

Auxiliar de Ingeniería en Apoyo Técnico y Elaboración de Informes Estructurales en
proyectos de INERCIA S.A.S en Florencia – Caquetá

Juan David Collazos Castaño

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Ludwing Pérez Bustos

MAESTRIA EN INGENIERÍA CIVIL

Universidad Industrial de Santander

Facultad de fisicomecanicas

Escuela de ingeniería civil

Bucaramanga

2025

Contenido

Introducción	6
1. Objetivos	8
1.1 Objetivo General.....	8
1.2 Objetivos Específicos	8
2. Marco Referencial	9
2.1. Marco conceptual	9
2.2. Marco legal.....	10
3. Metodología	11
2.1. Participantes	11
3.2. Herramientas.....	12
3.2.1. Software de oficina	12
3.2.2. Software de diseño geométrico y análisis estructural	12
3.2.3. Procedimientos.....	12
4. Resultados	14
4.1. Cumplimiento de los objetivos específicos en el informe 1.	14
4.2. Cumplimiento de los objetivos específicos en el informe 2.	24
4. Conclusiones	48
5. Recomendaciones.....	51
6. Referencias Bibliográficas	52

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto	15
Figura 2. Revisión e identificación de datos geotécnicos.....	16
Figura 3. Determinación de la zona de amenaza sísmica del sitio de emplazamiento.....	17
Figura 4. Verificación de la altura mínima de las vigas aéreas	17
Figura 5. Verificación de dimensiones mínimas de las columnas	18
Figura 6. Verificaciones adicionales de las vigas.....	19
Figura 7 y 8. Verificaciones de los datos geotécnicos y las cargas presentes en la estructura	19
Figura 9. Verificaciones de los desplazamientos del modelo de la estructura.....	20
Figura 10 y 11. Composición y organización del informe estructural.....	21
Figura 12 y 13. Propiedades de los materiales y estudio de suelos	21
Figura 14 y 15. Cargas en la estructura y datos del modelo estructural	22
Figura 16 y 17. Comprobaciones de los elementos estructurales	23
Figura 17 y 18. Conclusiones, recomendaciones y memorial de responsabilidad.....	23
Figura 19. Ubicación del proyecto	25
Figura 20 y 21. Revisión de datos geotécnicos.....	25
Figura 22, 23, 24 y 25. Análisis de coeficiente sísmico y verificación de los elementos estructurales.....	26
Figura 26. Realización del informe estructural	28
Figura 27 y 28. Descripción del proyecto, parámetros sísmicos y propiedades de los materiales	29
Figura 29 y 30. Datos de la cimentación y chequeos de los elementos confinados.....	30
Figura 31 y 32. Conclusiones, recomendaciones y memorial de responsabilidad.....	30
Figura 33. Ubicación del proyecto	33
Figura 34 y 35. Revisión e identificación de datos geotécnicos.....	34
Figura 36. Levantamiento de la estructura	35
Figura 37 y 38. verificación de los elementos estructurales.....	35
Figura 39. Verificación de los desplazamientos del modelo.....	36
Figura 40. Estudio esclerométrico de la estructura.....	37
Figura 41. Ficha técnica del esclerómetro.....	38
Figura 42 y 43. Ensayo de esclerometría y organización de las muestras.....	39
Figura 44. Ficha técnica de patología estructural	40
Figura 45 y 46. Información y diagnóstico patológico de la estructura.....	40
Figura 47 y 48. Conclusiones y memorial de responsabilidad	41
Figura 49. Composición y desarrollo del informe estructural.....	42
Figura 50. Sistema estructural y propiedades de los materiales	43
Figura 51. Características geotécnicas del terreno de cimentación	44
Figura 52. Justificación sísmica del modelo estructural.....	44
Figura 53. Análisis dinámico y coeficiente de participación.....	45
Figura 53. Chequeos de las columnas	46
Figura 54. Chequeos de las vigas	47
Figura 55. Memorial de responsabilidad	47

Resumen

Título: Auxiliar de Ingeniería en Apoyo Técnico y Elaboración de Informes Estructurales en proyectos de INERCIA S.A.S en Florencia – Caquetá*

Autor: Juan David Collazos Castaño**

Palabras clave: Informe estructural, NSR-10, Verificación estructural, Seguridad sísmica, Ingeniería civil

Este informe detalla la experiencia de práctica profesional realizada en la empresa INERCIA S.A.S. en Florencia, Caquetá, enfocada en el apoyo técnico para la elaboración de informes estructurales. Mediante la aplicación de una metodología basada en la recopilación de datos de proyectos, la verificación de elementos estructurales según la normativa NSR-10 y el uso de herramientas de software, se evaluó la estabilidad y seguridad de diversas edificaciones. El trabajo consistió en analizar planos, interpretar estudios geotécnicos, calcular solicitaciones de carga y comparar la capacidad resistente de los elementos, culminando en la redacción de informes técnicos que validan el cumplimiento normativo y garantizan la integridad estructural. Cada informe se estructuró para presentar de manera lógica la información de entrada, el análisis realizado, los hallazgos y las recomendaciones pertinentes, sirviendo como un veredicto técnico sobre la viabilidad y seguridad del diseño estructural. La experiencia fue fundamental para el desarrollo de competencias en el análisis estructural, manejo de toda la normativa y la comunicación eficaz y técnica, consolidando esto con la transición de la teoría académica a la práctica de la ingeniería civil, culminando de manera satisfactoria todo el proceso de práctica profesional y lo que conlleva este en la empresa INERCIA S.A.S. de Florencia, Caquetá.

*Trabajo de Grado

**Facultad fisicomecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director Ludwing Pérez Bustos.

Abstract

Title: Engineering Assistant in Technical Support and Preparation of Structural Reports for INERCIA S.A.S. projects in Florencia, Caquetá*

Author: Juan David Collazos Castaño**

Keywords: Structural Report, NSR-10, Structural Verification, Seismic Safety, Civil Engineering

This information details the professional experience acquired at INERCIA S.A.S. in Florencia, Caquetá, with an emphasis on technical support for the development of structural information. Through the application of a methodology based on project data collection, verification of structural elements according to the NSR-10 standard, and the use of software and hardware, the stability and safety of various buildings were evaluated. The work consisted of analyzing plans, interpreting geotechnical studies, calculating load stresses, and comparing the load-bearing capacity of the elements, culminating in the development of technical information that validates regulatory compliance and guarantees structural integrity.

Each case is structured to logically present the input information, the analysis performed, the selection criteria, and relevant recommendations, serving as a technical guide for the feasibility and safety of the structural design. The experience was fundamental to developing skills in structural analysis, comprehensive legal management, and effective technical communication. This was further consolidated with the transition from academic theory to civil engineering practice, culminating in a process of overall satisfaction with professional practice and its implications at INERCIA S.A.S. in Florencia, Caquetá.

*Bachelor Thesis

**Facultad fisicomecanicas. Escuela de ingeniería civil. Director Ludwing Pérez Bustos.

Introducción

La ingeniería estructural constituye un pilar fundamental sobre el cual se garantiza la total seguridad, estabilidad y funcionalidad de cualquier edificación, representando un compromiso ineludible con la protección de la vida humana y la inversión patrimonial. De esta manera, un municipio en desarrollo como lo es Florencia, Caquetá, la correcta ejecución y supervisión de los proyectos constructivos es de vital importancia para la seguridad un crecimiento urbano sostenible y seguro a largo plazo. Es en este escenario es donde la labor de la empresa INERCIA S.A.S. adquiere una relevancia crucial para la ejecución de proyectos que se focalicen en problemas críticos de la región bajo la necesidad de formalizar y estandarizar proyectos que no solo cumplan con la normatividad vigente, sino que también proporcione una herramienta eficaz para la toma de decisiones. Es importante destacar que el desarrollo de los proyectos constructivos por parte de empresas como INERCIA S.A.S, permitan conocer con exactitud los diseños más adecuados que favorezcan y generen seguridad las estructuras de quienes acceden a ellas; las empresas de diseño estructural permiten el avance en proyectos que deben ejecutarse dando un orden y progreso tangible en las ciudades, de esta forma, su laboral se centra en la planificación y ejecución de proyectos que mejoren la calidad de vida en sus habitantes. Es importante destacar que la premisa de las actividades de estas empresas se focaliza desde el diseño de edificaciones en zonas urbanas, rurales, expedición de licencias de construcción ante Secretaría de Planeación Municipal, así como plazas de mercado que facilitan la venta y el consumo para toda la comunidad del sitio.

Sin embargo, la complejidad del diseño y análisis estructural enfrenta desafíos grandes, el proceso de diseño y la documentación es inherentemente complejo y se dificulta aún más por la carencia de procesos estandarizados, herramientas insuficientes y dificultades en la

interpretación de resultados reflejando la necesidad de crear informes estructurales claros y definidos para la mejora del uso de los recursos, minimización de riesgos y garantizar la calidad del diseño final, de esta manera surge la siguiente incógnita: ¿De qué manera la elaboración de informes estructurales detallados para la empresa INERCIA S.A.S., ubicada en el municipio de Florencia – Caquetá, permite evaluar la estabilidad y seguridad de los proyectos haciendo cumplir los requerimientos normativos y técnicos establecidos?

Es por ello que la realización de prácticas empresariales en una empresa de diseño estructural, proporcionará la oportunidad de materializar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante el ciclo académico, en un entorno tangible y real convirtiéndose así en una práctica enriquecedora que fortalezca el criterio, aptitudes y capacidades para el futuro profesional. Asimismo, se ejercerá la labor de la mano con profesionales experimentados que utilizan los criterios para adecuados y propicios para que los proyectos a ejecutar estén en condiciones óptimas y se desempeñen de una manera eficaz. De esta manera, la experiencia adquirida durante las practicas permitirá prepararse para futuras oportunidades laborales con una inmersión directa la cual facilite la comprensión y funcionamiento de todos los procesos, proporcionando una visión integral de los desafíos que se pueden presentar durante la etapa laboral. Al asumir el rol de auxiliar en la empresa INERCIA S.A.S, la función principal será brindar apoyo directo en la elaboración de informes estructurales que expongan a detalle los diseños y criterios utilizados en su ejercicio, como también, el apoyo en la creación de los planos estructurales.

Este proyecto responde a la necesidad imperante de asegurar que INERCIA S.A.S cuente con un respaldo técnico trazable, verificable y conforme a la ley, minimizando así, los riesgos de la ejecución de proyectos y la exposición a responsabilidades éticas y legales. El impacto del

desarrollo de estas prácticas a nivel técnico, aporta un procedimiento metodológico y práctico que puede ser replicado y optimizado dentro de la organización. Desde una perspectiva empresarial, beneficia directamente a la organización fortaleciendo así su credibilidad, optimizando sus procesos y ofreciendo un valor agregado a sus clientes.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Contribuir en la elaboración de los informes estructurales detallados para la empresa INERCIA S.A.S., ubicada en el municipio de Florencia – Caquetá, los cuales permitan evaluar la estabilidad y seguridad de los proyectos, cumpliendo con los requerimientos normativos y técnicos establecidos.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar los datos geotécnicos y estructurales de los proyectos consignados en los estudios teniendo en cuenta las disposiciones de la norma NSR-10 y otras normativas aplicables.
- Realizar verificaciones correspondientes a los elementos estructurales utilizada en los proyectos
- Elaborar informes técnicos detallados integrando resultados de análisis estructural cumpliendo con los estándares normativos aplicables y las exigencias de la empresa INERCIA S.A.S.

2. Marco referencial

2.1. Marco conceptual

Las empresas de diseño estructural son pilares clave en la creación y construcción de todo tipo de estructuras, desde edificios y puentes hasta infraestructuras y obras civiles. Su labor principal es la elaboración de planos y cálculos que garanticen que estas obras sean seguras, funcionales y estéticas.

Informe Estructural.

Documento técnico y legal en el que un ingeniero civil, bajo la gravedad de juramento, consigna la memoria de cálculo, los análisis, los resultados y las conclusiones sobre la seguridad y estabilidad de un proyecto. Debe certificar el cumplimiento de la normativa vigente (NSR-10) y describir las características del sistema estructural, los materiales y las cargas consideradas.

(Singh, 2024)

Estabilidad Estructural

Condición de una estructura en la que mantiene su equilibrio estático y su integridad geométrica bajo la aplicación de las cargas de diseño (gravitacionales y sísmicas). Implica que la estructura es capaz de soportar dichas cargas sin sufrir colapso, vuelco, deslizamiento o deformaciones excesivas. (Eastern Engineering Group, 2025)

Análisis Estructural

Proceso mediante el cual se determinan los efectos de las cargas sobre los componentes de una estructura. Se emplean modelos matemáticos y herramientas computacionales (software de elementos finitos) para calcular fuerzas internas (momentos, cortantes, axiales), deformaciones y desplazamientos. (Carigliano, 2015)

NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente)

Norma de carácter obligatorio en Colombia que establece los requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones con el fin de que sean capaces de resistir las fuerzas que les impone la naturaleza, en especial los sismos. Define los niveles de amenaza sísmica para cada municipio, los parámetros de diseño y los sistemas estructurales permitidos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

2.2. Marco legal**Entidades de regulación local y regional**

Alcaldía de Florencia: Esta administración municipal se encarga de regular y supervisar la construcción a nivel local. Otorga licencias de construcción y aprueba modificaciones, asegurándose de que los proyectos cumplan con todas las normativas urbanísticas y estructurales.

Gobernación del Caquetá: Como entidad departamental, la gobernación supervisa los proyectos de infraestructura en todo el departamento. (Alcaldía de Florencia, 2025). Además, elabora planes de desarrollo que incluyen proyectos de infraestructura y medio ambiente, y regula actividades que puedan afectar los recursos naturales.

Secretaría de Planeación y Obras Públicas: A nivel municipal y departamental, esta secretaría es clave en la planificación urbana. Desarrolla y actualiza el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y gestiona la expedición de licencias para asegurar que las obras cumplan con la normativa. (Secretaría de Planeación y Ordenamiento Territorial, 2025)

Cámara de Comercio de Florencia: Aunque su rol principal es apoyar a las empresas, también cumple funciones públicas. Administra el registro mercantil, inscribiendo y renovando negocios, y expide certificados necesarios para la operación legal de las empresas. (Cámara de Comercio de Florencia para el Caquetá, 2025)

Normas técnicas

Norma NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente): Esta norma es fundamental para el diseño y construcción de edificaciones. Establece los requisitos técnicos para que las estructuras puedan resistir sismos, minimizando daños y protegiendo vidas.

(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Norma CCP-14 (Norma Colombiana de Diseño de Puentes): Esta normativa define los criterios para el diseño y la construcción de puentes en Colombia. Se basa en un análisis probabilístico para garantizar la resistencia y seguridad de estas estructuras. (Instituto Colombiano de Vías, 2025)

3. Metodología

La presente metodología describe de forma sistemática la aplicación del conjunto de acciones y procedimientos llevados a cabo para cumplir con los objetivos de la práctica empresarial, focalizada en el apoyo técnico y la elaboración de informes estructurales para la empresa INERCIA S.A.S. El enfoque adoptado para el cumplimiento de los objetivos es un proceso secuencial y riguroso que garantiza la correcta evaluación de la estabilidad y seguridad de los proyectos, en estricto cumplimiento con la normatividad vigente.

2.1. Participantes

- El estudiante de practica de Ingeniería Civil: Encargado de la ejecución directa de las tareas de recopilación de datos, modelación, verificación y redacción de los informes, bajo un marco de supervisión constante para su correcta elaboración.

- Ingeniero Civil Supervisor: Responsable de asignar los proyectos a evaluar, proporcionando la documentación técnica necesaria, orientando al practicante en la aplicación de

la normativa mediante la revisión de los análisis realizados por el mismo y validando los informes finales antes de su entrega.

3.2. Herramientas

3.2.1. Software de oficina

Microsoft Word: Herramienta para redactar, estructurar y editar informes técnicos

Microsoft Excel: Herramienta para elaborar hojas de calculo destinadas a la verificación de elementos estructurales específicos y tabulación de datos.

3.2.2. Software de diseño geométrico y análisis estructural

AutoCAD: Utilizado para la visualización, interpretación y extracción de datos geométricos de los planos estructurales arquitectónicos.

Revit: Utilizado para la creación de modelos precisos y diseños de edificios e infraestructura 3D.

CYPECAD: Empleado para la modelación de estructuras, aplicación de cargas y obtención de resultados de los análisis.

3.2.3. Procedimientos

El flujo de la práctica se desarrolló siguiendo una secuencia lógica de pasos, diseñada para responder a la pregunta central: ¿De qué manera la elaboración de informes estructurales detallados para la empresa INERCIA S.A.S., ubicada en el municipio de Florencia – Caquetá, permite evaluar la estabilidad y seguridad de los proyectos haciendo cumplir los requerimientos normativos y técnicos establecidos?

Los pasos secuenciales de los procedimientos están alineados con cada uno de los objetivos específicos establecidos.

3.2.3.1. Paso 1: Recopilación y diagnóstico de la información.

- Recopilación documental: Reunir la información disponible tales como planos estructurales, arquitectónicos y el estudio geotécnico.
- Identificación de parámetros: Se identifica el perfil del suelo y los parámetros de amenaza sísmica para definir el diseño

3.2.3.2. Paso 2: Verificación de los elementos estructurales

- Análisis de cargas: Se determinan las cargas que afectan la estructura y las fuerzas sísmicas de diseño.
- Modelación de la estructura: Se procede a modelar la estructura en un software especializado.
- Análisis del diseño: Los resultados obtenidos se contrastan con la capacidad resistente de los elementos estructurales propuestos. Esta verificación se realiza siguiendo los lineamientos de la NSR-10.

3.2.3.3. Paso 3. Elaboración de informe técnico detallado.

- Estructuración del informe: Se consolida la información y resultados en un análisis técnico, siguiendo el formato estándar de INERCIA S.A.S.
 - Revisión y validación: El borrador del informe se entrega al ingeniero supervisor para su respectiva revisión, corrección y aprobación final.
- Entrega final: Se genera el documento definitivo para ser archivado y utilizado por la empresa.

4. Resultados

La evidencia tangible del trabajo desarrollado y la aplicación de la práctica de la metodología descrita, se presenta en tres informes realizados por el practicante en la empresa INERCIA S.A.S. Cada informe representa la culminación del proceso de recopilación de datos, verificación de la normatividad y análisis técnico, además, sirve como muestra representativa de las competencias adquiridas y las responsabilidades asumidas durante el proceso y periodo de práctica profesional.

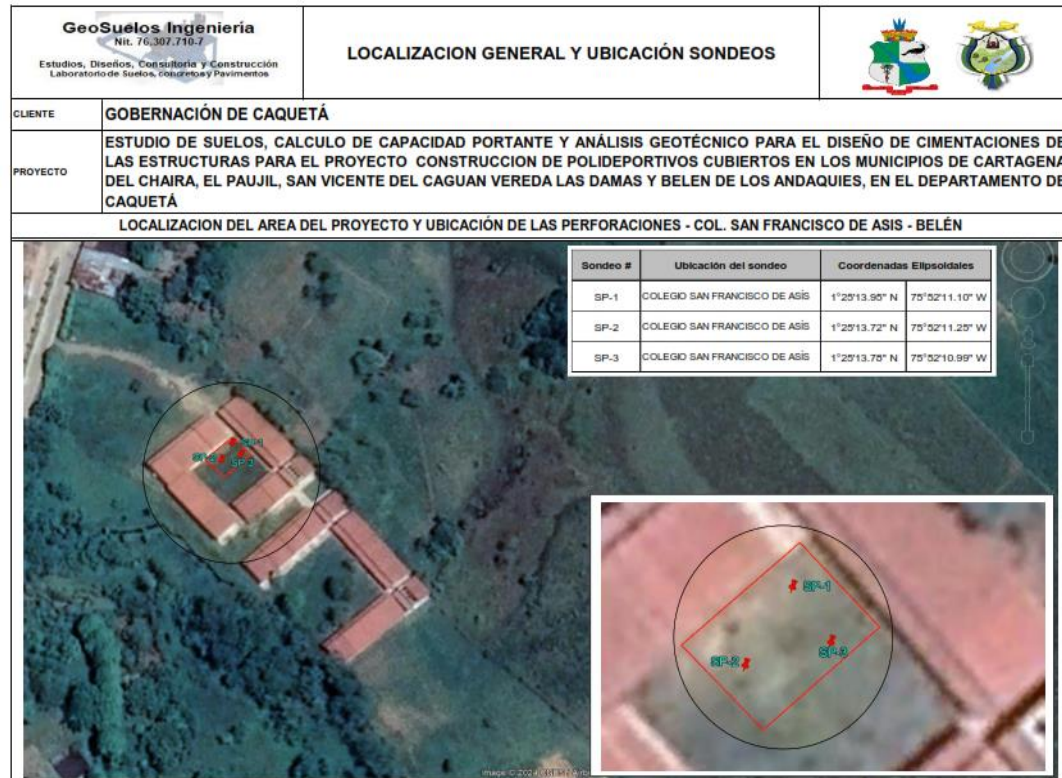
El desarrollo del cumplimiento de los objetivos se realizó a través de la ejecución de actividades planeadas y secuenciales las cuales conducían a un producto final el cual se refleja en un informe estructural mediante un proceso alineado a los objetivos planeados en actividades asociadas a cada uno de ellos.

4.1. Cumplimiento de los objetivos específicos en el informe 1.

- Se realiza la revisión de informes geotécnicos para sustraer datos del diseño estructural.
- Los elementos estructurales se verifican usando parámetros de la norma NSR.10.
Considerando la zona de amenaza sísmica.
- Se verifican las condiciones de carga de la estructura con el objetivo de comprender como se comportaría la edificación ante un posible sismo.
- Se verifica en el modelo si los desplazamientos provocados por las combinaciones de carga están dentro de los límites aceptables del diseño propuesto y posteriormente, que se realicen las recomendaciones hechas por el geotecnista en el análisis estructural.
- Finalmente, se identifica el nombre del proyecto con su respectiva localización, categoría de edificación, tipo de sistema estructural y grupo de uso, además se agrega información de la propiedad de los materiales y normas utilizadas para el diseño de la estructura,

posteriormente se añaden datos geotécnicos de la estructura, se presenta un análisis estructural y culmina con la redacción de las conclusiones y recomendaciones en el informe.


Figura 1. Ubicación del proyecto



Nota: Informe Geotécnico polideportivo Belén – Geosuelos e Ingeniería (2024).

Inicialmente se determina la localización del proyecto, correspondiente al diseño de un polideportivo, esta información se recopila del informe geotécnico elaborado por la empresa GEO SUELOS INGENIERÍA. Dicho informe proporciona las coordenadas geográficas y la ubicación de los sondeos realizados, lo que permite identificar en la norma NSR-10, Título A, los parámetros sísmicos de diseño aplicables. Estos valores constituyen la base para el desarrollo del análisis y dimensionamiento estructural del proyecto.

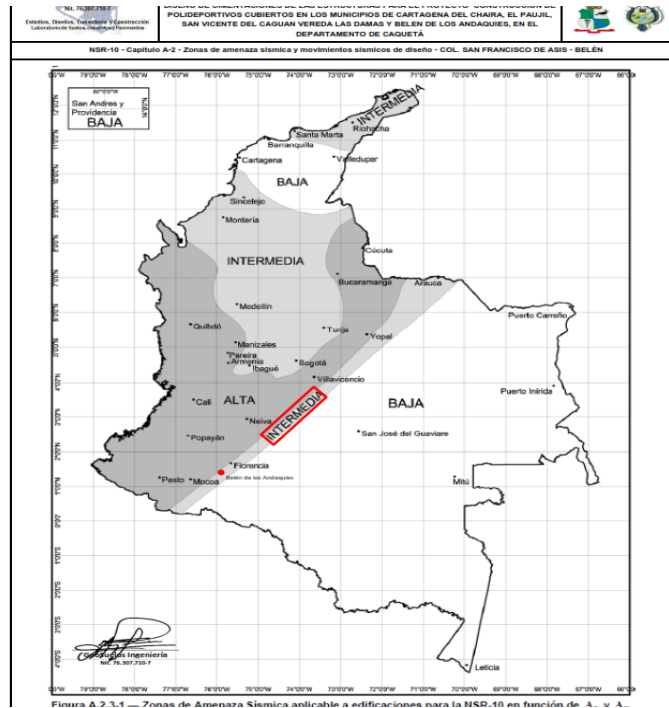
Figura 2. Revisión e identificación de datos geotécnicos.

<small>GEOSUELOS INGENIERÍA</small> <small>Nº. 74.302.716.7</small> <small>Estudios, Diseños, Construcción y Gerencia</small> <small>Laboratorio de Suelos, Geotecnia y Pavimentos</small>		<small>GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS PARA EL PROYECTO CONSTRUCCION DE POLIDEPORTIVOS CUBIERTOS EN LOS MUNICIPIOS DE CARTAGENA DEL CHAIRA, EL PAUJIL, SAN VICENTE DEL CAGUAN VEREDA LAS DAMAS Y BELEN DE LOS ANDAQUIES, EN EL DEPARTAMENTO DE CAQUETA</small>	
RESUMEN PARAMETROS SISMICOS Y CAPACIDAD PORTANTE - COL. SAN FRANCISCO DE ASIS - BELEN			
▪ Sondeo		SP-1, SP-2, SP-3	
▪ Zona de amenaza		INTERMEDIA	
▪ Grupo de Uso:	Estructuras de ocupación especial	II	
▪ Coeficiente de Importancia - I		1.10	
▪ Coeficiente de aceleración pico efectiva en roca (Aa)		0.20	
▪ Coeficiente de velocidad Horizontal pico efectiva (Av)		0.15	
▪ Perfil de Suelo		D	
▪ Velocidad de ondas de corte (m/seg)		199.0	
▪ Coeficiente de Ampliación Fa de periodos cortos del espectro		1.40	
▪ Coeficiente de Ampliación Fv de periodos intermedios del espectro		2.20	
▪ Periodos de vibración, en segundos, correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante, T_L ($T_L = 2.4 \cdot Fv$)		5.28	
▪ Periodos de vibración, en segundos, correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante, T_C ($T_C = 0.48 \cdot Av \cdot Fv / Aa \cdot Fa$)		0.57	
▪ Periodos de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes, en segundos, T_0 ($T_0 = 0.1 \cdot Av \cdot Fv / Aa \cdot Fa$)		0.12	
▪ Espectro elástico de aceleraciones (Sa) para periodos cortos ($Sa = 2.5 \cdot Aa \cdot Fa \cdot I$)		0.77	
▪ Espectro elástico de aceleraciones (Sa) para periodos intermedios ($Sa = 1.2 \cdot Av \cdot Fv \cdot I / T_C$)		0.77	
▪ Espectro elástico de aceleraciones (Sa) para periodos largos ($Sa = 1.2 \cdot Av \cdot Fv \cdot T_L^{-1} / T_L^2$)		0.08	
▪ Clasificación del Suelo según NSR-10		Suelo Cohesivo	
▪ ϕ' = Ángulo de fricción interna		28.30	
▪ c' = cohesión (T/m^2)		3.98	
▪ γ suelo (T/m^3)		1.854	
▪ Df (m)		1.00	
▪ B (m)		1.00	
▪ σ_{adm} (Kg/cm^2)		9.89	
▪ Asentamiento máximo (cm)		8.84	
▪ Coeficiente de Presión Activa (K_A)		0.36	
▪ Coeficiente de Presión Pasiva (K_P)		2.80	
 GEOT. EDSON MARTIN GARCÍA M. M. P. 19516-003390 CAU			

Nota: Informe Geotécnico polideportivo Belén – Geosuelos e Ingeniería (2024).

Inicialmente se realizó la revisión y análisis de la información geotécnica disponible del proyecto del polideportivo del municipio de Belén de los Andaquíes, incluyendo las características del suelo, su capacidad portante, coeficiente de importancia, asentamiento máximo, profundidad de la cimentación y condiciones generales de cimentación. Esta evaluación permitió identificar los parámetros geotécnicos relevantes para el diseño estructural y verificar que las condiciones del terreno sean compatibles con las cargas transmitidas por la estructura.

Figura 3. Determinación de la zona de amenaza sísmica del sitio de emplazamiento



Nota: Informe Geotécnico polideportivo Belén – Geosuelos e Ingeniería (2024).

Se realiza la verificación de la localización geográfica del proyecto con base en las coordenadas suministradas por el informe geotecnico del sitio, determinándose que este se encuentra en el municipio de Belén de los Andaquíes (Caquetá). Según la zonalización sísmica establecida por la norma NSR-10 en el título A, el sitio corresponde a una zona de amenaza sísmica intermedia, con un coeficiente de aceleración pico efectiva (A_a) de 0.20 y un coeficiente de aceleración horizontal (A_v) de 0.15. Estos parámetros son empleados como referencia fundamental para el desarrollo del diseño estructural, garantizando que la edificación cumpla con los requisitos de seguridad y comportamiento sísmico establecidos por la norma.

Figura 4. Verificación de la altura mínima de las vigas aéreas

C.9.5.2.6 — La deflexión calculada de acuerdo con C.9.5.2.2 a C.9.5.2.5 no debe exceder los límites establecidos en la tabla C.9.5(b).

TABLA C.9.5(a) — Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones

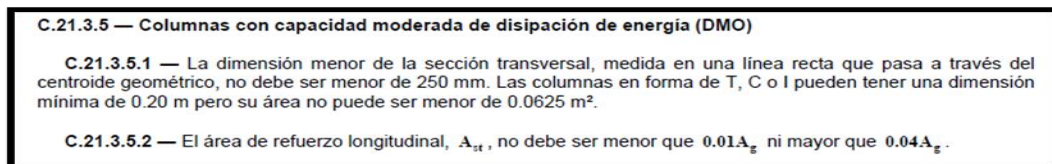
Elementos	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección	$\frac{L}{20}$	$\frac{L}{24}$	$\frac{L}{28}$	$\frac{L}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{L}{16}$	$\frac{L}{18.5}$	$\frac{L}{21}$	$\frac{L}{8}$

NOTAS: Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue:
 (a) Para concreto liviano estructural con densidad w , dentro del rango de 1 440 a 1 840 kg/m³, los valores de la tabla deben multiplicarse por (1,65-0,0003 w), pero no menos de 1,09.
 (b) Para f_c distinto de 420 MPa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por (0,4 + $f_c/700$).

Nota: NSR-10, Título C – “Concreto estructural”, Tabla C.9.5-A.

Se realiza la verificación del pre dimensionamiento de las vigas aéreas que conectan las columnas del polideportivo. Para esta verificación se consideraron los dos casos de apoyo estructural: vigas con un extremo continuo y vigas con ambos extremos continuos, seleccionándose el caso más crítico, correspondiente al de un extremo continuo, dado que este condiciona una mayor exigencia en el dimensionamiento. La luz libre más desfavorable es de 5.20 metros, lo que establece una altura mínima aproximada de 0.35 metros según criterios de pre dimensionamiento que establece la norma, no obstante, considerando el análisis estructural desarrollado por el ingeniero, se determinó que debido a las cargas transmitidas por la cubierta es necesario elevar el peralte de las vigas a una altura mínima de 0.45 metros.

Figura 5. Verificación de dimensiones mínimas de las columnas

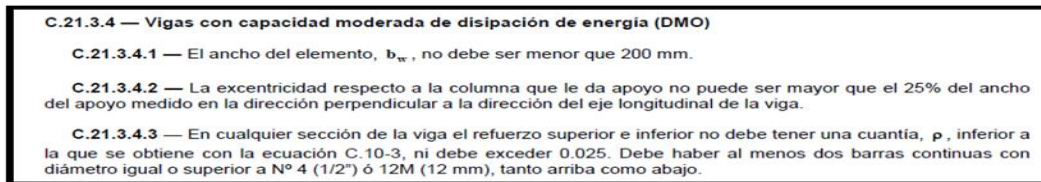


Nota: NSR-10, Título C – “Concreto estructural”, Apice C.21.3.5.

Se realiza la verificación de las dimensiones de las columnas que conforman el sistema de soporte de la cubierta, las cuales presentan secciones de 0.70×0.60 metros. Estas dimensiones fueron verificadas conforme a los requerimientos mínimos establecidos por la norma NSR-10 y la zona de amenaza del sitio donde se va a realizar el proyecto, comprobándose que cumplen con el área mínima exigida para elementos sometidos a compresión axial y flexocompresión, adicionalmente, las columnas son diseñadas por el ingeniero con ménsulas

integradas, con el fin de mejorar la transferencia de cargas de la estructura de cubierta hacia los apoyos verticales, garantizando una mayor estabilidad y rigidez del sistema estructural.

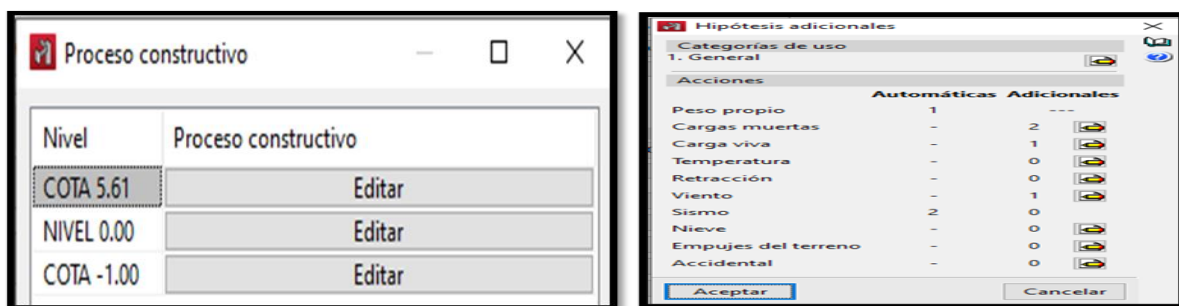
Figura 6. Verificaciones adicionales de las vigas



Nota: NSR-10, Título C – “Concreto estructural”, Apice C.21.3.4.

Además de la verificación del peralte mínimo de las vigas aéreas del polideportivo, se realizaron las revisiones estructurales complementarios necesarios para garantizar su adecuado comportamiento. Entre estos se incluyen la comprobación del ancho mínimo del elemento, la verificación de la excentricidad de la viga y la determinación del refuerzo longitudinal y transversal, asegurando que la cuantía de acero se mantenga dentro de los límites establecidos por la norma.

Figura 7 y 8. Verificaciones de los datos geotécnicos y las cargas presentes en la estructura

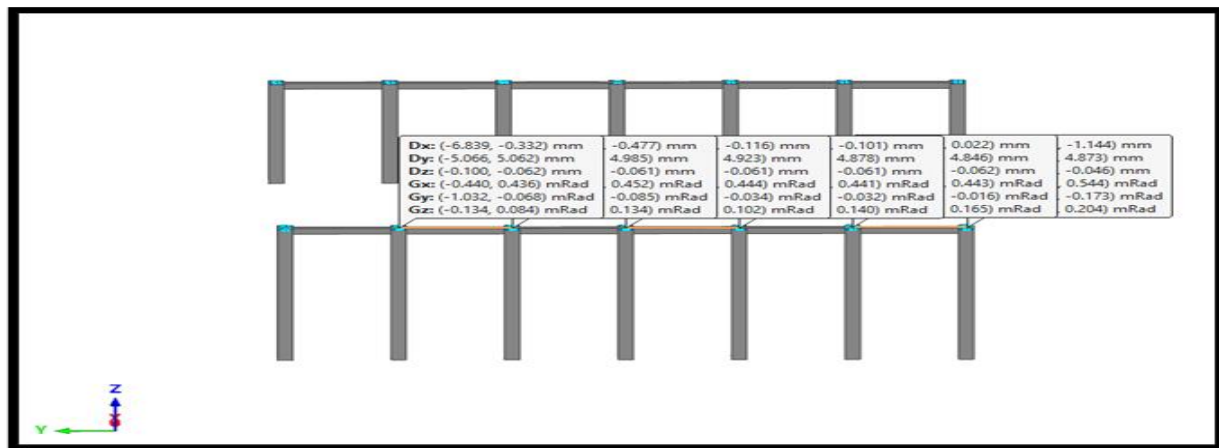


Nota: Modelo estructural elaborado por INERCIA S.A.S. mediante el software CYPECAD (2025).

Como se observa en las Figura 7 y 8, la estructura fue modelada por el ingeniero estructural y se diseñó conforme a los parámetros establecidos en el estudio geotécnico,

garantizando una adecuada representación de las condiciones del terreno y del sistema estructural. Asimismo, se verificó la incorporación de todas las cargas relevantes que podrían actuar sobre la edificación, incluyendo cargas muertas, cargas vivas, acciones sísmicas y efectos del viento, de acuerdo con los lineamientos de la norma NSR-10, en concordancia con lo anterior, se evidencia que los valores de carga y los parámetros de diseño aplicados cumplen con los chequeos exigidos.


Figura 9. Verificaciones de los desplazamientos del modelo de la estructura



Nota: Modelo estructural elaborado por INERCIA S.A.S. mediante el software CYPECAD (2025).

Se realizó la verificación de los desplazamientos laterales y verticales de la estructura, con el fin de evaluar su comportamiento frente a las cargas de servicio y garantizar el cumplimiento de los límites de deriva establecidos por la norma NSR-10. Este análisis permite comprobar que los desplazamientos relativos entre niveles y los movimientos globales de la estructura se mantienen dentro de los valores admisibles, los resultados obtenidos en el modelo estructural demostraron que la edificación cumple con los límites de desplazamiento permitidos, asegurando un comportamiento estable y un adecuado desempeño sísmico y funcional.

Figura 10 y 11. Composición y organización del informe estructural



INERCIA S.A.S
INGENIEROS CONSULTORES
NIT: 901048151-1

DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL PARA PROYECTO DENOMINADO
"CONSTRUCCION DE ESCENARIOS DEPORTIVOS EN LOS MUNICIPIOS DE CARTAGENA DEL CHAIRA, EL PAUJIL, SAN VICENTE DEL CAGUAN, VEREDA LAS DAMAS Y VEREDA PISCINAS, EL DONCELLO Y BELEN DE LOS ANDAQUIES, EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETA"

2. Consideraciones generales

El proyecto estructural denominado "CONSTRUCCION DE ESCENARIOS DEPORTIVOS EN LOS MUNICIPIOS DE CARTAGENA DEL CHAIRA, EL PAUJIL, SAN VICENTE DEL CAGUAN, VEREDA LAS DAMAS Y VEREDA PISCINAS, EL DONCELLO Y BELEN DE LOS ANDAQUIES, EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETA". Localizado en el Municipio de Belén de los Andaquíes – Departamento del Caquetá, se contempla la construcción de una Cubierta, en donde el tipo de estructura es un sistema estructural aporticado, la categoría de la edificación es DMO (Disipación de moderada de energía), en donde el pórtico que se construirá en el sitio cumple con los requisitos de (DMO), su grupo de uso es II – por lo que su coeficiente de importancia es de 1.10 y se define como Edificaciones especiales.

En el presente documento se muestran los procedimientos de cálculo de las estructuras y se señalan los parámetros y especificaciones que se tuvieron en cuenta para el análisis y diseño estructural.

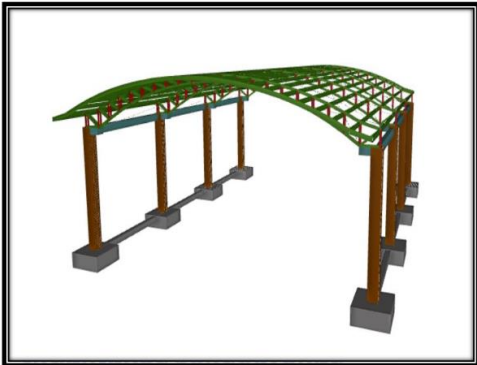




Figura 1- Modelo de elementos finitos utilizado.

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural del proyecto Polideportivo Belén de los Andaquíes.

El informe estructural se organiza presentando inicialmente el nombre del proyecto y una imagen representativa del modelo estructural desarrollado. Posteriormente, se incluyen los datos principales del diseño, como la localización del proyecto, el tipo de sistema estructural empleado, la zona de amenaza sísmica, el tipo de disipación de energía adoptado y el grupo de uso de la edificación, conforme a los lineamientos establecidos por la norma NSR-10.

Figura 12 y 13. Propiedades de los materiales y estudio de suelos

4. Propiedades de los materiales utilizados

Para los cálculos de capacidades de las secciones y elementos, se consideraron las siguientes características mecánicas de los materiales.

Los materiales con los cuales se realiza el presente estudio, deben corresponder a los que se utilizarán en la construcción de la obra:

5. Hormigón o concreto:

ELEMENTO	f'c			Ec Kp/cm²	Tamaño máximo (mm)
	Kg/cm²	MPa (kN/mm²)	P.S.I.		
✓ Concreto de limpieza	140	14.1	2000	-	-
✓ Columnas	245	24.5	3500	219689	15
✓ Vigas					
✓ Pantallas ✓ Placa de cubierta					
✓ Cimentación (zapatas)	280	28	4000	246811	15
✓ Cimentación (vigas)					

El módulo elástico (Ec), requerido para esta estructura que controla conjuntamente con las dimensiones de las secciones de vigas y pantallas, las derivas de piso, son: Según NSR-10.

en su aparte C.8.5.1 para agregado grueso de origen ígneo y metamórfico el módulo elástico es:

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c} = \text{en MPa (NSR-10 C.8-2b)}$$

A.2.4. Efectos locales:

En esta sección se dan los tipos de perfil de suelo y los valores de los coeficientes de sitio.

ESTUDIO DE SUELOS		
ELABORADO POR: GEOSUELOS INGENIERIA		
FECHA: agosto de 2024		
Capacidad portante del suelo	9.89	Kg/cm2
Profundidad de la cimentación	> 1.00	Metros
Tipo de cimentación	Superficial	-

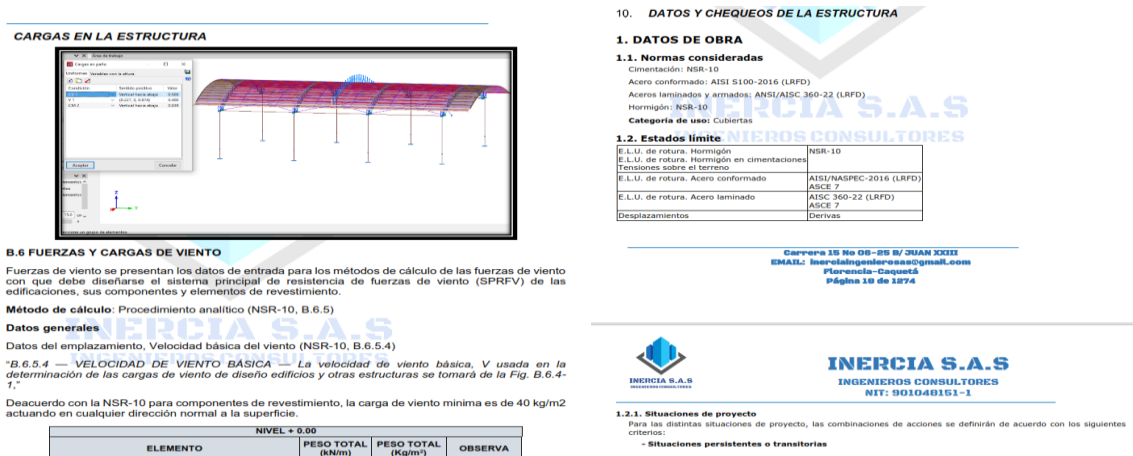
8.1.

NSR-10	Símbolo	Valor	Observaciones
Tabla A.2.4-1 Clasificación de los perfiles de suelo.	Tipo de suelo	D	Para el efecto del cálculo de las fuerzas, se tomaron en cuenta los parámetros de la Norma sismo Resistente Colombiana, NSR-10
Tabla A.2.4-3 Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos	Fa	1.40	-
Tabla A.2.4-4 Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro.	Fv	2.20	-

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural del proyecto Polideportivo Belén de los Andaquíes.

Dentro del informe estructural se incorpora información relacionada con las propiedades de los materiales empleados en el diseño que realizó el ingeniero, destacando la resistencia característica del concreto utilizada para los elementos estructurales. Asimismo, se incluyen las normas y especificaciones técnicas aplicadas en el proceso de diseño, junto con los datos relevantes obtenidos del estudio geotécnico del terreno, los cuales sirven como base para el análisis y dimensionamiento de la estructura.

Figura 14 y 15. Cargas en la estructura y datos del modelo estructural

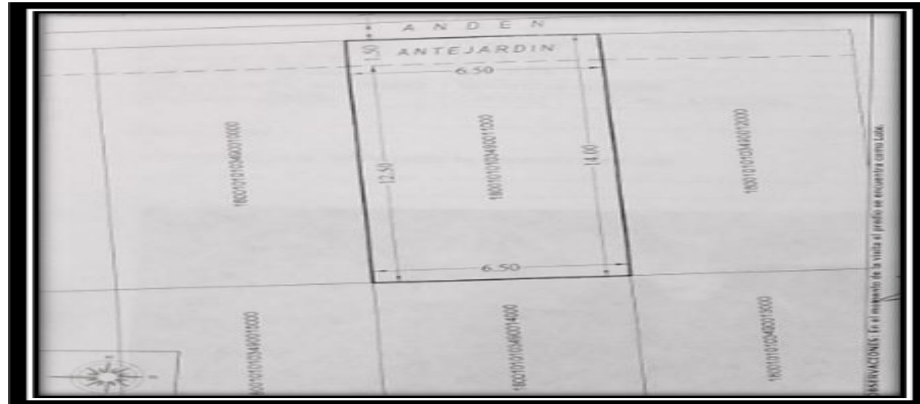


Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural del proyecto Polideportivo Belén de los Andaquíes.

En el informe estructural también se incluyen las cargas consideradas en el diseño del modelo realizado por el ingeniero, tales como carga muerta, carga viva, acción del viento y sismo, de acuerdo con las combinaciones establecidas en la norma NSR-10, adicionalmente, se incorporan los datos generados por el programa de modelación estructural, los cuales comprenden las propiedades de los materiales empleados, las combinaciones de carga utilizadas, el comportamiento global y local de la estructura y todos los chequeos pertinentes de los elementos, garantizando así la validez y coherencia del modelo estructural desarrollado.

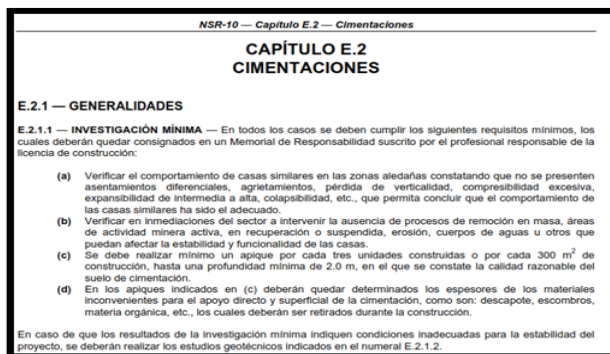
4.2. Cumplimiento de los objetivos específicos en el informe 2.

- Se analizan los informes geotécnicos para obtener los datos esenciales para el diseño estructural.
- Los elementos de la estructura se revisan usando los parámetros de la NSR-10, tomando en cuenta la zona sísmica en la que se ubica el proyecto.
- Se verifican las condiciones de carga y de la estructura para entender su comportamiento ante un sismo.
- Se comprueba que los desplazamientos por las cargas estén dentro de los límites de diseño. Después, se integran las recomendaciones del geotecnista en el análisis estructural.
- Elaboración del informe el cual incluye detalles del proyecto, propiedades de los materiales y normas empleadas. También contiene datos geotécnicos, el análisis estructural y concluye con las recomendaciones finales.

Figura 19. Ubicación del proyecto

Nota: Alcaldía Municipal de Florencia – Dirección de Catastro. (2025).

Se analizó la ficha catastral del predio con el fin de verificar las dimensiones exactas del lote y la localización exacta del proyecto y de las edificaciones colindantes, garantizando la compatibilidad del diseño estructural con las condiciones reales del entorno.

Figura 20 y 21. Revisión de datos geotécnicos

- Se realizó un apique de 2 metros para tener en cuenta las condiciones del suelo
- Se recomienda un descapote de 10 cm para retirar material orgánico y contaminado.

Esta cimentación será competente para transmitir con seguridad el peso de la vivienda al suelo, ya que se cuenta con un suelo duro y resistente, se logró verificar el comportamiento de casas vecinas, donde se constató que no se han producido asentamientos, agrietamientos y deslizamientos, concluyéndose que el comportamiento de las casas aledañas ha sido adecuado, contándose así con un terreno firme.

Nota: NSR-10, Título E – Apéndice E.2.1.

Se realiza la revisión e identificación de los datos geotécnicos en cumplimiento de lo establecido en los Títulos E y H de la norma NSR-10, los cuales definen los lineamientos para la investigación mínima del subsuelo y las condiciones de diseño de estructuras en mampostería confinada. Para ello, se ejecutó un apique exploratorio del terreno a una profundidad de 2 metros

con el propósito de evaluar las características del suelo, dentro de esa evaluación se encontró roca por lo que se consideró como un suelo “duro y resistente” además de ser muy estable, es por ello que las condiciones del suelo son óptimas para construir sobre ella.

Figura 22, 23, 24 y 25. Análisis de coeficiente sísmico y verificación de los elementos estructurales

Tabla E.3.6-1
Coefficiente M_o para longitud mínima de muros estructurales confinados *

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

(*) Los valores de Λ_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.

Nota: NSR-10, Título E – Apéndice E.3.6.

E.4.4 — VIGAS DE CONFINAMIENTO

E.4.4.1 — En general, las vigas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan.

E.4.4.2 — DIMENSIONES — El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 20 000 mm² (200 cm²). En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea

Nota: NSR-10, Título E – Apéndice E.4.4.

E.4.3 — COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

E.4.3.1 — GENERAL — En general, las columnas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. Las columnas de confinamiento deben anclarse a la cimentación, pudiendo utilizarse empalmes por traslazo en la base de la columna, y deben rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior. Cuando una columna tenga dos niveles, se puede realizar un empalme por traslazo en cada nivel. Las columnas de confinamiento se deben vaciar con posterioridad al alzado de los muros estructurales y directamente contra ellos.

E.4.3.2 — DIMENSIONES — La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 20 000 mm² (200 cm²), con espesor igual al del muro que confina.

E.4.3.3 — 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 de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.

Nota: NSR-10, Título E – Apéndice E.4.3.

Tabla E.5.1-3
Refuerzo mínimo para viguetas de losas aligeradas

Luz (m)	Espesor total placa (mm)	Refuerzo inferior continuo	Refuerzo inferior complementario en el centro de la luz	Refuerzo superior continuo	Refuerzo superior complementario para vigas de varias luces en los apoyos internos	Estribos
1.0 – 2.5	150	1 N° 4		1 N° 4		N° 2 cada 80 mm
2.6 – 3.5	200	1 N° 4		1 N° 4		N° 2 cada 80 mm
3.6 – 4.5	280	1 N° 4	1 N° 3	1 N° 4	1 N° 3	N° 2 cada 120 mm
4.6 – 5.5	350	1 N° 4	1 N° 3	1 N° 4	1 N° 3	N° 2 cada 150 mm

Nota: NSR-10, Título E – Apéndice E.5.1.

En primera instancia, se realiza la verificación del sitio donde se proyecta la construcción de la estructura, con el propósito de analizar las condiciones sísmicas y geotécnicas que influyen en su comportamiento. De acuerdo con la zonificación sísmica establecida por la norma NSR-10, el proyecto se ubica en el municipio de Florencia, departamento del Caquetá, el cual se clasifica dentro de una zona de amenaza sísmica intermedia. En correspondencia con esta clasificación, los coeficientes de aceleración pico efectiva (A_a) y el coeficiente de modificación sísmica (M_o) presentan valores de 0.20 y 17, respectivamente.

Con base en estos parámetros iniciales, se procede a revisar el pre dimensionamiento de los elementos estructurales, determinando las dimensiones mínimas requeridas para garantizar la estabilidad y resistencia de la edificación. En este proceso se establece en la norma que las vigas de confinamiento y vigas cinta deben poseer un área mínima de 200 cm² y una luz no superior a 4.0 metros. Para el presente proyecto, dichas vigas fueron diseñadas por el ingeniero con secciones de 15 × 25 cm y una luz máxima de 3.6 metros, cumpliendo así con los criterios normativos.

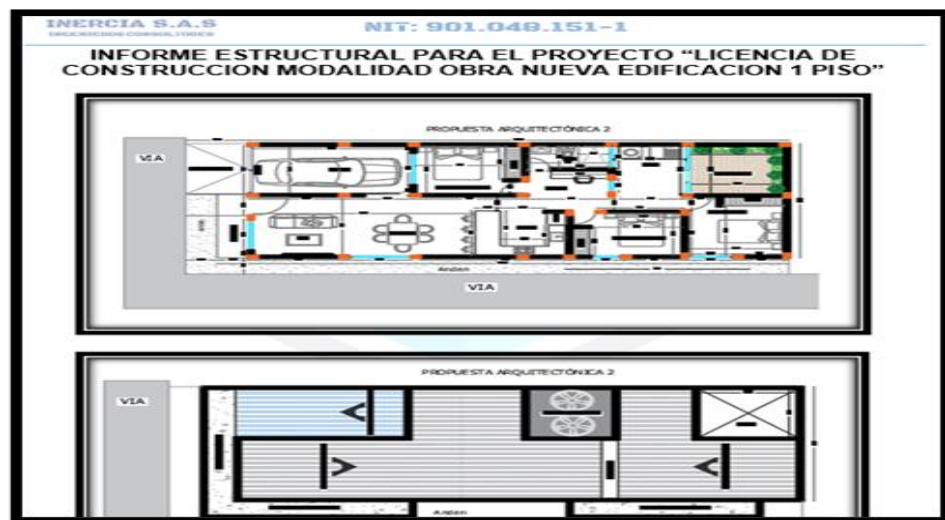
De igual manera, las columnas de confinamiento que fueron diseñadas por el ingeniero tienen un área mínima de 200 cm², adoptando secciones de 15 × 25 cm, lo que garantiza una adecuada capacidad de carga y rigidez frente a las sollicitaciones verticales y horizontales. En cuanto a la losa del tanque, el ingeniero estableció un espesor de 15 cm, superando el valor

mínimo normativo de 12 cm, lo que asegura un desempeño estructural adecuado ante las cargas de servicio previstas.

Según lo indicado en el Título E de la Norma Colombiana Sismo Resistente NSR-10, tanto las vigas como las columnas de confinamiento deben reforzarse con cuatro (4) barras longitudinales de acero de ½ pulgada (dos superiores y dos inferiores). Además, el refuerzo transversal o acero de los flejes debe colocarse con una separación de 10 cm en las zonas de confinamiento y 20 cm en el tercio medio de los elementos, con el fin de asegurar un adecuado confinamiento del concreto y un comportamiento dúctil ante solicitaciones sísmicas.

En el caso de la losa del tanque, la norma establece un espesor mínimo de 12 cm, por lo que para este proyecto se adoptó un espesor de 15 cm, incrementando su rigidez y capacidad estructural. El refuerzo base propuesto por la norma corresponde a barras de ⅜ pulgada cada 20 cm; sin embargo, la losa diseñada incorpora barras de ½ pulgada cada 15 cm, lo que proporciona una mayor capacidad de resistencia y control de fisuración.

Figura 26. Realización del informe estructural



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural del proyecto casa de un piso Florencia - Caquetá.

Se elabora un informe estructural en el cual se presentan los planos arquitectónicos correspondientes a la estructura proyectada, junto con la ubicación geográfica del proyecto y el chequeo normativo realizado por el ingeniero y que están conforme a los lineamientos establecidos por la NSR-10, el documento incluye el planteamiento estructural adoptado, el diseño de los elementos confinados (vigas, columnas y losa de tanque), así como las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis y los resultados obtenidos. Finalmente, se incorpora el memorial de responsabilidad del ingeniero estructural, debidamente firmado.

Figura 27 y 28. Descripción del proyecto, parámetros sísmicos y propiedades de los materiales

LICENCIA DE CONSTRUCCION PARA VIVIENDA DE 1 PISO DEL MUNICIPIO DE FLORENCIA-CAQUETÁ FLORENCIA-CAQUETÁ

1. DESCRIPCION

1.1 UBICACIÓN

La estructura es una **Vivienda Unifamiliar**, de un piso construida en el Municipio de Florencia, departamento del Caquetá.

1.2 ÁREA DE OCUPACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura a analizar tiene un área de construcción de **264.00m²**.

1.3 USO DE LA ESTRUCTURA

La estructura tendrá un **grupo de uso I**, destinado a la **Ocupación Residencial**.

1.4 NORMA EMPLEADA

La estructura se diseñará de acuerdo al **Reglamento NSR-10**, aplicando el **Título E**, que establece los requisitos para la construcción sísmo resistente de **Casas De Uno Y Dos Pisos** de mampostería confinada y de bahareque encementado.

1.5 ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA

CAPÍTULO A.2, ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA, Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO; el cual es de carácter obligatorio y sustituye las secciones **A.2.4** y **A.2.6** (efectos locales de amplificación de las ondas sísmicas debidas al suelo subyacente de la edificación y el Espectro de Diseño, respectivamente) del Reglamento **NSR-10**.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR
Código del municipio		18001
Zona de amenaza sísmica	MEDIA	
Coefficiente de Aceleración	Aa	0.20
coeficiente de Aceleración horizontal pico efectiva.	Av	0.15
Coefficiente de Importancia	I	1.0
Altura medida desde la base, de la altura de cubierta	h_η	2.60m

1.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Concreto Armado:

Zapatas	:	concreto f c = 175 kg/cm ²
Vigas de cimentación	:	concreto f c = 175 kg/cm ²
Columnas	:	concreto f c = 175 kg/cm ²

Calle 16 No 06-25 B/ JUAN XXIII CEL: 3118533640
EMAIL: inerciaingenieros@gmail.com
Florencia-Caquetá



INERCIA S.A.S
INGENIEROS CONSULTORES
NIT: 901.048.151-1

Vigas	:	concreto f c = 175 kg/cm ²
Placas	:	concreto f c = 175 kg/cm ²
Losas aligerada	:	concreto f c = 175 kg/cm ²
Escalera	:	concreto f c = 175 kg/cm ²

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural del proyecto casa de un piso Florencia - Caquetá.

Dentro de la descripción general del proyecto se incluye la ubicación de la vivienda, el área de ocupación, el uso asignado a la estructura, la zona de amenaza sísmica y la normativa empleada para el diseño estructural. De esta manera, se establecen los datos de entrada que definen las características principales del proyecto.

Adicionalmente, se incorporan los parámetros sísmicos correspondientes a la localización del predio y las propiedades mecánicas de los elementos estructurales diseñados, con el fin de garantizar que el análisis y dimensionamiento de la edificación se realicen conforme a los criterios establecidos por la norma NSR-10.

Figura 29 y 30. Datos de la cimentación y chequeos de los elementos confinados.

3. PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL 2.1 CIMENTACIONES

E.2.1.1. — **INVESTIGACIÓN MÍNIMA:** la construcción está desarrollada en el marco del título E de la norma NSR-10 y aun así se elaboró estudio de suelos en el marco del título H, se procede a realizar la investigación mínima.



Ilustración 1 Muestras De Los Apiques
Fuente: INERCIA S.A.S

- Verificar el comportamiento de casas similares en las zonas aledañas: en la verificación no se encontró agrietamientos, ni pérdida de verticalidad, ni compresibilidad excesiva, ni expansibilidad de intermedia a alta, ni riesgo de colapsabilidad; se concluye un comportamiento adecuado del suelo.
- No se identificaron procesos de remoción en masa en los alrededores, la zona es plana y sin pendientes.

CAPITULO E.4 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO EN MAMPOSTERÍA CONFINADA

E.4.3 — COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

Las columnas de confinamiento deben ser de hormigón reforzado, su armadura debe anclarse a la cimentación y a la viga de amarre superior. Su vaciado debe realizarse con posterioridad al levantamiento de los muros de confinamiento y directamente contra ellos.

Dimensionamiento de las columnas

La **sección transversal** que se adoptó para las columnas de amarre es de (15x25 cm), para un área de $375\text{cm}^2 > 200\text{cm}^2$, el espesor es igual al del muro que confinamiento (15 cm), como se establece en (NSR-10 sec. E.4.3.2).

La **separación máxima** entre columnas de amarre en los extremos de los muros de confinamiento que se adoptó es 4.00m, la cual es menor a los requisitos que exige el (NSR-10 sec. E.4.3.3).

$L = 4.00\text{ m} < 35 * 0.15 = 5.25\text{m} < 1.5 * 5.00 = 7.5\text{m} < \text{Cómo ambas medidas superan los } 4.00\text{ m de longitud, se propone trabajar con la máxima longitud reglamentaria } 4\text{ m. Cumple}$

El **refuerzo longitudinal** que se adoptó para las columnas es 4 barras No. 4. (1/2") o 12.7mm de diámetro.

El **refuerzo transversal** que se adoptó para las columnas es de estribos cerrados es de barras No 3 (3/8").

E.4.4 — VIGAS DE CONFINAMIENTO

Las vigas de confinamiento serán de hormigón reforzado, su refuerzo será anclado en los elementos terminales con ganchos de 90°. Su vaciado se realizará directamente sobre los muros de confinamiento (NSR-10 sec. E.4.4.1).

Dimensionamiento de las vigas

El **ancho** de las vigas de amarre es igual al espesor del muro 12cm, y su sección transversal será de (15x20cm), para un área transversal de $300\text{cm}^2 > 200\text{cm}^2$. (NSR-10 sec. E.4.4.2).

Las **vigas de amarre** podrán ir embebidas en la losa aligerada del entrepiso.

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural del proyecto casa de un piso Florencia - Caquetá.

Dentro del informe estructural se incorpora la descripción del método empleado para la ejecución del estudio geotécnico y de los chequeos estructurales utilizados por el ingeniero de la empresa y que son exigidos por la norma NSR-10 en su Título E, los cuales permiten verificar la resistencia, estabilidad y seguridad de los elementos en mampostería confinada. De esta manera, se garantiza que el diseño cumpla con los parámetros normativos y se encuentre acorde con las condiciones geotécnicas del terreno.

Figura 31 y 32. Conclusiones, recomendaciones y memorial de responsabilidad

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En los PLANOS ESTRUCTURALES anexos a esta memoria, se observa el despiece de las armaduras de los diferentes elementos estructurales, la forma de colocar las barras en las zonas donde hay tracción, en donde se prefiere llevar el hierro hasta zonas de compresión para proveer una mayor seguridad cuando la estructura sea solicitada a tracción.
2. Para el diseño de mampostería confinada, se da cumplimiento con los parámetros de diseños específicos, como pueden ser el tipo de ladrillo que se debe manejar según la NSR-10, para el diseño de los muros aquí diseñados se da el cumplimiento según su soporte estructural.
3. De acuerdo al diseño se establece que el tipo de ladrillo que se usa es #5 con dimensiones de **15 x 20 x 30 cm**, según la norma NSR-10 en su título E para viviendas de uno y dos pisos, en la tabla E.3.5.1 indica que, para una zona sísmica intermedia, el espesor mínimo es de 11cm y comercialmente se considera un ladrillo con espesor de 15 cm como se menciona.
4. Para el diseño de las columnas según la norma NSR-10, **E.4.3 — COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**, se manejó unas dimensiones de 15x25 cm, lo cual se supera los **200 cm² mínimos exigidos**, con un refuerzo de acero es **4 barras No. 4, (1/2") o 12.7 mm** de diámetro, con estribos de 3/8" de diámetro.
5. Para el diseño de las vigas según la norma NSR-10, **E.4.4 — VIGAS DE CONFINAMIENTO**, se manejó unas dimensiones de 15x20 cm, lo cual se supera los **200 cm² mínimos exigidos**, con un refuerzo de acero es **4 barras No. 4, (1/2") o 12.7 mm** de diámetro, con estribos de 3/8" de diámetro.
6. Para el diseño de las vigas según la norma NSR-10, **E.4.5 — CINTAS DE AMARRE**, se manejó unas dimensiones de 15x20 cm, lo cual se supera los **200 cm² mínimos exigidos**, con un refuerzo de acero de **4 barras No. 4, (1/2") o 12.7 mm** de diámetro, con estribos de 3/8" de diámetro.
7. El peso de la placa de tanques es de **0.12 m** sección superior a la establecida por la **tabla E.5.1-2**, pero es recomendable por las características de trabajo de la estructura.
8. Para el caso del acero la tabla indica un rango mínimo de No. 3 cada 0.25 m, pero como condición de seguridad se propone trabajar **No. 4 cada 0.15 m**



JAIRO ALBERTO GÓMEZ ROA
MP 25202-098947 CND
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
ESPECIALISTA EN INTERVENTORIA Y SUPERVISIÓN.
MASTER EN CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE OBRAS CIVILES.



INERCIA S.A.S
INGENIEROS CONSULTORES
NIT: 901.048.151-1

Florencia - Caquetá, 14 de noviembre de 2024

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

El suscrito, **JAIRO ALBERTO GÓMEZ ROA**, Ingeniero Civil, con matrícula profesional No. **MP. 25202-098947 CND** y cédula de ciudadanía No. **16.185.320** de Florencia.

CERTIFICA:

Que ejecuté los cálculos y diseños estructurales para la construcción de la estructura denominada: **LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDA DE 1 PISO EN EL MUNICIPIO DE FLORENCIA-CAQUETA**, declaro que todos los cálculos y diseños estructurales están realizados cumpliendo con la NSR-10 (Norma Sismo Resistente Colombiana) y exoneró al propietario del terreno por los daños y perjuicios de que estos estudios pudieran derivarse.

Se deja claridad que en mi calidad de calculista me responsabilizo por los estudios, diseños y cálculos siempre y cuando en la construcción de la edificación se cumpla con la totalidad de las especificaciones indicadas en los planos y se empleen los materiales con las calidades especificadas, así como la colocación de las armaduras y los procesos constructivos sean los usualmente usados dentro de los diseños que este tipo de obra de seguir.

Acepto y reconozco que el cálculo efectuado no constituye una aprobación del diseño estructural, si no la verificación del cumplimiento de las normas vigentes. Atentamente,

INERCIA S.A.S
INGENIEROS CONSULTORES

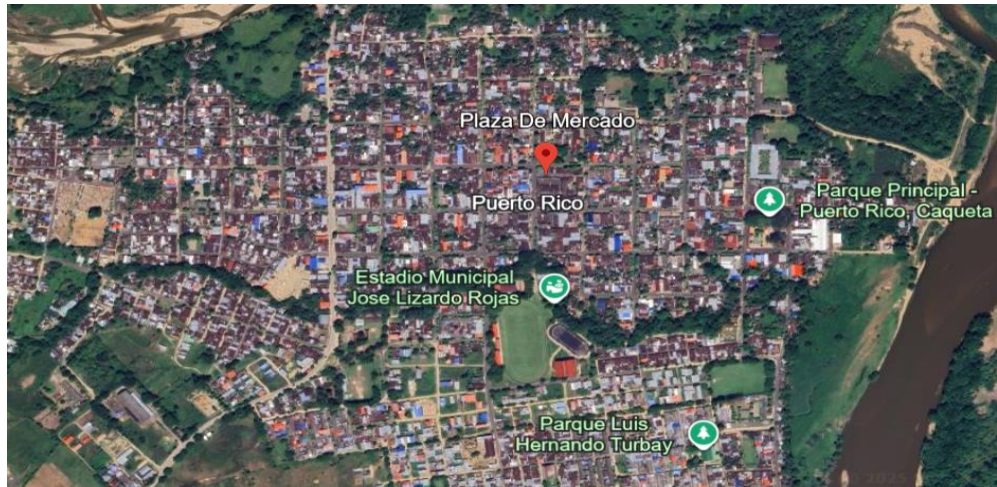
JAIRO ALBERTO GÓMEZ ROA
Ingeniero Civil
Especialista en estructuras
MP 25202-098947 CND

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural del proyecto casa de un piso Florencia - Caquetá.

Finalmente, se digitan las conclusiones realizadas por el ingeniero y se agregan al informe estructural, en las cuales se presentan los diseños finales de los elementos estructurales y se verifican los chequeos establecidos por la norma NSR-10, confirmando el cumplimiento de los requisitos de resistencia y estabilidad. Asimismo, se incluye el memorial de responsabilidad, debidamente suscrito por el ingeniero estructural responsable del proyecto, quien certifica la correcta aplicación de los criterios normativos y la validez técnica del diseño.

4.3. Cumplimiento de los objetivos específicos en el informe 3.

- Se analizan los informes geotécnicos para obtener los datos esenciales para el diseño estructural.
- Los elementos de la estructura se revisan usando los parámetros de la NSR-10, tomando en cuenta la zona sísmica en la que se ubica el proyecto.
- Se verifican las condiciones de carga y de la estructura para entender su comportamiento ante un sismo.
- Se realiza un análisis de las condiciones de la estructura en busca de una posible remodelación
- Se realiza una ficha técnica del estudio documentando evidencias fotográficas de la estructura y la esclerometría de los elementos, recopilando toda la información de la misma y determinando la resistencia de las estructuras.
- Elaboración del informe el cual incluye detalles del proyecto, propiedades de los materiales y normas empleadas. También contiene datos geotécnicos, el análisis estructural y concluye con las recomendaciones finales.

Figura 33. Ubicación del proyecto

Nota: Google Earth. (2025). "Plaza de Puerto Rico". Obtenido de <https://earth.google.com/web/>

Como punto de partida, se establece la ubicación de la estructura objeto de estudio, correspondiente a la plaza principal del municipio de Puerto Rico, departamento del Caquetá. El proyecto tiene como finalidad realizar un análisis estructural detallado con el propósito de evaluar el cumplimiento de los parámetros mínimos de diseño establecidos por la norma NSR-10.

Adicionalmente, se lleva a cabo un estudio patológico y ensayos de esclerometría supervisados por el ingeniero, en el cual se analiza los elementos estructurales existentes, con el fin de determinar su estado actual de conservación y definir si la estructura requiere procesos de reforzamiento o reconstrucción parcial o total, garantizando la seguridad y funcionalidad del conjunto estructural.

Figura 34 y 35. Revisión e identificación de datos geotécnicos.

GEOCON INGENIERIA Y ARQUITECTURA SAS

GI-EG-2025-INF-036

Hoja 1 de 20

OSCAR MAURICIO QUINTERO

**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE
LA PLAZA DE PUERTO RICO, DEL DEPARTAMENTO
DEL CAQUETÁ.**

ESTUDIO DE SUELOS PARA CIMENTACIÓN DE
ESTRUCTURA DE LA PLAZA MUNICIPAL

REVISIÓN 0
VOLUMEN 1 DE 1
(MAYO DE 2024)

7.1 CONCLUSIONES

El proyecto consiste en la construcción de una plaza ubicada en el municipio de Puerto Rico - departamento del Caquetá

Con el fin de caracterizar los materiales del sitio, se realizaron tres (3) sondeos para establecer las características geotécnicas de los suelos que soportarán la estructura del proyecto, a partir de los cuales se definió un único perfil de diseño:

Perfil de diseño Único

0.30-6.00 m: suelos arcillosos e inorgánicos de baja plasticidad (CL), color amarillo y rojizo con pintas grises, humedad natural media, no saturadas, consistencia blanda a muy firme, ligeramente consolidadas.

No se encontraron aguas freáticas durante la exploración geotécnica.

La capacidad portante se estimó para diferentes profundidades de desplante y dimensiones de cimentación para ofrecer un rango que permita al diseñador libertad al definir las dimensiones finales de las estructuras.

Se recomienda trabajar con una capacidad portante de 64.0 kPa para zapatas de 1.0 m x 1.0 m y una profundidad de desplante de 0.75 m.

De acuerdo con la NSR-10 título A, el suelo de diseño presenta un perfil de suelo Tipo D.

De acuerdo con la NSR (Normas Sismo Resistentes Colombianas 2010) Título A, El municipio de Puerto Rico – Caquetá, pertenece a una zona de amenaza sísmica **intermedia**. Los parámetros sísmicos fueron tomados del Apéndice A-4: ($A_w=0.15$), ($A_v=0.15$), ($A_s=0.04$), ($A_d=0.02$).

No se recomienda utilizar los materiales cohesivos que se encuentren en el sitio del proyecto.

Durante las exploraciones no se identificaron suelos problemáticos (licuables, sensitivos, etc.) que requieran un análisis adicional.

Ing. Luis Angel Avilés Murcia
Ph. D. Geotecnia
MP. 08202 – 213505 ATL

Consultorías, Estudios y Diseños.
Dirección: Calle 6Sur # 18 – 18 Villamónica. Cel: 321 4999793 – 312 5233649
Email: geconingenieriasas@gmail.com

Nota: Geocon Ingeniería y Arquitectura S.A.S. (2024). Informe geotécnico del proyecto Plaza del municipio de puerto Rico - Caquetá

Se realiza el análisis del informe geotécnico realizados por la empresa GEOCON y que son correspondiente el proyecto de la plaza de mercado, se realiza con el propósito de evaluar los parámetros del subsuelo suministrados y utilizarlos como base para el modelado estructural que realiza el ingeniero responsable. Esta revisión permite garantizar que el diseño estructural refleje con la mayor precisión posible las condiciones reales del terreno, asegurando así la confiabilidad y exactitud de los resultados obtenidos en el análisis estructural.

Figura 36. Levantamiento de la estructura

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Planos en planta del proyecto “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Se llevó a cabo un levantamiento detallado de la estructura, con el propósito de obtener las dimensiones reales de la edificación y de sus elementos estructurales, dado que no se contaba con registros precisos de medidas en la documentación original del proyecto.

Figura 37 y 38. Verificación de los elementos estructurales.

C.21.3.4 — Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

C.21.3.4.1 — El ancho del elemento, b_w , no debe ser menor que 200 mm.

C.21.3.4.2 — La excentricidad respecto a la columna que le da apoyo no puede ser mayor que el 25% del ancho del apoyo medido en la dirección perpendicular a la dirección del eje longitudinal de la viga.

C.21.3.4.3 — En cualquier sección de la viga el refuerzo superior e inferior no debe tener una cuantía, ρ , inferior a la que se obtiene con la ecuación C.10-3, ni debe exceder 0.025. Debe haber al menos dos barras continuas con diámetro igual o superior a N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm), tanto arriba como abajo.

Nota: NSR-10, Título C – “Concreto estructural”, Apice C.21.3.4.

C.21.3.5 — Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

C.21.3.5.1 — La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.20 m pero su área no puede ser menor de 0.0625 m².

C.21.3.5.2 — El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.04A_g$.

Nota: NSR-10, Título C – “Concreto estructural”, Apice C.21.3.5.

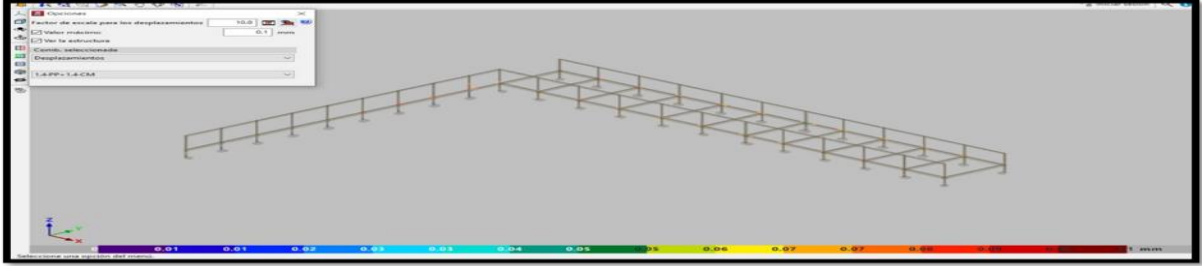
Se realiza la verificación de los elementos estructurales existentes de la plaza, identificándose que varios de ellos presentan dimensiones inferiores a las mínimas exigidas por la norma NSR-10. Asimismo, se evidencian casos de sobredimensionamiento parcial en un eje de ciertos elementos; por ejemplo, la columna identificada como J3 posee dimensiones de 37×16 cm, lo que refleja una desproporción en su sección transversal y un incumplimiento de los parámetros establecidos para columnas de confinamiento y elementos verticales estructurales.

De igual manera, se detecta la presencia de columnas con secciones reducidas de 15×17 cm, cuya área efectiva es de 0.0255 m^2 , valor considerablemente inferior al área mínima permisible de 0.0625 m^2 establecida por la norma NSR-10. Esta deficiencia implica una disminución significativa en la capacidad resistente de los elementos, lo que podría comprometer su comportamiento ante cargas axiales y eventos sísmicos.

También se identifican vigas que no cumplen con el ancho mínimo requerido, ya que se observaron elementos con secciones de 12×15 cm, cuando la norma establece un ancho mínimo de 20 cm para vigas de confinamiento y elementos horizontales equivalentes. Estas inconsistencias dimensionales pueden afectar la rigidez, continuidad estructural y capacidad de disipación de energía del sistema resistente.

Todo el proceso de verificación estructural se desarrolló conforme a los criterios, procedimientos y disposiciones del Título C de la Norma Colombiana NSR-10, considerando que la estructura fue concebida como un sistema de pórtico resistente a momento. De acuerdo a los resultados obtenidos el ingeniero estructural determinó la necesidad de plantear un proceso de rediseño o reforzamiento estructural que garantice el cumplimiento de las exigencias normativas de seguridad, ductilidad y estabilidad global.

Figura 39. Verificación de los desplazamientos del modelo.



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Modelo estructural “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

En el modelo estructural realizado por el ingeniero de la empresa, se analizaron las derivas y deflexiones con el propósito de verificar que el dimensionamiento de los elementos sea adecuado frente a las cargas actuantes. Adicionalmente, se revisan los chequeos automáticos del software de análisis estructural, con el fin de confirmar que la estructura cumpla con los criterios mínimos de diseño y servicio establecidos por la norma NSR-10, garantizando así su estabilidad y desempeño estructural.

Figura 40. Estudio esclerométrico de la estructura



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). esclerometría “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Se realizó un estudio esclerométrico bajo supervisión del ingeniero estructural, en el cual se identifica la estructura con el propósito de evaluar la resistencia a la compresión del concreto en cada una de las columnas existentes. Este procedimiento tuvo como objetivo determinar de manera no destructiva la calidad y capacidad resistente del material, permitiendo obtener una estimación confiable de la resistencia mecánica del concreto in situ y verificar su correspondencia con los parámetros de diseño establecidos por la norma NSR-10.

Figura 41. Ficha técnica del esclerómetro

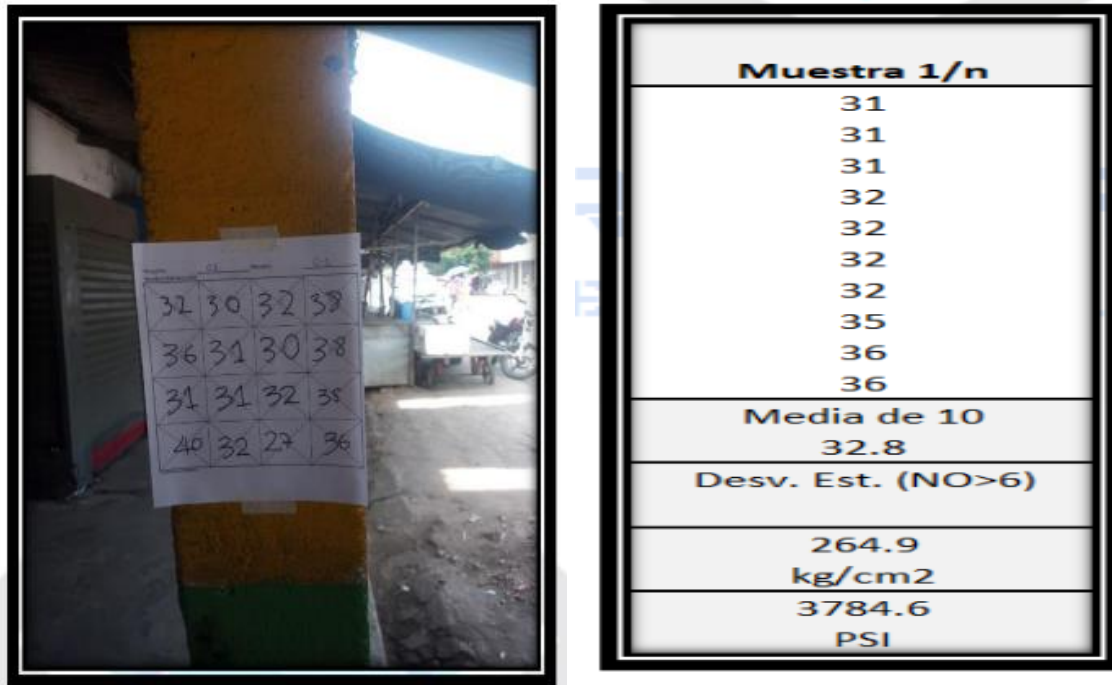
INFORME DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA			
Información General			
Fecha de Ensayo:	22/08/2024	Temperatura atmosférica, °C:	28°
Hora de ensayo:	11:10 a. m.	Edad del concreto:	Mayor a 28 días
Localización punto de prueba:	Plaza de mercado - Puerto Rico		
Características de estructura:	Sistema de porticos en concreto		
Información del Concreto			
Mezcla y tipo de agregado:	Desconocidos 1 : 2 : 3	Resistencia especificada:	3000 PSI
Descripción del área del ensayo:	Columnas y Vigas		
Tipo de acabado superficial:	Ninguno (Concreto)	Condiciones físicas de superficie:	Lisa
Curado y humedad de elemento:	Desconocidos		
Información del Esclerómetro			
Tipo y número de serie:	HT225	Última fecha de calibración:	12/12/2023
Información del Número de Rebote	Página 1		
Orientación de Esclerómetro:	α+0		
Altura relativa del elemento probado:	1,50 m		
Notas:			
Proyección de construcción nuevas puestos de comercio, día soleado sin lluvias, se evidencian deterioros en el concreto.			

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Ficha técnica esclerómetro “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Dentro de la ficha técnica del esclerómetro se consigna la información general del ensayo esclerométrico realizado, incluyendo la fecha de ejecución, condiciones climáticas, hora y lugar de aplicación de las pruebas. Asimismo, se registran los datos del concreto evaluado, tales como su edad aproximada, tipo de elemento estructural y características superficiales, toda esta información es dada por el ingeniero estructural para tener datos precisos.

La ficha también detalla el tipo y número de serie del esclerómetro empleado, junto con la última fecha de calibración del equipo, lo que garantiza la confiabilidad y trazabilidad de las mediciones obtenidas.

Figura 42 y 43. Ensayo de esclerometría y organización de las muestras



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Ensayo esclerométrico “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá

Para el desarrollo del ensayo se empleó un martillo de rebote tipo Schmidt, calibrado y certificado para la medición de resistencias en estructuras de concreto. Las pruebas se realizaron bajo supervisión del ingeniero y se realizaron en diferentes puntos de cada columna, seleccionando áreas representativas y libres de irregularidades superficiales, con el fin de garantizar la precisión y homogeneidad de los resultados.

La información obtenida fue posteriormente procesada y analizada para que el ingeniero estructural establezca la resistencia promedio del concreto en los elementos estructurales,

sirviendo como base para su evaluación patológica y la determinación de la necesidad de reforzamiento o adecuación estructural.

Figura 44. Ficha técnica de patología estructural



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Ficha patológica “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Se digita una ficha técnica patológica del proyecto de la plaza del municipio de Puerto Rico, en el cual se registra y describe las lesiones y deterioros observados por el ingeniero estructural donde revisa los elementos estructurales, identificando su tipo, causa y nivel de severidad, con el propósito de sistematizar la información obtenida durante la inspección visual o técnica, permitiendo evaluar el estado de conservación de la estructura, identificar las causas del daño y proponer acciones correctivas o preventivas que garanticen la seguridad y funcionalidad de la edificación.

Figura 45 y 46. Información y diagnóstico patológico de la estructura.

1. DIAGNOSTICO PATOLÓGICO		
DESTINATARIOS		
DESTINATARIO	COPIA DIGITAL	COPIAS IMPRESAS
Alcaldía de Puerto Rico – Caquetá	01	01
EJECUCIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN		
TÍTULO DOCUMENTO:	DIAGNOSTICO PATOLÓGICO DE PLAZA DE MERCADO UBICADA EN PUERTO RICO - CAQUETÁ	
DOCUMENTO No.:	003-1121	
RESPONSABLE DE ELABORACIÓN	Nombres:	Ing. Civil. Jairo Alberto Gómez Roa Especialista en Estructuras. Especialista en interventoría y supervisión. Máster en cálculo de estructuras de obras civiles.
	Matrícula Profesional	25202-098947 CND
CLIENTE	Nombre	Alcaldía de Puerto Rico – Caquetá
	Propietario	Propietario

DIAGNOSTICO PATOLÓGICO DE PLAZA DE MERCADO UBICADA EN EL MUNICIPIO DE PUERTO RICO DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ.		
Inspectores	Juan David Collazos Castañero Ynes Fernando Ochoa Yepes	Ing. Director. Ing. Jairo Alberto Gómez Roa
Fecha	22 de abril de 2025	testigo No. 01
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA		
Departamento	Caquetá	Piso No. 01
Municipio	Puerto Rico	Tipología estructural Sistema de pórticos en concreto
FOTOGRAFÍA DEL ELEMENTO		
		
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ELEMENTO		
El elemento en análisis corresponde a un pilar de concreto estructural de un pórtico, en la cual se evidencia deterioro de este debido a la corrosión del refuerzo empleado.		

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Diagnostico patológico “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

El ingeniero estructural realizó un diagnóstico patológico de la estructura, en el cual los datos de entrada incluyen el nombre del proyecto, tipo de documento, responsables del estudio y entidad contratante. A partir de esta información inicial, se desarrolló el análisis detallado del estado actual de los elementos estructurales, identificando diversas condiciones críticas que comprometen la estabilidad y durabilidad de la edificación.

Durante la inspección se digitó la exposición y corrosión avanzada de los aceros de refuerzo, la presencia de fisuras significativas en varias columnas, y la existencia de elementos estructurales encofrados con tubos de PVC, los cuales no ofrecen las condiciones adecuadas de confinamiento ni protección estructural. Estas observaciones permitieron concluir al ingeniero que la estructura presenta un nivel de deterioro severo, lo que hace necesaria una intervención correctiva o proceso de reforzamiento integral para restablecer su capacidad resistente y garantizar la seguridad estructural.

Figura 47 y 48. Conclusiones y memorial de responsabilidad

7. CONCLUSIONES

- Se tomaron 19 muestras en total, teniendo en cuenta el deterioro de cada una de ellas para hacer un correcto estudio de toda la estructura.
- A pesar de que la mayoría de los pilares estructurales cumplieron con los estándares permitidos, existen algunos de estos que están cerca de los requisitos mínimos por lo que estas columnas tienen probabilidades de colapsar debido al deterioro.
- En las muestras 10 y 11 se obtuvieron golpes los cuales están lejos del rango mínimo con respecto al promedio, es por ende que estos resultados tuvieron que ser descartados.
- Las muestras 11, 13 y 14, presentan una resistencia menor a la mínima que permite la norma NSR-10 que para este caso debe ser mayor a 21 MPA o 210 kg/cm², por lo cual es necesario desmanteladas y así evitar un colapso de la estructura.
- Se hizo un estudio visual de la cubierta, debido a que está en muy malas condiciones debido al deterioro al que ha sido expuesto con el paso del tiempo, es por ello que es necesario desmantelar este elemento y realizar un nuevo diseño.
- Para los elementos que tienen probabilidades altas de colapsar debido a que están cerca los parámetros mínimos de la norma, es necesario realizar la demolición y re construcción de estos.
- Se recomienda supervisión profesional durante el proceso constructivo.
- La estructura no garantiza condiciones óptimas y seguras para la habitabilidad por lo que se recomienda suspender todos los servicios que se prestan en el recinto y realizar una demolición inmediata.
- Se anexa los informes estructurales de las cerchas modeladas (cercha general y cercha en L), donde se puede apreciar las dimensiones utilizadas con sus respectivas comprobaciones.

Firma del profesional responsable de las memorias de cálculo.

JAIRO ALBERTO GÓMEZ ROA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
MASTER EN CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE OBRAS CIVIL
ESPECIALISTA EN INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
MP 25202-098947 CND

Florencia (Caquetá), 25 de abril de 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

El suscrito, **Jairo Alberto Gómez Roa**, ingeniero civil con matrícula profesional No. MP 25202-098947 CND y cedula de ciudadanía No. 16.185.320 de Florencia-Caquetá.

CERTIFICA:

Que ejecute los cálculos y diseños estructurales para el proyecto "INFORME ESTRUCTURAL PARA PROYECTO DENOMINADO "PLAZA DE MERCADO PUERTO RICO EXISTENTE". Declaro que todos los cálculos y diseños estructurales están realizados cumpliendo con la norma colombiana Norma Sismo Resistente-2010 (NSR-10), y los decretos 092 de 2011 y 340 de 2012, y exoneró al propietario del terreno, y a los constructores de los mismos por los daños y perjuicios de que estos estudios pudieran derivarse.

Se deja claridad que en mi calidad de calculista me responsabilizo por los estudios, diseños y cálculos siempre y cuando en la construcción de la edificación se cumpla con la totalidad de las especificaciones indicadas en los planos y se empleen los materiales con las calidades especificadas, así, como la colocación de las armaduras y los procesos constructivos sean los usualmente usados dentro de los diseños que este tipo de obra de seguir.

Acepto y reconozco que el cálculo efectuado no constituye una aprobación del diseño estructural, si no la verificación del cumplimiento de las normas vigentes.

Atentamente:

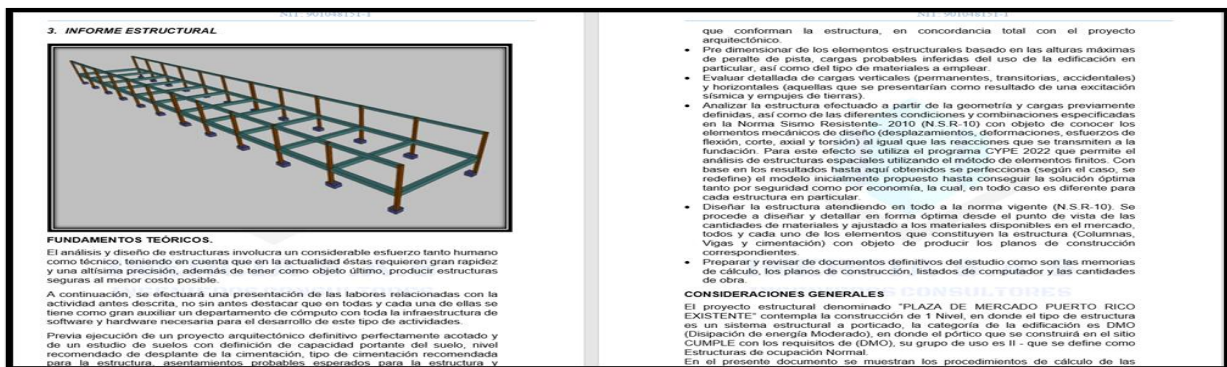
JAIRO ALBERTO GÓMEZ ROA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
MASTER EN CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE OBRAS CIVIL
ESPECIALISTA EN INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
MP 25202-098947 CND

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe patológico "Plaza de Puerto Rico" – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Para la finalización del informe patológico, se transcriben las conclusiones generales tomadas del análisis realizado por el ingeniero estructural, en las cuales se presentan de manera sintetizada los diagnósticos obtenidos durante el análisis estructural y las observaciones de campo, junto con las acciones correctivas y de mantenimiento recomendadas para garantizar la estabilidad y funcionalidad de la estructura.

Asimismo, se incorpora el memorial de responsabilidad profesional, debidamente firmado por el ingeniero estructural responsable del estudio, en cumplimiento de los requisitos técnicos y legales establecidos por la normativa vigente.

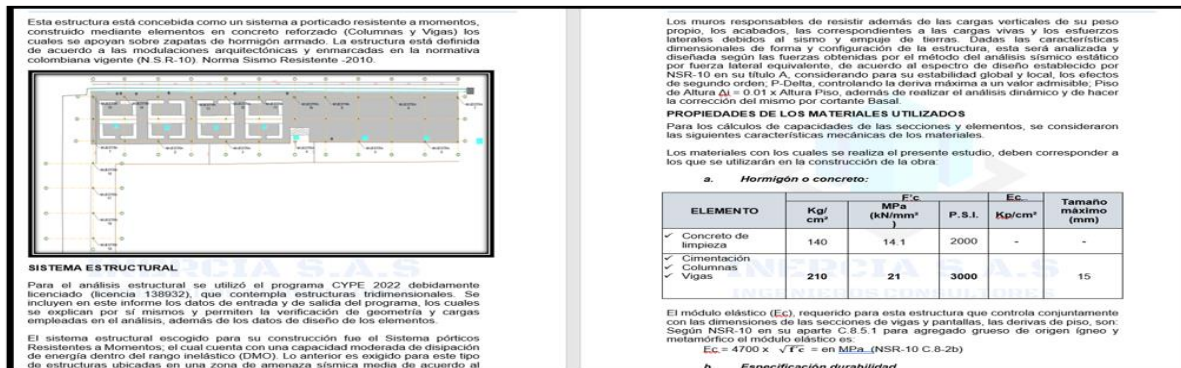
Figura 49. Composición y desarrollo del informe estructural



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural "Plaza de Puerto Rico" – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Se elabora un informe estructural en el que, de manera inicial, se presenta la modelación de la estructura que fue realizada por el ingeniero estructural, donde se agregan los fundamentos teóricos empleados en el diseño y las consideraciones generales del proyecto. En esta sección se describen aspectos como el tipo de sistema estructural adoptado, la zona de amenaza sísmica correspondiente a la ubicación del proyecto y la categoría de disipación de energía, parámetros fundamentales para el desarrollo del análisis y dimensionamiento estructural conforme a los lineamientos de la norma NSR-10.

Figura 50. Sistema estructural y propiedades de los materiales



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Dentro de la descripción del sistema estructural se presenta la información correspondiente al programa de análisis y diseño empleado, el cual en este caso fue CYPECAD, utilizando una licencia profesional vigente. El modelo estructural fue desarrollado por el ingeniero estructural y se tuvo en cuenta que la edificación tiene un sistema de pórtico resistente a momento, diseñado conforme a los lineamientos del Título C de la Norma NSR-10.

La categoría de disipación de energía adoptada corresponde a DMO (Disipación Moderada de Energía), criterio seleccionado debido a que la estructura se localiza en una zona de

amenaza sísmica intermedia, lo que permite garantizar un comportamiento estructural estable y controlado ante sollicitaciones sísmicas.

Asimismo, se incluyen las características generales del diseño estructural, entre ellas la resistencia del concreto utilizada, los parámetros de diseño y las especificaciones normativas aplicadas para el dimensionamiento y verificación de los elementos principales del sistema.

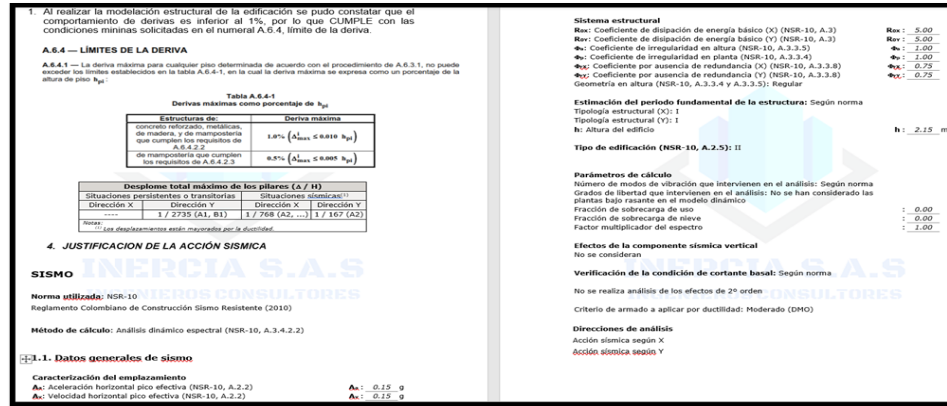
Figura 51. Características geotécnicas del terreno de cimentación

6. ESTUDIO DE SUELOS			
ESTUDIO DE SUELOS			
ELABORADO POR: GEOCON INGENIERIA Y ARQUITECTURA LUIS ANGEL AVILES MURCIA Ingeniero Civil MP- 08202 – 213505 ATL			
FECHA: MAYO de 2024			
Tipo de cimentación		Cimentación Superficial (zapata)	
Profundidad de cimentación		=0.80	
Capacidad de carga		64	
		Ancho 1.80 m	
		Metros	
		KPA	
N.S.R-10	Simbolo	Valor	Observaciones
coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2	Aa	0.15	NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de Aa, Ax, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos
coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2	Ax	0.15	NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de Aa, Ax, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos
coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional	Fa	1.7	Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación Fa del suelo para la zona de periodos cortos del espectro
coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional	Fv	3.35	Norma Colombiana Sismo Resistente 2010 Título A Tabla A.2.4-4
Perfil del Suelo	E	132.70 m/s	Norma Colombiana Sismo Resistente 2010 Título A Tabla A.2.4-1

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Se recopila la información geotécnica del informe anteriormente visto y se incorpora dentro del informe estructural, junto con la inclusión de los antecedentes geotécnicos previamente obtenidos, con el propósito de contar con una base técnica completa que permita analizar el comportamiento de la estructura en función de las condiciones del terreno y los parámetros originales de diseño.

Figura 52. Justificación sísmica del modelo estructural.

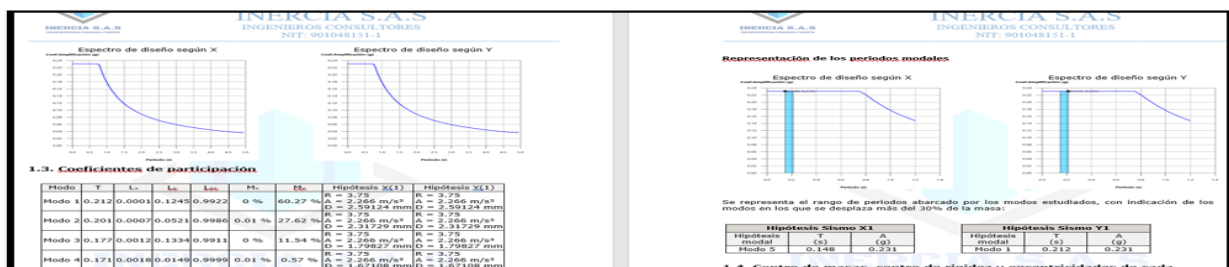


Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

La justificación sísmica generada por el programa, analiza el comportamiento estructural ante la acción sísmica, conforme a los parámetros definidos por la Norma NSR-10. Este proceso permite verificar que la estructura cumpla con los requisitos de estabilidad, rigidez y ductilidad exigidos por la norma.

Además, determina los parámetros sísmicos de diseño en función de la ubicación geográfica y las condiciones del terreno, arrojando valores como el coeficiente de aceleración pico efectiva (A_a), el coeficiente de aceleración horizontal (A_v), el factor de importancia (I), el coeficiente de reducción por ductilidad (R) y el tipo de sistema estructural. A partir de estos parámetros, se calcula el espectro de diseño, el cortante basal sísmico, las fuerzas horizontales distribuidas por nivel y las derivas entre pisos, verificando que los valores obtenidos se encuentren dentro de los límites permitidos por la norma.

Figura 53. Análisis dinámico y coeficiente de participación



Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

El análisis dinámico realizado por el programa, evalúa el comportamiento sísmico de la estructura considerando la respuesta vibratoria ante diferentes modos de vibración. Este método permite determinar las frecuencias naturales, los periodos de vibración y las masas efectivamente movilizadas por la acción sísmica, proporcionando una representación más realista del desempeño estructural.

Dentro de los resultados se incluye el coeficiente de participación modal, el cual indica el porcentaje de masa estructural que interviene en cada modo de vibración. Dentro lo que indica la norma NSR-10 en el Título A, Capítulo A.9.3.1.3, la suma de los coeficientes de participación en las direcciones principales debe alcanzar al menos el 90 % de la masa total, garantizando que el modelo capture de manera adecuada la respuesta dinámica global de la estructura.

Figura 54. Chequeos de las columnas

2.28. J1

Tramo	Dimensi ón (cm)	Paisaje	Comprobaciones							Esfuerzos últimos					Estado	
			Disp.	Acc.	Q ₁ (%)	Q ₂ (%)	Disp. S.	Cap.	Agujo (%)	Naturale za	Comp.	f ₁ (Hz)	Max Momen to (kN.m)	Max Despl. (cm)		Max Despl. (cm)
Forjado 2 (0 - 2.15 m)	18x20	Cabeza	No cumple	Cumple	24.0	6.6	No cumple	Cumple	No cumple	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	No cumple
		Pie	No cumple	Cumple	34.3	23.9	No cumple	Cumple	No cumple	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅	4.6	3.3	0.3	0.6	0.5	No cumple
Forjado 1 (-3.5 - 0 m)	18x20	Cabeza	No cumple	Cumple	65.3	10.0	No cumple	No cumple	No cumple	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅	9.9	9.0	-0.6	0.3	7.6	No cumple
		Pie	No cumple	Cumple	86.0	36.6	No cumple	Cumple	No cumple	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅	26.0	-0.9	0.5	0.5	15.0	No cumple
Concreción	18x20	Atmósfera	No cumple	No cumple	36.6	10.0	No cumple	Cumple	25.6	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅	27.1	4.8	0.5	0.5	15.0	Cumple

2.29. J2

Tramo	Dimensi ón (cm)	Paisaje	Comprobaciones							Esfuerzos últimos					Estado	
			Disp.	Acc.	Q ₁ (%)	Q ₂ (%)	Disp. S.	Cap.	Agujo (%)	Naturale za	Comp.	f ₁ (Hz)	Max Momen to (kN.m)	Max Despl. (cm)		Max Despl. (cm)
			No cumple	No cumple	...	...	...	...	...	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅	6.7	-0.1	-0.2	0.0	0.0	No cumple

Nota: INERCIA S.A.S. (2025). Informe estructural “Plaza de Puerto Rico” – municipio de Puerto Rico, Caquetá.

Dentro de los chequeos estructurales generados por el programa de análisis, se evidencia que las columnas incumplen varios de los requisitos establecidos por la norma NSR-10, lo que indica deficiencias significativas en su comportamiento resistente y en su capacidad de respuesta.

4. Conclusiones

- Como resultado del análisis de los estudios geotécnicos elaborados por la empresa GEOCON INGENIERÍA Y ARQUITECTURA S.A.S. para el proyecto de la plaza de mercado del municipio de Puerto Rico, Caquetá, dentro de las conclusiones (Figura 34), se estableció que las zapatas deberían tener unas dimensiones mínimas de 1.00 x 1.00 metros. Sin embargo, al comparar estos resultados con los chequeos estructurales realizados por el ingeniero estructural (Figura 52), se identificó una incongruencia técnica, ya que las dimensiones propuestas no garantizan la estabilidad requerida. Esta discrepancia se debe a que el terreno presenta una capacidad portante de apenas 65 kPa y corresponde a un suelo tipo E, condición que refleja una baja calidad del material de fundación y limita su capacidad para soportar adecuadamente las cargas estructurales previstas. En consecuencia, el ingeniero estructural recomienda aumentar las dimensiones mínimas de las zapatas a 1.80 x 1.80 metros, con el fin de garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura, pues es una modificación necesaria, ya que la diferencia entre la capacidad resistente del suelo y las cargas transmitidas por los elementos estructurales podría comprometer la integridad estructural y representar un riesgo para los usuarios del espacio.
- Durante la verificación de los elementos estructurales del proyecto del polideportivo del municipio de Belén de los Andaquíes, se observó en las Figura 4, 5 y 6 que se aplicó la norma NSR-10, específicamente el Título C, dado que la edificación cuenta con un sistema estructural de pórticos resistentes a momento. En el proceso de revisión se determinó que las vigas aéreas debían contar con un peralte mínimo de 35 cm; no obstante, al analizar el modelo estructural elaborado por el ingeniero responsable (Figura 9), se evidenciaron

desplazamientos apreciables en dichos elementos. Por esta razón, fue necesario aumentar el peralte a 45 cm, medida adoptada con el fin de optimizar el comportamiento estructural frente a acciones sísmicas y prevenir posibles fallas asociadas a los efectos producidos por estos movimientos.

- Después de realizar sondeos en edificaciones de uno y dos pisos en el municipio de Florencia, departamento del Caquetá, se evidenció en la Figura 19 y 28 que los diseños se realizaron siguiendo el nivel mínimo de investigación geotécnica (NSR 10, título E, párrafo 2.1.1) establecido por la norma NSR-10. Generalmente, en los terrenos donde se proyecta construir, se realizan apiques de hasta dos metros de profundidad con el fin de elaborar un estudio geotécnico simple. Esta práctica busca reducir los costos de construcción al mínimo posible.
- Con base en la modelación estructural de la plaza de mercado efectuada por el ingeniero estructural de la empresa, se identificaron deficiencias relevantes en el comportamiento y configuración de la estructura, evidenciadas en desplazamientos superiores a los límites admisibles y en secciones transversales de vigas y columnas con dimensiones inferiores a las mínimas exigidas por la NSR-10, tal como se muestra en las Figura 36, 37 y 38. En consecuencia, el ingeniero estructural determina la necesidad de una intervención o reconfiguración estructural integral, con el propósito de garantizar la estabilidad y mitigar el riesgo de colapso.
- En el estudio patológico realizado a la plaza de mercado del municipio de Puerto Rico, departamento del Caquetá, la empresa INERCIA S.A.S, concluyó que la estructura se encontraba en condiciones de alto riesgo. Se evidenció en la Figura 53 y 54 que tanto las columnas como las vigas no cumplían con las revisiones mínimas que establece la norma

NSR-10, incluyendo deficiencias en las dimensiones de los elementos estructurales, el recubrimiento del acero, la resistencia del concreto y entre otros aspectos fundamentales. Debido a estas deficiencias, el ingeniero estructural concluyó que la estructura debe ser desmantelada y rediseñada con el fin de garantizar su estabilidad y seguridad para la comunidad que hace uso de ella.

5. Recomendaciones

- Se recomienda aplicar un modelo de estandarización que permita la actualización de cada platilla de informes estructurales, puesto que estas no son solo un formato, si no una herramienta esencial para optimizar los tiempos de entrega de cada proyecto y asegurar el profesionalismo en la presentación de los resultados técnicos de INERCIA S.A.S.
- Aunque los programas de análisis estructural son herramientas valiosas, es indispensable realizar una revisión manual detallada de sus resultados, incluyendo verificaciones de desplazamientos, resistencia de materiales y dimensionamiento de elementos, para prevenir interpretaciones erróneas que puedan derivar en fallas estructurales o riesgos para la integridad de las personas.
- Es fundamental actualizar y verificar tanto los estudios geotécnicos como los topográficos antes de cualquier diseño o análisis estructural, garantizando que se empleen datos actuales y precisos para cumplir con la normativa NSR-10 y asegurar la seguridad estructural en todo tipo de edificaciones.

6. Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Florencia. (2025). *Alcaldía de Florencia*. Obtenido de Alcaldía de Florencia:
<https://www.florencia-caqueta.gov.co>
- Camara de Comercio de Florencia para el Caquetá. (2025). *Camara de Comercio de Florencia para el Caquetá*. Obtenido de Camara de Comercio de Florencia para el Caquetá:
<https://www.ccflorencia.org.co>
- Carigliano, S. (15 de Abril de 2015). *¿Qué es el análisis estructural?* Obtenido de Sky Civ:
<https://skyciv.com/es/education/what-is-structural-analysis>
- Eastern Engineering Group. (18 de Abril de 2025). *Estabilidad estructural: amenazas comunes y soluciones de ingeniería*. Obtenido de Eastern Engineering Group:
<https://www.easternengineeringgroup.com/es/estabilidad-estructural-amenazas-comunes-y-soluciones-de-ingenieria>
- Instituto Colombiano de Vias. (2025). *Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>
- Lopez, & Lozano. (2025). *¿Qué es la norma NSR 10 y por qué todos los proyectos de construcción en Colombia deben cumplirla?* Obtenido de Lopez y Lozano Construcciones Ltda.: <https://lopezylozano.com/nsr-10>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Obtenido de Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial:
<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

Secretaría de Planeación y Ordenamiento Territorial. (2025). *Secretaría de Planeación y Ordenamiento Territorial*. Obtenido de Secretaría de Planeación y Ordenamiento Territorial: <https://www.florencia-caqueta.gov.co/directorio-institucional/secretaria-de-planeacion-y-ordenamiento-territorial>

Singh, N. (15 de Noviembre de 2024). *¿Qué es el informe del ingeniero estructural?* Obtenido de CSA Engineering: https://www-csaengineering-com-au.translate.google.com/what-is-structural-engineer-report/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc