

Practica empresarial para el apoyo como auxiliar de ingeniería en el área de diseño, construcción y supervisión técnica en la empresa INSUT S.A.S.

Andrés Julián Picón Vargas (1)

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Homer Armando Buelvas Moya

Magister en Ingeniería Estructural

Tutor:

Tomas Enrique Gómez Suárez

Magister en Ingeniería Estructural

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	10
1. Objetivos .....	12
1.1. Objetivo general .....	12
1.2. Objetivos específicos .....	12
2. Marco de Referencia .....	12
2.1. Marco Conceptual .....	12
2.1.1. Supervisión Técnica .....	12
2.1.2. Ley .....	13
2.1.3. Riesgo .....	13
2.1.4. Curador Urbano .....	13
2.2. Marco Teórico .....	14
2.2.1. Modelo Estructural .....	14
2.2.2. Irregularidad estructural .....	14
2.2.3. Efectos P-Delta .....	14
2.3. Marco legal .....	15
2.3.1. Ley 1796 del 2016 .....	15
2.3.2. Norma de construcción sismo-resistente 2010 .....	15
2.3.3. INSUT S.A.S .....	17
3. Desarrollo de la practica .....	18
3.1. Apoyo en los procesos de diseño y supervisión técnica en los proyectos de la empresa INSUT S.A.S. ....	18

3.1.1. Actividades de diseño .....	18
3.1.1.1. Estudio de planos arquitectónicos, estudio de suelos y replanteo: .....	18
3.1.1.2. Determinar parámetros sísmicos, cargas y predimensionamiento de los elementos: .....	18
3.1.1.3. Elaboración del modelo estructural y diseño de elementos estructurales:.....	19
3.1.2. Actividades de supervisión .....	24
3.1.2.1. Revisión de elementos verticales: .....	25
3.1.2.2. Revisión de vigas: .....	27
3.1.2.3. Revisión del sistema de postensado: .....	29
3.1.2.4. Revisión de armado de placa: .....	29
3.1.2.5. Control del proceso de fundida de entepiso: .....	31
3.1.2.6. Revisión de mampostería y acabados: .....	32
3.1.2.7. Presentación Informe de Supervisión Técnica:.....	33
3.2. Apoyo en la estimación de cantidades de materiales de obra y elaboración de planos de detalle en los proyectos de la empresa INSUT S.A.S. ....	34
3.3. Propuesta de una guía para la evaluación de riesgos en edificaciones que facilite el aval de las empresas como OCT por parte de las aseguradoras. ....	38
3.3.1. Procedimiento de evaluación de riesgos para adquirir la póliza de seguro decenal: .....	39
3.3.2. Formato evaluación de proyectos bajo la póliza decenal: .....	39
3.3.3. Formato revisión de la cimentación:.....	39
3.3.4. Formato evaluación de planos estructurales, memorias y plan de calidad del proyecto: ...	40
3.3.5. Formato evaluación de estructuras especiales: .....	40
3.3.6. Formato evaluación de cerramientos de fachada y cubierta: .....	41
3.3.7. Formato evaluación de sistema de postensado: .....	41

3.3.8. Formato evaluación de estructuras preexistentes:.....	41
3.3.9. Instructivo ejecución supervisión técnica en proyectos según la NSR 10:.....	41
4. Conclusiones.....	42
Referencias Bibliográficas.....	43
Apéndices.....	45

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Proyectos en los que se determinaron cantidades de obra. ....	36

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Vista 3D del modelo del edificio 3 del Hospital de San Andres, Santander. Fuente: INSUT S.A.S. ....	21
Figura 2. Vista 3D del modelo Edificación Puerto Wilches. Fuente: INSUT S.A.S.....	22
Figura 3. Vista 3D del modelo de La Cabaña Curití. Fuente: INSUT S.A.S. ....	23
Figura 4. Vista 3D del modelo del jardín de la montaña 04. Fuente: INSUT S.A.S. ....	24
Figura 5. Cambio en la sección de los elementos verticales en altura. Fuente: DIP S.A.S. ....	25
Figura 6. Armado y revisión de elementos verticales tipo columna. Fuente: Autor. ....	26
Figura 7. Armado y revisión de elementos verticales tipo pantalla. Fuente: Autor.....	27
Figura 8. Revisión de vigas de placa. Fuente: Autor. ....	28
Figura 9. Revisión del sistema de postensado, los torones se señalan en la imagen. Fuente: Autores. .....	29
Figura 10. Armado de placa. Fuente: Autor. ....	30
Figura 11. Prueba de Slump realizada al concreto que llega a obra. Fuente: Autor. ....	31
Figura 12. Proceso de fundida de placa. Fuente: Autor.....	32
Figura 13. Mampostería de fachada e interna. Fuente: Autor.....	33
Figura 14. Sección de la Hoja de Cálculo empleada para determinar cantidades en vigas. Fuente: INSUT S.A.S. ....	35
Figura 15. Planta arquitectónica realizada por el practicante. Fuente: Autor. ....	36
Figura 16. Planos de elementos tipo vigas realizados por el practicante (ver Página 58 en Apéndice A – Soportes y Formatos). Fuente: Autor.....	37

### **Lista de Apéndices**

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

## Resumen

**Título:** Practica empresarial para el apoyo como auxiliar de ingeniería en el área de diseño, construcción y supervisión técnica en la empresa INSUT S.A.S.\*

**Autor:** Andrés Julián Picón Vargas\*\*

**Palabras Clave:** Ley de Vivienda Segura, Seguro Decenal, Diseño estructural, Construcción, Supervisión técnica, Evaluación de riesgos, Vivienda nueva.

### Descripción:

En los últimos años, en Colombia se han presentado una serie de fallas y desplomes de estructuras que han consternado a la comunidad ingenieril, como es el caso del Edificio Space en Medellín en el año 2013, que dejan expuestas las falencias y defectos presentes en la ejecución de diseño y construcción de edificaciones del tipo residencial. En consecuencia, en el año 2016 surgió la “Ley de Vivienda Segura” la cual busca proteger a los compradores de vivienda nueva ante siniestros derivados de los errores cometidos en las actividades mencionadas anteriormente. El presente documento muestra el trabajo realizado dentro de la empresa INSUT S.A.S como apoyo en actividades de diseño y seguimiento de obra, así como la ayuda en la solicitud presentada por INSUT S.A.S para obtener el aval como Organismo de Control Técnico y poder llevar a cabo actividades de supervisión técnica dentro de la normativa presentada, completando los formatos e instructivos que le permiten a INSUT S.A.S realizar una evaluación de riesgos estructurales según lo requerido tanto por la nueva ley como por la aseguradora encargada del aval técnico.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Homer Armando Buelvas Moya. Magister en Ingeniería Estructural. Tutor: Tomas Enrique Gómez Suárez. Magister en Ingeniería Estructural.

### Abstract

**Title:** Business practice to support as engineering assistant in the area of design, construction and technical supervision in the company INSUT S.A.S.\*

**Author(s):** Andrés Julián Picón Vargas\*\*

**Key Words:** Ten-Year Insurance, Structural Design, Construction, Technical Supervision, Risk Assessment, New Housing.

**Description:**

In recent years in Colombia there have been a series of important structures failures and collapses, such as the case of 2013 in Medellin with de collapse of the Building named Space, which expose the flaws and defects present in the execution of design and construction of residential buildings. Due to this, in 2016 the "Ley de Vivienda Segura" was enacted, which seeks to protect buyers of new housing against claims arising from errors committed in the aforementioned activities. This document shows the work done within the company INSUT S.A.S as support in design and construction activities, as well as the assistance in the application submitted by INSUT S.A.S to be endorsed as a Technical Control Agency and to carry out technical supervision activities within the regulations presented. For this purpose, a series of documents such as formats and instructions were prepared to allow INSUT S.A.S. to carry out a structural risk assessment as required by the new law and by an insurance company.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Homer Armando Buelvas Moya. Master in Structural Engineering. Tutor: Tomas Enrique Gómez Suárez. Master in Structural Engineering.

## Introducción

En Colombia existen diversas metodologías de protección y seguridad para los proyectos de construcción de vivienda; como es el caso de normativas y leyes de cumplimiento obligatorio, y seguros o pólizas que pueden ser de carácter obligatorio u opcional; tal es el caso de la ley de “Seguro de Calidad y Estabilidad de la Vivienda Nueva”, y algunos seguros opcionales como el “Seguro Todo Riesgo Constructor” (Lombana Silva & González Triviño, 2017). La ley 1796 del 2016, también conocida como “Ley de vivienda segura”, busca proteger al comprador de vivienda e incrementar la seguridad en las edificaciones fortaleciendo la función pública que ejercen los curadores urbanos (Congreso de Colombia, 2016).

La Ley 1796 surge en respuesta a una serie de sucesos relacionados con errores en el diseño, construcción y supervisión que han generado estructuras inestables y desplomes de edificaciones. El evento detonante para la creación de la Ley de Vivienda Segura fue el desplome de la torre 6 del Edificio Space en Medellín el 12 de octubre del 2013 a causa de una serie de fallas en el diseño de la estructura (Lombana Silva & González Triviño, 2017). Los deficientes procesos de supervisión sobre el Space permitieron su construcción con errores de diseño, que luego generaron su posterior desplome cobrando la vida de 12 personas, además de dejar sin vivienda y afectar económicamente a todas las demás familias y habitantes del edificio. Adicional a esto, los métodos de protección que poseían los propietarios de vivienda del Space no cubrían en su totalidad los daños y pérdidas causadas por el desplome y demolición de la estructura, es por esto que la Ley de Vivienda Segura obliga la implementación del “Seguro Decenal” para todos los proyectos de construcción de vivienda en Colombia.

Uno de los componentes de la Ley 1796 es el seguro decenal, mientras que otros son los trabajos de supervisión obligatorios exigidos en toda obra de edificación. El seguro decenal obligatorio reglamentado en la nueva ley tiene como finalidad cubrir daños en las edificaciones debidos a fallas en el diseño, deficiencias en la construcción o en los materiales empleados. Este seguro tiene una vigencia de 10 años a partir de la expedición del certificado técnico de ocupación, a su vez, ampara la totalidad del costo de reconstrucción de la obra y tiene la característica de no necesitar un culpable definido para ser efectivo (Lombana Silva & González Triviño, 2017). Toda empresa que desee registrarse bajo la Ley descrita debe cumplir ciertas condiciones, además de realizar un continuo seguimiento de sus proyectos de edificación.

Implementar protocolos de evaluación de riesgos en fases del proyecto como el diseño y la construcción es vital puesto que estos protocolos son requeridos por las aseguradoras encargadas de expedir el seguro decenal. Esta evaluación de riesgos toma desprevenidas a muchas entidades las cuales son cobijadas por la Ley 1796, como lo es el caso de la empresa INSUT S.A.S, que al realizar labores de supervisión técnica se ve obligada a trabajar de la mano con las aseguradoras para funcionar como Organismos de Control Técnico (OCT).

En INSUT S.A.S se está llevando a cabo un proceso de aprobación como OCT por parte de un ente asegurador de Fasecolda, buscando elaborar un plan de evaluación de riesgos para los proyectos en los que se lleve a cabo funciones de supervisión técnica. Estos protocolos de evaluación de riesgos son un tema nuevo en el ámbito colombiano, sin embargo, en otros países (principalmente europeos) ya se tienen protocolos plenamente desarrollados. Mediante esta práctica empresarial se realizó un continuo apoyo al seguimiento de las etapas de diseño y construcción de algunos proyectos a cargo de INSUT S.A.S. con el propósito de lograr las bases suficientes para la mencionada aprobación.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo general**

Apoyar como auxiliar de ingeniería en el área de diseño, construcción y supervisión técnica en la empresa INSUT S.A.S.

### **1.2. Objetivos específicos**

Apoyar en los procesos de diseño y supervisión técnica en los proyectos de la empresa INSUT S.A.S.

Apoyar en la estimación de cantidades de materiales de obra y elaboración de planos de detalle en los proyectos de la empresa INSUT S.A.S.

Proponer una guía para la evaluación de riesgos en edificaciones que facilite el aval de las empresas como OCT por parte de las aseguradoras.

## **2. Marco de Referencia**

### **2.1. Marco Conceptual**

#### ***2.1.1. Supervisión Técnica***

Entiéndase por supervisión técnica como la verificación del cumplimiento en construcción de los requisitos y propósitos expuestos en los planos, según los diseños y especificaciones elaboradas por el diseñador estructural, el ingeniero Geotecnista y demás diseñadores que participaron en el proyecto.

Esta supervisión debe ser desarrollada por personal calificado y con los conocimientos necesarios en labores de diseño y construcción que le permitan identificar cualquier irregularidad

que pueda presentarse, y notificar a tiempo al ejecutor de la construcción sobre las medidas correctivas necesarias (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

### ***2.1.2. Ley***

Una ley es una orden o mandato establecido por la autoridad, la cual tiene como finalidad mandar o prohibir algo en consonancia con la justicia y que es acordado entre los órganos legislativos competentes. Estas leyes se manifiestan de forma prescrita en una constitución, la cual será el documento que regule la convivencia social en una nación (Real Academia de la lengua española, 2014).

### ***2.1.3. Riesgo***

El riesgo de un proyecto puede definirse como un evento o condición que, en el caso de presentarse dentro de un proyecto, afecta positiva o negativamente uno o más de los objetivos del proyecto (PMI, 2017).

Dada la incertidumbre que generan estos eventos, es casi obligatoria la necesidad de analizar, evaluar y preparar planes para el caso en que se presente en el proyecto un riesgo de carácter negativo que pueda generar un impacto considerable sobre el mismo.

### ***2.1.4. Curador Urbano***

Un curador urbano es un particular cuyo que tiene por encargo estudiar, tramitar y expedir licencias de construcción, parcelación, urbanización y subdivisión de predios a petición de los interesados en llevar a cabo proyectos de esta índole. Los curadores deben verificar el cumplimiento de las normas urbanísticas y de edificación vigentes (Ministerio de Vivienda, 2020).

## **2.2. Marco Teórico**

### ***2.2.1. Modelo Estructural***

Un modelo estructural es una representación física de una estructura real o de una fracción de esta, el cual usualmente es desarrollado a escala reducida (Janney et al., 1970). Estos modelos tienen el fin de poder ser objeto de ensayos, para lo cual es necesario aplicar leyes de similitud a la realidad que permita leer los resultados (Harris & Sabnis, 1999).

### ***2.2.2. Irregularidad estructural***

La irregularidad en estructuras puede definirse como la carencia de simetría o discontinuidades físicas que se presentan dentro de las mismas, ya sea en planta o en altura (Munaico et al., 2021).

La regularidad de una estructura puede tomarse como una medida de la confiabilidad en los resultados que se obtienen de la estructura ante situaciones sísmicas. A lo largo de los años ha podido observarse que las estructuras regulares tienen una mejor respuesta ante las demandas sísmicas que estructuras con mayores irregularidades, pues en estas últimas las demandas suelen concentrarse en las zonas irregulares (Fozzatti et al., 2016).

### ***2.2.3. Efectos P-Delta***

Los efectos P-Delta o efectos de segundo orden son un tipo de efectos que se producen en estructuras debido al actuar simultáneo de las cargas axiales y transversales sobre las mismas. El análisis de estos efectos tiene en cuenta los momentos y solicitaciones adicionales que se producen al actuar las cargas gravitacionales sobre la estructura deformada debido a las cargas transversales. Estas solicitaciones adicionales causan, además de un incremento en los momentos flectores de los elementos, una disminución en la capacidad de carga axial que estos son capaces de soportar (Cristiano, 2013);**Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

## **2.3. Marco legal**

### ***2.3.1. Ley 1796 del 2016***

Esta ley surge en Colombia con el fin de establecer medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, incrementar la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la función que ejercen los curadores urbanos, además, se asignan funciones a la Superintendencia de Notariado y Registro (Congreso de Colombia, 2016).

La Ley 1797 engloba una serie de mecanismos que tienen el fin de cubrir los perjuicios patrimoniales, entre los que encontramos: patrimonio, garantías bancarias, productos financieros o seguros. Dicha ley también abarca principalmente dentro de su contenido los siguientes aspectos: revisión independiente de los diseños, supervisión técnica independiente, eliminación de excepciones de revisión o supervisión, fortalecimiento de la responsabilidad del profesional y amparo de los perjuicios patrimoniales del comprador de vivienda (Lombana Silva & González Triviño, 2017).

### ***2.3.2. Norma de construcción sismo-resistente 2010***

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR 10) fue desarrollado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) en el 2010 basado en la normativa ACI 318, la cual emplea como método de diseño estructural el diseño por factores de carga y resistencia LRFD. La NSR 10 expone en su TITULO A un procedimiento general de diseño y construcción de edificaciones, que contiene los siguientes pasos (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010):

#### **A. Estudios geotécnicos**

Se debe realizar una exploración del subsuelo en el lugar en que se va a construir la edificación, la cual debe ser complementada considerando los alrededores de esta zona.

**B. Diseño arquitectónico**

Debe cumplir la normativa urbana vigente, además de indicar los usos de la edificación y el grupo de uso al que pertenece.

**C. Diseño estructural**

Se debe realizar por un ingeniero facultado, la estructura debe ser diseñada de manera que cuente con la resistencia y rigidez necesarias para soportar las cargas de diseño, limitar las deformaciones ante las cargas de servicio y proveer seguridad a los usuarios ante un posible evento sísmico.

**D. Diseño de la cimentación**

Se debe diseñar para poder transmitir al suelo de apoyo las solicitaciones provenientes de las cargas de servicio y de los movimientos sísmicos de diseño.

**E. Diseño sísmico de elementos no estructurales**

El diseño de los elementos que no hacen parte del sistema sísmico de la estructura se debe realizar de forma que sean capaces de tener un desempeño superior, bueno o bajo según el grupo al que pertenezca la estructura.

**F. Revisión de los diseños**

La revisión de los diseños debe ser realizada por una curaduría u oficina equivalente encargada de estudiar, tramitar y expedir las licencias de construcción. La revisión también puede ser llevada a cabo por un profesional independiente, a costo de quien solicita la licencia.

**G. Construcción**

El proceso constructivo debe realizarse: cumpliendo los requisitos de los propios materiales según el grado de disipación de energía de la estructura, en concordancia con los procedimientos y especificaciones dados por los diseñadores y bajo una supervisión técnica según lo exija la Ley

400 de 1997. La construcción debe ser realizada por un ingeniero o arquitecto facultado para tal fin.

#### **H. Supervisión técnica**

Esta supervisión debe ser realizada por un ingeniero o arquitecto avalado para tal fin, se deben desempeñar labores de supervisión técnica en las edificaciones en concordancia a lo expuesto en la NSR 10 y leyes vigentes que la complementen o modifiquen.

#### **2.3.3. *INSUT S.A.S***

Ingeniería, Supervisión Técnica e Interventoría S.A.S, es una empresa especializada en diseño estructural, construcción de estructuras de concreto, diseño y construcción de sistemas postensados, Supervisión e Interventoría de proyectos y gerencia de construcción.

El equipo de trabajo que conforma INSUT S.A.S, ha desarrollado más de 780.000 m<sup>2</sup> de diseño estructural de edificaciones tipo Túnel, aporticado, estructuras postensadas, pisos, mampostería estructural y estructuras metálicas, 35.000m<sup>2</sup> construcción de estructuras entre industrializadas y tradicional, 80.000m<sup>2</sup> de pavimentos, pisos industriales, e integramos un recurso humano con altas cualidades personales y profesionales, comprometidos con la organización dentro de una estructura administrativa plana, flexible y ágil en la toma de decisiones.

### **3. Desarrollo de la practica**

#### **3.1. Apoyo en los procesos de diseño y supervisión técnica en los proyectos de la empresa INSUT S.A.S.**

##### ***3.1.1. Actividades de diseño***

Se realizó apoyo en el diseño de una edificación de tipo “indispensable” según se define en la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). El procedimiento general de diseño se desarrolló según lo expuesto en el capítulo A.1.3 de la NSR-10, dicho procedimiento constaba de las siguientes actividades:

##### **3.1.1.1. Estudio de planos arquitectónicos, estudio de suelos y replanteo:**

En este apartado se comenzaba por identificar los elementos estructurales propuestos por el arquitecto y se evaluaba su validez dentro del sistema estructural, también se proponen nuevos elementos en caso de ser necesarios. A su vez, se analizaba la información entregada por el ingeniero geotécnico en cuanto a la composición y características del terreno y de la zona en donde se construirá la estructura para posteriormente realizar un análisis de la información topográfica de dicha zona con el fin de definir los posibles movimientos de tierra.

##### **3.1.1.2. Determinar parámetros sísmicos, cargas y predimensionamiento de los elementos:**

Conocidos los datos generales del proyecto, se consulta en los Capítulos A.2 y A.3 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010) la zona de amenaza sísmica en donde se ubicará la estructura para obtener los parámetros sísmicos de diseño. Se realiza el análisis de cargas de la estructura con base en el tipo de uso que tendrá según lo expuesto en el Título B

de la NSR 10. Finalmente, se realiza el predimensionamiento de los elementos estructurales con base en los requisitos presentes en el Título C de la normativa mencionada.

### **3.1.1.3. Elaboración del modelo estructural y diseño de elementos estructurales:**

Se apoya en la realización del modelo de la estructura teniendo en cuenta aspectos como la resistencia del concreto a usar, resistencia del acero, sismo de diseño, cargas de la estructura y dimensiones de los elementos.

Los modelos eran elaborados generalmente en softwares especializados en el modelado de edificaciones y una vez se realizaba la primera versión de estos modelos se procedía a efectuar el ajuste sísmico y se chequeaban periodos y derivas para poder determinar las irregularidades de la estructura según se expone en los Capítulos A.3, A.4, A.5 y A.6 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). Dichas irregularidades permitían definir el factor de reducción de la carga sísmica que posteriormente sería usado para ingresar los combos sísmicos de diseño. El diseño de los elementos estructurales se realiza con ayuda de las herramientas de diseño que integra el software y todo es aprobado por el diseñador encargado, quien supervisaba todas las etapas del proceso.

Algunos elementos, comúnmente la cimentación y algunas vigas auxiliares, se diseñaban por medios alternativos, entre los que se encuentran memorias de cálculo o diseño manual para evitar incluir dichos elementos en el modelo sísmico y así asegurar que los elementos pertenecientes al sistema sísmico serían los únicos encargados de soportar la carga sísmica en la estructura.

Las memorias de cálculo usadas en INSUT S.A.S. destinadas al diseño de la cimentación toman como datos de entrada las cargas que transmiten las columnas, sus dimensiones, refuerzo, material empleado y esfuerzos admisibles del terreno, para posteriormente calcular y chequear

aspectos de la cimentación como su geometría, diseño a flexión, diseño a cortante y verificación de los esfuerzos en el terreno.

Las escaleras eran comúnmente modeladas en el software CYPECAD mediante la licencia 113760 del mes de septiembre de 2010 proporcionada por INSUT S.A.S. Este software facilita el diseño de estos elementos al proponer automáticamente el tamaño de la huella, contrahuella y el número de escalones, además, dicho software facilita la exportación de los planos estructurales.

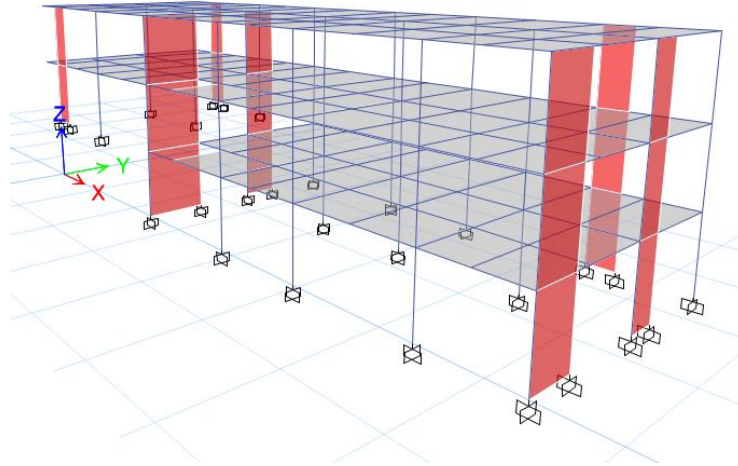
Descrito el procedimiento general de diseño llevado a cabo, se nombran los proyectos en los cuales se participó durante el desarrollo de la práctica:

- **Proyecto Hospital de San Andrés:**

Compuesto por 3 estructuras independientes de las cuales se participó en el diseño de una, observable en la Figura 1. Se destaca la evaluación de la necesidad de incluir los efectos P-Delta dentro del análisis de la estructura perteneciente al Grupo de Uso IV (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). Se tuvieron dificultades para lograr cumplir periodos en esta estructura debido a las irregularidades en altura que posee la edificación y los pocos elementos tipo muro que se podían usar dentro del sistema sismo-resistente.

**Figura 1**

*Vista 3D del modelo del edificio 3 del Hospital de San Andres, Santander. Fuente: INSUT S.A.S.*

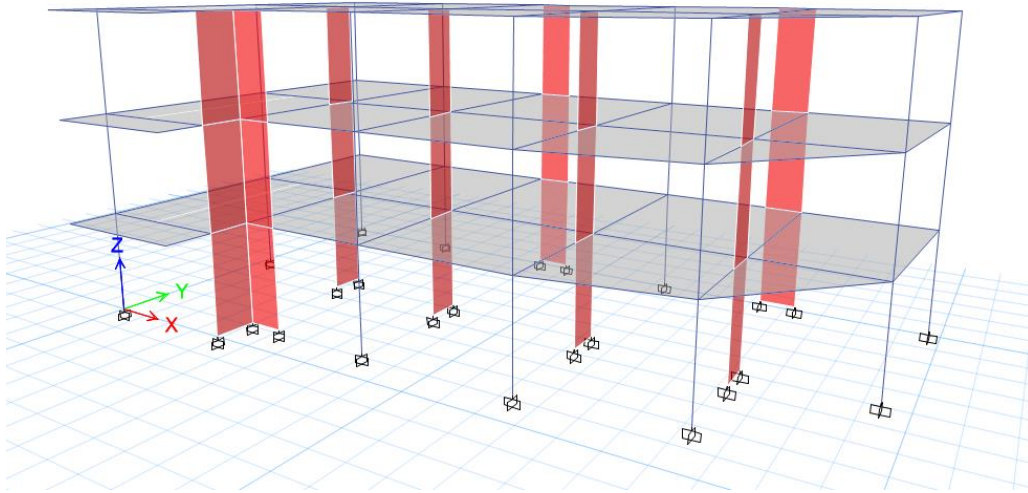


- **Proyecto Edificación Puerto Wilches:**

Se trataba de un edificio de tres pisos de uso residencial ubicado en Puerto Wilches, Santander. Es una estructura con buena regularidad del tipo combinada que ayudó mucho a comprender la importancia y labor que cumplen los elementos tipo muro dentro del sistema de resistencia sísmica. Esta estructura puede observarse en la Figura 2.

**Figura 2.**

*Vista 3D del modelo Edificación Puerto Wilches. Fuente: INSUT S.A.S.*

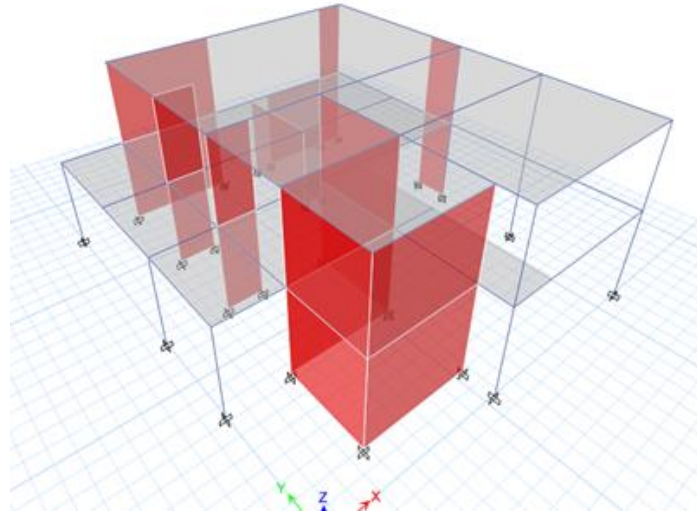


- **Proyecto Cabaña en Curití:**

La estructura estaba compuesta por una combinación de los sistemas tipo pórtico y muros de carga, este modelo ayudo a comprender mejor el comportamiento de una estructura con estos dos sistemas combinados. Como detalle adicional, el sistema de muros de carga estaba compuesto por muros de mampostería reforzada con unidades de perforación vertical.

**Figura 3.**

*Vista 3D del modelo de La Cabaña Curití. Fuente: INSUT S.A.S.*



- **Proyecto Zona de Jardín en La Montaña 04:**

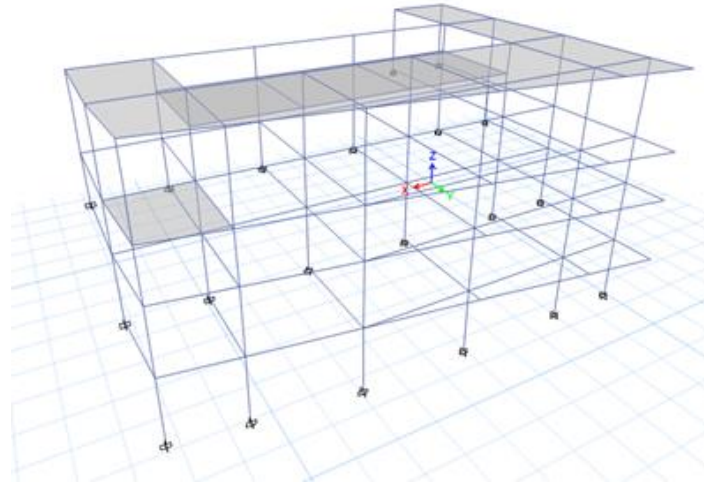
Es una estructura de aproximadamente 13 metros de altura, con gran irregularidad en altura dado que se encontraba ubicada sobre un talud el cual obligaba a cimentar en varios de los niveles estructurales tal y como se puede observar en la Figura 4. La estructura soportaría en su cubierta la piscina y el jardín trasero de la casa.

- **Proyecto rampas de Macizo:**

Es una estructura de vivienda compuesta por dos torres de 27 pisos y 2 niveles de parqueaderos. Se realiza el diseño de las rampas para el paso de automóviles en la zona de parqueaderos.

**Figura 4.**

*Vista 3D del modelo del jardín de la montaña 04. Fuente: INSUT S.A.S.*

**3.1.2. Actividades de supervisión**

Las actividades de supervisión técnica son obligatorias en muchos tipos de proyectos de construcción según lo define la NSR 10 en el título A apartado A.1.3.9 y en el título I, por lo que, durante el desarrollo de esta práctica se realizó apoyo en la supervisión de las etapas 1 y 2 del proyecto Torres del Bosque.

**Proyecto Torres del Bosque:** Este proyecto es desarrollado por la constructora Muisca Construcciones y está ubicado en la transversal 154 # 150-15 Floridablanca, Santander, con un lote de área total 4864.50 m<sup>2</sup> de los cuales 2945.45 serán destinados a la primera etapa y el área restante corresponde a la segunda; es un proyecto de tipo mixto (Residencial y Comercial). Además, Torres del Bosque protegerá el medio ambiente, mediante el uso de energía solar, turbina eólica y amplias zonas verdes.

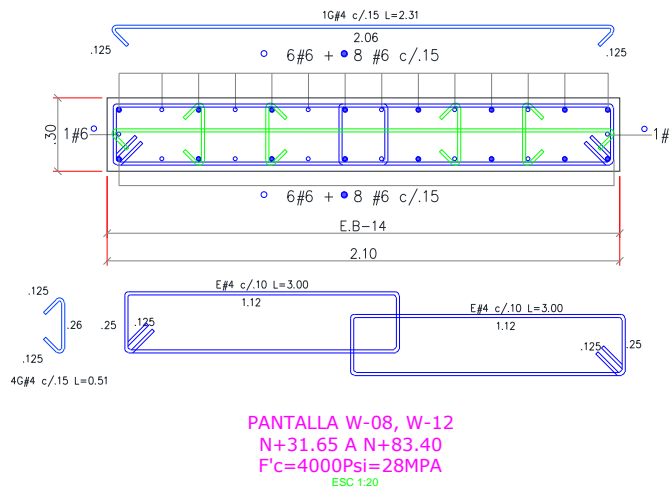
Se participó en el apoyo de las actividades de supervisión en ambas etapas del proyecto elaborando el informe de supervisión técnica que INSUT S.A.S entrega de manera a la dirección de obra, representada por el Ingeniero Carlos Mendoza.

### 3.1.2.1. Revisión de elementos verticales:

Para la realización de esta actividad es vital identificar correctamente en planos el elemento a revisar (sea este columna o pantalla) y su nivel actual, pues dada la altura de las estructuras, las secciones y armado del acero varían en su longitud (altura) cómo es posible observar en la Figura 5.

#### Figura 5.

*Cambio en la sección de los elementos verticales en altura. Fuente: DIP S.A.S.*



Una vez se ha identificado el elemento en planos, se revisa en campo la correcta disposición y armado de aceros, así como otros componentes evaluados.

- **Cantidades y diámetros de acero longitudinal:**

Se comprueba que se dispongan el número y diámetro de barras correspondiente a los planos. Como es posible observar en la Figura 6, esta tarea podía ser complicada en ciertos casos debido a la gran altura de los elementos.

**Figura 6.**

*Armado y revisión de elementos verticales tipo columna. Fuente: Autor.*



- **Longitudes de traslapo:**

Se comprueba que la longitud de los traslapos se encuentre por encima del mínimo normativo según el diámetro de barra traslapada, a su vez, se revisa que estos no queden ubicados dentro de los nodos de la estructura y cumpliendo todos los requisitos expuestos en el Capítulo C.12 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

- **Posicionamiento y amarre de ganchos y estribos:**

Se revisa que el espaciamiento entre los estribos sea el indicado en planos, se comprueba que la altura abarcada por los estribos corresponda como mínimo a la altura libre entre entrepisos. Posteriormente, se revisa la ubicación y amarre de los ganchos en el elemento según lo expuesto

en el Capítulo C.7 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). Esta actividad puede observarse en la Figura 7.

- **Verticalidad del encofrado del elemento:**

Una vez se avala el armado del elemento, se comprueba que el encoframiento del mismo sea vertical, adicionalmente, se comprueba que se haya respetado el espacio de recubrimiento del acero según el Capítulo C.7.7 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

**Figura 7.**

*Armado y revisión de elementos verticales tipo pantalla. Fuente: Autor.*



**3.1.2.2. Revisión de vigas:**

Los elementos tipo viga se revisan teniendo en cuenta los requisitos expuestos en el Capítulo C.7 y C.12 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010):

- **Cantidades y diámetros de acero longitudinal:**

Se comprueba que se dispongan el número y diámetro de barras correspondiente a los planos mediante de la revisión de los lotes en sitio.

- **Espaciamiento del refuerzo transversal:**

Se revisa que el espacio entre estribos corresponda a lo expuesto en planos, también se comprueba la colocación de ganchos en caso de que los haya, todo esto según los apartados C.7.11 y C.11.4 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

- **Ubicación de barras adicionales:**

Se chequea la ubicación de las barras longitudinales adicionales en los elementos, teniendo cuidado de medir las longitudes que estas deben tener y su ubicación en los vanos según lo expuesto en planos.

- **Espacio de recubrimiento:**

Se verifica el espacio de recubrimiento dejado para el acero según lo expuesto en el Capítulo C.7.7 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010). En la Figura 8 es posible observar la apariencia final del armado de las vigas respetando espaciamientos y ubicación.

**Figura 8.**

*Revisión de vigas de placa. Fuente: Autor.*



### 3.1.2.3. Revisión del sistema de postensado:

La revisión del sistema de postensado se realiza con ayuda de los planos que posee el equipo encargado de disponer dicho sistema, se revisa la cantidad de torones y las alturas que estos deben tener en distintos puntos de su longitud. La trayectoria y cambio en la altura de los cables se pueden observar en la Figura 8 y Figura 9.

El chequeo de las fuerzas de tensionamiento se realiza con base en los Informes de Tensionamiento que son entregados por la empresa encargada de instalar el sistema de postensado.

### Figura 9.

*Revisión del sistema de postensado, los torones se señalan en la imagen. Fuente: Autores.*



### 3.1.2.4. Revisión de armado de placa:

La construcción de la placa se revisa teniendo en cuenta los requisitos expuestos en los Capítulos C.7 y C.12 de la NSR 10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010):

- **Disposición de malla:**

Se comprueba la ubicación de la malla electrosoldada superior e inferior en la placa, respetando las distancias de traslapo entre mallas.

- **Posicionamiento de barras adicionales:**

Se revisa que se ubiquen las barras adicionales correspondientes a los planos como se observa en la Figura 10, siendo cuidadosos en que los diámetros de estas correspondan a los especificados.

- **Recubrimiento del acero:**

Se chequea la ubicación de distanciadores (ya sean de concreto o plásticos) que hagan cumplir las distancias de recubrimiento que debe tener la malla.

Al final del armado de los elementos estructurales y de la losa, se revisa la limpieza de la zona de fundida, eliminando todo desecho existente.

**Figura 10.**

*Armado de placa. Fuente: Autor.*



### 3.1.2.5. Control del proceso de fundida de entrepiso:

Las actividades de fundida requieren especial cuidado en temas de control de calidad del concreto o eventos adversos que puedan presentarse. Para controlar la calidad del concreto, se realiza una prueba de Slump (Asentamiento del concreto) a cada uno de los camiones que llegan a obra y se comprueba que los valores de asentamiento obtenidos sean óptimos.

En la Figura 11 es posible observar el resultado de uno de los ensayos de asentamiento realizados en campo, se visualiza un concreto con asentamiento de 8,5 pulgadas el cual era el más indicado para este caso pues dicho valor permitía que el material fuera bombeado a la placa y llegase en condiciones óptimas para su vaciado.

#### **Figura 11.**

*Prueba de Slump realizada al concreto que llega a obra. Fuente: Autor.*



En cuanto a los eventos que puedan afectar la fundida, se mantiene un control del buen estado de los vibradores, la solidez de los encofrados y adicionalmente se verifica que los elementos y tuberías pertenecientes a las instalaciones eléctricas y de plomería no se vean afectados durante la fundida. En la Figura 12 es posible observar el proceso de fundición.

**Figura 12.**

*Proceso de fundida de placa. Fuente: Autor.*

**3.1.2.6. Revisión de mampostería y acabados:**

Se realiza seguimiento a las actividades de instalación de la mampostería de fachada e interna en la estructura, ambas del tipo “Mampostería reforzada con unidades de perforación vertical” según lo define la NSR 10.

Se comprueba con ayuda de un detector de metales el correcto posicionamiento del refuerzo transversal y longitudinal dentro del elemento.

En cuanto a los acabados, se constata que se realicen según lo expuesto en planos y que su proceso de ejecución sea el correcto para obtener finalmente detalles bien cuidados y de alta calidad. En la Figura 13 es posible observar el armado y apariencia de la mampostería luego de su armado y reforzamiento.

**Figura 13.**

*Mampostería de fachada e interna. Fuente: Autor.*

**3.1.2.7. Presentación Informe de Supervisión Técnica:**

En apoyo a las actividades de supervisión técnica, se desarrolló el Informe de Supervisión Técnica N.20 correspondiente a la Etapa 1 del proyecto, debido a las políticas de privacidad de la empresa no es posible anexar el documento completo, sin embargo, se presenta una explicación de los componentes básicos (ver Página 55 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**). Se destaca lo siguiente:

- Resumen de las actividades llevadas a cabo en los dos meses anteriores, en este documento se puede encontrar la descripción de los elementos fundidos, procesos realizados y eventos que se presentaron durante el tiempo que abarca dicho informe.
- Un documento de memoria de cálculo en el que se presentan los porcentajes de avance que presentan los distintos tipos de elementos que componen la estructura.
- Un documento en el que se evidencian los resultados de las pruebas de laboratorio que se realizan al concreto para control de calidad por parte de Concresestados.
- Un documento en el que se plasman los resultados de la supervisión técnica realizada a cada uno de los elementos estructurales.

- Un informe del control de asentamientos de la estructura.
- Registro fotográfico de las actividades realizadas y elementos terminados.

### **3.2. Apoyo en la estimación de cantidades de materiales de obra y elaboración de planos de detalle en los proyectos de la empresa INSUT S.A.S.**

Se apoyó a la empresa INSUT S.A.S en la determinación de las cantidades de material de varias obras que son desarrolladas dentro de la empresa. La actividad de estimar cantidades se lleva a cabo con ayuda de memorias de cálculo, en estas hojas se discretizan los grupos de elementos que posee la estructura; columnas, muros, zapatas, vigas de cimentación, vigas aéreas, piscina, placas, cables de postensado, escaleras y muros de contención.

Las cantidades de los materiales se basan en lo expuestos en los planos estructurales, tomando las cantidades y longitudes de barras mostrados en los despieces y secciones transversales de los distintos elementos para posteriormente ingresar los datos en la hoja de cálculo. En la Figura 14, se observa una sección de la hoja de cálculo:

**Figura 14.**

*Sección de la Hoja de Cálculo empleada para determinar cantidades en vigas. Fuente: INSUT S.A.S.*

VIGAS N+ 2,80 Y N+5,60				
VIG 6 (0.30x0.40)	REFUERZO TRANS			
	CANTIDAD	# ESTRIBO	LONGITUD	PESO
	171	3	1,28	123,12
				0
	REFUERZO LONG			
	CANTIDAD	# BARRA	LONGITUD	PESO
	3	4	6,75	20,25
	3	4	8,25	24,75
	1	5	7,25	11,328125
	3	4	6,75	20,25
	1	5	3,5	5,46875
	3	4	7,75	23,25
	3	4	5	15
	3	4	9	27
				0
		TOTAL	540,83375	

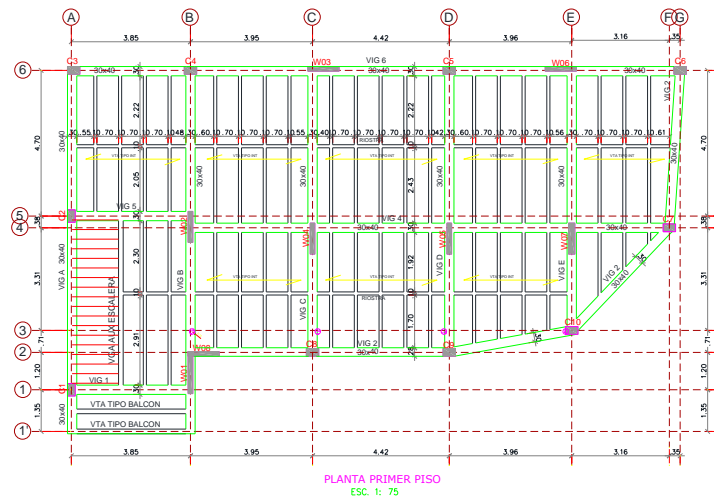
Algunos de los proyectos en los que se ayudó a calcular cantidades se muestran en la Tabla 1.

Para participar en las actividades de elaboración de planos estructurales en los distintos proyectos que se abordan dentro de la empresa, fue necesario contar con el modelo estructural y el diseño de los elementos que componen la estructura, esta información normalmente provenía de las actividades que se abarcaron en el “3.1.1. Actividades de diseño”; aunque en otros casos, la documentación era entregada por los encargados del diseño de la estructura.

La elaboración de los planos es una actividad que requiere de un buen manejo de software de dibujo, en la Figura 15 es posible observar un plano realizado por el practicante durante su paso por la empresa INSUT S.A.S.

**Figura 15.**

*Planta arquitectónica realizada por el practicante. Fuente: Autor.*



Para lograr una elaboración correcta de los planos, se debe tener claridad en las medidas y distribución de los espacios dentro de la estructura, se debe conocer los requisitos impuestos en el Titulo C de la NSR 10 sobre la elaboración de despieces y también es de gran ayuda contar con claridad sobre temas de predimensionamiento y refuerzo mínimo que permitan detectar cualquier inconsistencia dentro de la información entregada por el diseñador.

**Tabla 1.**

*Proyectos en los que se determinaron cantidades de obra.*

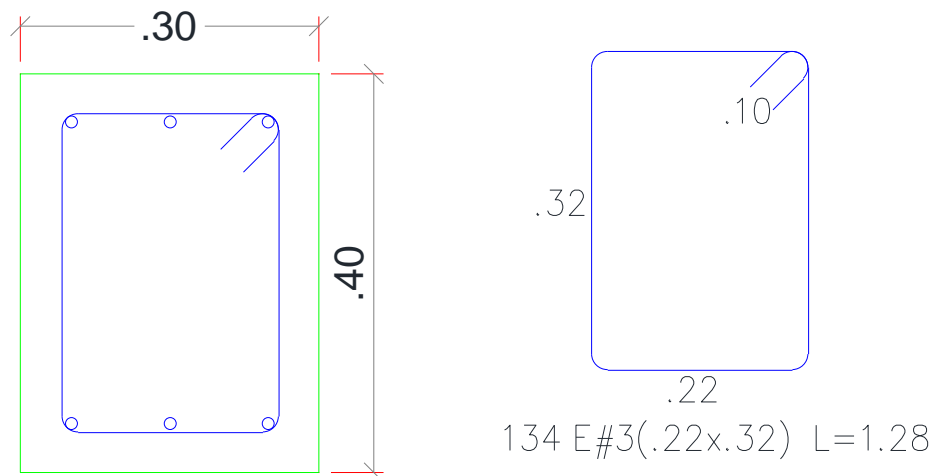
Proyecto	Cantidades calculadas
Puente en Puerto Gaitán	Determinación de las cantidades del caisson de cimentación y de la subestructura del puente.
Valle de Rocas 58	Cantidades del proyecto completo.
Casa en Piedecuesta	Cantidades del proyecto completo.
Cabaña Piedecuesta	Se determinan las cantidades de los elementos verticales, cimentación y vigas aéreas que se vieron afectados por algunas modificaciones de la estructura.
Casa Cima 52	Se determinan las cantidades de las vigas de cimentación, muros de contención y la escalera de una parte del proyecto que se modificó.

Edificación en Puerto Wilches	Cantidades del proyecto completo.
Casa La Montaña 04	Se calculan las cantidades de la casa y de la estructura que soporta el jardín y la zona de la piscina.
Macizo	Se realizan los planos de las rampas que se diseñaron, también se arman los planos del refuerzo de la escalera de la estructura y de la piscina.

Un ejemplo de la elaboración de las secciones de vigas es observable en la Figura 16 donde podemos notar las acotaciones y acero que se dispone en los elementos.

**Figura 16.**

*Planos de elementos tipo vigas realizados por el practicante (ver Página 58 en Apéndice A – Soportes y Formatos). Fuente: Autor.*



El orden y la claridad con que se trabaje en los planos determinará la facilidad de lectura y comprensión para la persona que los use, por esto se recomienda tener un manejo óptimo de colores y distribución de espacios dentro del dibujo para lograr entregar la información de la forma más clara y sencilla posible. Es necesario el uso de textos aclaratorios e informativos que informen al

lector sobre especificaciones, materiales, técnicas, entre otros datos que ayuden a mejorar el proceso constructivo.

### **3.3. Propuesta de una guía para la evaluación de riesgos en edificaciones que facilite el aval de las empresas como OCT por parte de las aseguradoras.**

Buscando lograr el aval de INSUT S.A.S como OCT para un ente asegurador de Fasecolda, se apoyó asistiendo a una serie de reuniones y charlas en las que se contaba con la presencia de delegados de la aseguradora y expertos en temas de evaluación y prevención de riesgos, las cuales brindaban una guía de los procesos a desarrollar dentro de la empresa para lograr el objetivo mencionado.

Durante las reuniones con los delegados, se da a INSUT una charla introductoria sobre las generalidades y aspectos claves del seguro decenal y se informa sobre el procedimiento necesario para lograr obtener su título como OCT con el ente asegurador. Posteriormente, los delegados entregan una serie de formatos en los cuales se encontraban metodologías y procesos llevados a cabo en España para evaluar riesgos en proyectos de construcción de vivienda.

Basándose en estos documentos, se comienzan a desarrollar los formatos e instructivos propios de INSUT enfocados al contexto colombiano, obteniendo finalmente como resultado un procedimiento de evaluación de riesgos, siete formatos de control para llevar a cabo dicha evaluación y un instructivo para realizar actividades de supervisión técnica en las obras que se desarrollen bajo el seguro decenal. A continuación, se presentan los nombres y una breve descripción de cada documento:

### ***3.3.1. Procedimiento de evaluación de riesgos para adquirir la póliza de seguro decenal:***

Este documento contiene el camino a seguir para evaluar los riesgos de un determinado proyecto, se divide el proceso en dos fases, en la FASE 1 se recolecta información sobre (ver Página 1 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**):

- Información de la constructora.
- Información general del proyecto.
- Información de los profesionales y personal que interviene en el proyecto.

Finalmente, se genera un resumen, conclusión y observaciones de la información y sus resultados. En la Fase 2 se realizan las siguientes actividades:

- Evaluación de planos y memorias de diseño.
- Construcción de elementos estructurales.
- Construcción de elementos no estructurales.
- Construcción red contra incendios.
- Finalización del proyecto.

### ***3.3.2. Formato evaluación de proyectos bajo la póliza decenal:***

Recoge información general sobre (ver Página 3 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**):

- La constructora, su trayectoria, experiencia y personal.
- El proyecto, su ubicación, geografía, datos sísmicos, entre otros.
- El estudio geotécnico, profesional a cargo, resultados y normativa.
- Profesionales a cargo e intervinientes.

### ***3.3.3. Formato revisión de la cimentación:***

En este documento se busca recolectar información sobre (ver Página 9 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**):

- Existencia de suelos colapsables, capas compresibles, capas expansivas, rellenos controlados o suelos mejorados.
- Existencia de cimentaciones por pozos, pilotes, micropilotes y pantallas.
- Pendiente de los terrenos cercanos, riesgos de deslizamiento y/o desprendimiento.
- Cercanía a bordes de acantilados, taludes, terraplenados, entre otros.
- El nivel freático.
- Losas presentes en el proyecto.

**3.3.4. Formato evaluación de planos estructurales, memorias y plan de calidad del proyecto:**

Se reúne información correspondiente a (ver Página 22 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**):

- Las personas involucradas en el proyecto.
- Acciones consideradas.
- Normativa empleada.
- Materiales usados.
- Acciones consideradas.
- Estados límites evaluados.
- Estabilidad frente al fuego.

**3.3.5. Formato evaluación de estructuras especiales:**

Se solicita información acerca de (ver Página 29 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**):

- Estructuras prefabricadas.
- Estructuras de madera.
- Muros de bloques.

**3.3.6. Formato evaluación de cerramientos de fachada y cubierta:**

Recoge información de los cerramientos que tiene la estructura tal como materiales, defectos notados y modificaciones realizadas a esta (ver Página 37 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**).

**3.3.7. Formato evaluación de sistema de postensado:**

Recolecta información relacionada a la empresa encargada de instalar el sistema de postensado, los materiales empleados, proceso de instalación, entre otros datos (ver Página 41 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**).

**3.3.8. Formato evaluación de estructuras preexistentes:**

Solicita información sobre todo tipo de estructura preexistente que pueda hacer parte del proyecto y algunos datos adicionales como (ver Página 43 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**):

- El preexistente tiene función estructural.
- El preexistente no tiene función estructural.

**3.3.9. Instructivo ejecución supervisión técnica en proyectos según la NSR 10:**

Instruye y proporciona información relevante que debe ser considerada durante el desarrollo de la supervisión técnica, se divide en varias etapas (ver Página 51 en **Apéndice A – Soportes y Formatos**):

- Preliminares a la ejecución.
- Cimentación y estructura de concreto.
- Elementos no estructurales.
- Red de incendios.
- Etapa final.

#### 4. Conclusiones

Durante el desarrollo de esta práctica empresarial se lograron revisar los distintos procesos, métodos, consideraciones y normativas que se abarcan durante el diseño estructural de una edificación con el fin de aportar acompañamiento a los proyectos de la empresa INSUT SAS. Igualmente, se conoció la metodología que se aborda al desarrollar actividades de supervisión técnica, manejando y utilizando las distintas herramientas y documentos que se emplean durante la ejecución de esta actividad y que permitieron aprender los puntos claves sobre los cuales se debe hacer énfasis al desarrollar de este tipo de actividades de supervisión.

Se desarrollaron las memorias de cálculo de materiales de obra (concreto y acero) en proyectos de edificaciones. Se comprobó que el uso continuo de este tipo de documentos para el apoyo de las actividades de obra ya estaba plenamente sistematizado en la empresa INSUT S.A.S por lo cual no se realizaron modificaciones a ellas. La correcta lectura de planos estructurales con base a los cuales se determinan las cantidades de material permitía desarrollar correctamente el cálculo de los materiales de obra.

Se realizó también un correcto apoyo a la elaboración de una serie de documentos, los cuales conforman una guía de evaluación de riesgos para proyectos de construcción de edificaciones. Estos pueden ser utilizados por empresas que desarrollen actividades de supervisión técnica para lograr obtener el aval de las aseguradoras como Organismos de Control Técnico (OCT) en proyectos de este tipo. El trabajo realizado dentro de la empresa representa un gran avance en este proceso y constituye un gran aporte para alcanzar el futuro aval, permitiendo que INSUT S.A.S pueda desarrollar posibles proyectos como Organismo de Control Técnico.

### Referencias Bibliográficas

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica (AIS).
- Congreso de Colombia. (2016, julio 16). *Ley 1796 de 2016 - Gestor Normativo - Función Pública*.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78234>
- Cristiano, L. A. (2013). *Comparación del efecto P - Delta y la deriva en estructuras de concreto analizado en una zona de amenaza sísmica baja que cumple los requisitos de deriva de la NSR-98* [Tesis de Grado, Universidad Pontificia Bolivariana].  
<http://hdl.handle.net/20.500.11912/365>.
- Fozzatti, G., Toum, E., & Frau, C. (2016). Irregularidades estructurales vs. procedimientos de análisis en el nuevo reglamento INPRES-CIRSOC 103. *24 Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural*.
- Harris, H., & Sabnis, G. (1999). *Structural modeling and experimental techniques* (2 Edición). CRC Press.
- Janney, J., Breen, J., Geymayer, H., Lockman, W., & Rocha, M. (1970). Use of models in structural engineering, in models for concrete structures. *ACI SP-24*, 24.
- Lombana Silva, F., & González Triviño, C. E. (2017). Seguro decenal: Reflexión sobre el seguro decenal como oportunidad del mercado asegurador colombiano ante las necesidades del sector constructor. *Revista Ibero-Latinoamericana de Seguro*, 26(46).  
<https://doi.org/10.11144/javeriana.ris46.sdrs>
- Ministerio de Vivienda, C. y T. (2020, agosto 28). *¿Quiénes son los curadores urbanos?* / *Minvivienda*.

<https://www.minvivienda.gov.co/node/1260#:~:text=Los%20curadores%20urbanos%20son%20particulares,del%20cumplimiento%20de%20las%20normas>

Munaico, A., Alexis, A., Espinoza, Q., & Jessica, O. (2021). *Análisis Sísmico Considerando Irregularidad Estructural en una edificación de cinco niveles, Pisco, Ica, 2021.*

PMI. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) / Project Management Institute (Sixth Edit).*

Real Academia de la lengua española, R. (2014, octubre). *Ley / Definición / Diccionario de la lengua española.* <https://dle.rae.es/ley>

## **Apéndices**

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