdf>

Ministerio de Ambiente, V. y. (13 de 01 de 2010). *Reglamento Colombiano de construcción sismo-resistente*. Obtenido de Título B - Cargas: [http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10\\_Titulo\\_B.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_B.pdf)

Restrepo, L. E. (01 de 01 de 2017). *UPB*. Obtenido de Asentamientos Humanos Irregulares: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4974/Asentamientos%20humanos%20irregulares.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **Apéndices**

**Apéndice A.** Formulario único nacional

**Apéndice B.** Norma Técnico Colombiana NTC – 3692

**Apéndice C.** Ficha resumen peritaje técnico estructural

**Apéndice D.** Lineamientos y parámetros de la resolución del barrio Villa Mercedes

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS