

**EVALUACIÓN PATOLÓGICA DEL BLOQUE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
UBICADO EN LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA EN LA
CIUDAD DE NEIVA.**

Brahya Alzate Giraldo

Pedro Elias Garcia Rojas

Oscar Javier Justinico Cardozo

Hair Esteban Ortiz Pinzón

Director Ingeniera Olga Lucia Vanegas Alfonso

**Trabajo como requisito para optar el título de Especialista en Patología de
la Construcción**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
ESPECIALIZACION DE PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
BOGOTA D.C. 2023**

Resumen:

El presente documento examina las patologías que afectan el edificio de la Facultad de Ingeniería, tanto en términos estéticos como funcionales. Se destacan los deterioros y agrietamientos en los andenes periféricos, posiblemente causados por sobrecargas o presiones del suelo, como las raíces de los árboles. Se sugiere realizar un estudio geotécnico para verificar las causas de las grietas y realizar inspecciones para su confirmación.

Además, se observan problemas de humedad y deterioro en elementos como el Drywall, debido a acabados deficientes en las fachadas y falta de protección contra la intemperie.

El criterio de selección del edificio se basó en aspectos técnicos, económicos y sociales. Tras varias visitas de campo, se determinó que el bloque de ingeniería presentaba la mayor incidencia de patologías, como humedades, fisuras y posibles movimientos de tierra debido a la vegetación circundante. También se observaron signos de alarma, como la caída de elementos completos del cielo raso debido a patologías orgánicas, lo que requiere una intervención urgente.

Se recopiló información relevante, como memorias de cálculo, planos, estudios previos y licencias de construcción, para identificar y comprender las patologías presentes. Se formularon hipótesis con el objetivo de determinar las causas subyacentes de estas patologías.

Palabras Claves: patologías de la edificación, deterioro estructural, grietas, humedad, facultad de ingeniería.

Abstract:

This document examines the pathologies affecting the Engineering Faculty building, both aesthetically and functionally. The peripheral walkways exhibit significant deteriorations and cracks, possibly due to overloads or soil pressures, such as tree root effects. A geotechnical study is recommended to verify the causes of the cracks and perform inspections for confirmation.

Furthermore, issues of moisture and deterioration are observed in elements like Drywall, attributable to poor finishes on the facades and lack of weather protection.

The building selection criterion was based on technical, economic, and social factors. Through field visits, the engineering block was identified with the highest incidence of pathologies, including moisture, cracks, and potential ground movements caused by surrounding vegetation. Disturbing signs, such as complete ceiling element collapses due to organic-related pathologies, require urgent intervention.

Relevant information, such as calculations, plans, previous studies, and construction permits, was collected to identify, and understand the existing pathologies. Hypotheses were formulated to determine the underlying causes of these pathologies.

Keywords: building pathologies, structural deterioration, cracks, moisture, engineering faculty.

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	8
2. Planteamiento Del Problema.....	10
2.1 Árbol De Problemas	11
3. Justificación.....	12
3.1 Componente Social.....	13
4. Objetivos.....	14
4.1 Objetivo General.....	14
4.2. Objetivos Específicos	14
5. Antecedentes	15
6. Marco Referencial	18
6.1. Marco Geográfico	18
6.2. Marco Legal.....	19
7. Marco Teórico.....	21
8. Alcances y limitaciones	23
9. Metodología.....	25
9.1 Descripción De La Selección Del Paciente.....	27
9.2.1 Inspección Preliminar Del Paciente.....	28
9.2.2 Recopilación De Información Necesaria	28

9.2.3	Permisos y Autorizaciones Para La Realización Del Estudio.....	29
9.2.4	Definición De Los Medios Para Realizar Las Prácticas En Campo...	29
10.	Historia Clínica.....	38
10.1.	Responsables Del Estudio.....	38
10.2.	Fecha De Realización Del Estudio	39
10.3.	Información General Del Paciente.....	39
10.3.1.	Nombre	39
10.3.2.	Localización	39
10.3.3.	Uso	40
10.3.9.	Características de La Edificación y/o Construcción Civil	42
10.3.12.	Aplicación Patológica Preventiva	46
10.3.13.	Datos Específicos De Las Lesiones.	47
10.3.14.	Descripción De La Patología Más Relevante En El Paciente	56
10.3.15.	Clasificación y Origen De Las Patologías.....	57
10.3.16.	Datos Generales De Entorno.....	57
10.4.	Diagnostico.....	57
11.	Estudio de vulnerabilidad Sísmica.....	60
11.1.	Tipo De Suelo y Sus Características De Acuerdo Con Los Requerimientos De La NSR-10 Título A.....	60
11.2.	Características del suelo	62

11.2.1.	Estratigrafía	62
11.2.2.	Potencial de Colapso.....	63
11.2.3.	Potencial de Expansión.	63
11.3.	Microzonificación Sísmica.	64
11.3.1.	Geología regional.....	66
11.4.	Estudios De Vulnerabilidad Sísmica	68
11.5.	Historial De Sismos En La Zona.....	71
11.5.2.	Marco sismo-tectónico	71
11.5.3.	Historial de sismicidad regional.	73
11.6.	Matriz de evaluación de vulnerabilidad	75
12.	Propuesta de Intervención.....	78
12.1.	Grietas en Andenes Adyacente a la Edificación:	78
12.1.1.	Procedimiento de reparación	79
12.2.	Humedades en los muros de fachadas:	79
12.2.1.	Procedimiento de reparación	80
12.3.	Plaga de Termitas:	81
12.3.1.	Procedimiento de reparación	82
13.	Presupuesto	83
14.	Programación.....	85
15.	Análisis de resultados.....	86

15.1.	Determinación de refuerzos en vigas y columnas	86
12.1.1	Ensayo de detección de acero (ferroscan)	86
15.3.	Extracción de Núcleos	94
15.3.1.	Resultados de resistencia de los núcleos extraídos.	98
15.1.2.	Ensayo de Carbonatación	99
16.	Conclusiones y recomendaciones	102
17.	17. Bibliografía	104
18.		104
20.	18. Anexos	105
21.		105

1. Introducción

El presente documento enmarca el resultado de la aplicación de conceptos técnicos y prácticos obtenidos a lo largo del desarrollo del posgrado en patología de la construcción. De modo que la información plasmada en el presente proyecto se desarrolla en torno a la evidencia de las diferentes patologías que presenta el paciente de estudio haciendo uso de los conocimientos aprendidos a lo largo del proceso académico.

El paciente en estudio se trata del edificio de la facultad de ingeniería, de la sede central de la Universidad Surcolombiana se encuentra ubicada sobre la Avenida Pastrana Borrero – Carrera 1, barrio Cándido Leguízamo, en la comuna 1 del municipio de Neiva-Huila. Este centro educativo atiende a la tanto a la población residente en Neiva como a la población flotante proveniente de otras regiones que da uso a sus funciones educativas los cuales en su mayoría son estudiantes que cursan estudios de pregrado, personal académico y administrativo. El edificio de la facultad de ingeniería se divide en 4 plantas y área de cubierta, una parte de esta última está construida en placa de cubierta y otra en teja de Eternit.

En consecuencia, al estado manifestado en términos de patologías, por el paciente de estudio se plantea el presente análisis y estudio patológico a través de la correcta documentación del estado del paciente haciendo uso de una serie de fichas técnicas para la recolección de la información elaboradas por los presentes autores.

El proceso de emisión final de recomendaciones va precedido de una secuencia clara de investigación que ayudará al lector a comprender las causas y las consecuencias del estado del edificio para su vida útil, el origen de las afectaciones encontradas y la formulación posterior de la metodología para intervenirlas.

2. Planteamiento Del Problema

El edificio de la facultad de ingeniería actualmente presenta una serie de patologías que han venido afectando el óptimo desempeño de la estructura en términos estéticos y para algunos lugares específicos, que se verán en detalle a lo largo del documento, está siendo afectada la funcionalidad del edificio.

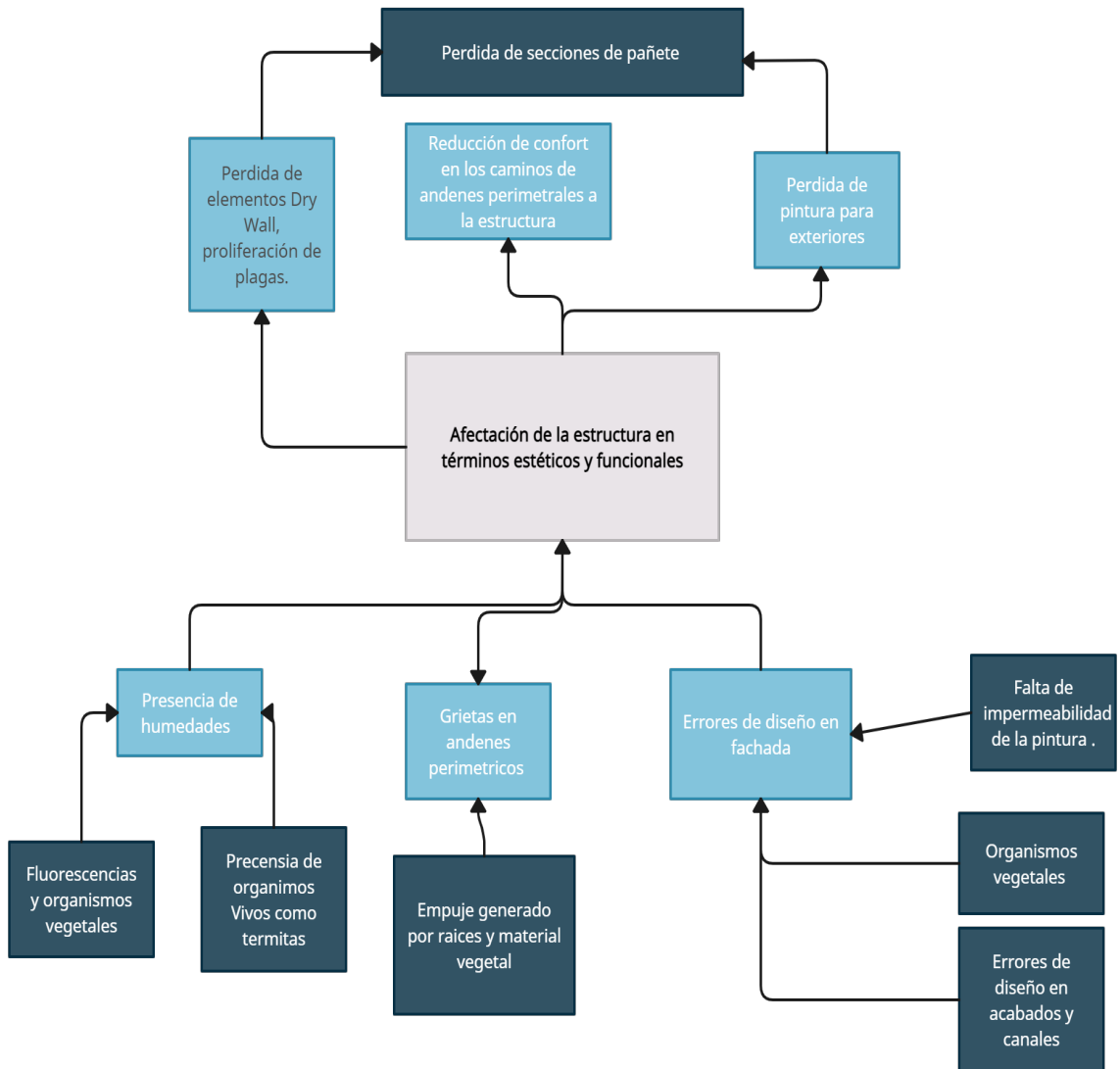
Dentro de las patologías principales, destacan los andenes periféricos al edificio ya que estos presentan deterioro y agrietamientos que podrían ser producidos por diferentes factores como algún sobreesfuerzo o empuje de tierras provocado por los elementos naturales del paisaje como Raíces de árboles. Por lo tanto, debido a la presencia de grietas, es correcto pensar que estos problemas podrían asociarse también a asentamientos presentados por la estructura o algún otro problema asociado al suelo como la socavación lo que sugiere una exploración con un estudio de suelos para verificar la verdadera razón de la patología de las grietas y apiques para verificar.

Por otra parte, dentro y fuera de la estructura se observan patológicas asociadas con humedades y fluorescencias donde en algunos lugares estas humedades han llegado a afectar la estructura al punto de pérdida de pañete y en algunos casos pérdida completa de elementos de tipo Dry wall. Estas humedades se deben a diversos factores dentro de los que destacan malos acabados en las fachadas y ausencia de elementos protectores como cobertizos o tejados que dejan en contacto directo las superficies de concreto o mezclas cementantes con la intemperie.

2.1 Árbol De Problemas

Figura 1

Árbol de planteamiento de problemas en la edificación



3. Justificación

En calidad de candidatos a especialistas en el posgrado Patología de la Construcción, es preciso construir un documento académico que sustente los conocimientos obtenidos a lo largo del proceso educativo que conlleva la realización del posgrado. En concordancia, los ingenieros autores del presente documento han fundamentado adicionalmente los diferentes criterios, hipótesis y análisis del presente documento en las diferentes normativas y códigos vigentes para la fecha actual en Colombia.

La selección del paciente estuvo enmarcada por diferentes criterios técnicos, económicos y sociales. Dentro de estos criterios destacan los de tipo social debido al uso del paciente y al grupo al que pertenece dentro de los niveles de uso propuestos por la NSR 10 en el título A. Adicionalmente, posterior a diferentes visitas de campo con el objetivo de determinar el paciente de estudio, se encontró que el edificio con mayor incidencia de diferentes patologías de la construcción es el bloque de ingeniería mostrando diferentes humedades, fisuras y posible movimiento de tierras provocado por la vegetación adyacente del edificio.

Adicionalmente, dentro de las visitas de campo realizadas para caracterizar el paciente se observan signos de alarma en el edificio de la facultad de ingeniería ante la caída de elementos completos de cielo raso debido a la presencia de patologías de tipo orgánica. En consecuencia, el tratamiento e intervención en esta estructura se torna más urgente.

Una vez caracterizado el paciente, se precisa la recolección de información pertinente al caso de estudio, Dentro de la información a recolectar se destacan las memorias de cálculo, planos, estudios realizados, licencias de construcción y tanta información posible referente a las patologías del paciente. De manera análoga y en relación con la información obtenida presentar hipótesis que permitan no solamente destacar las patologías sino También resaltar las causas que provocan dichas patologías.

3.1 Componente Social

El Componente social del Proyecto resulta interesante debido a la cantidad de personas que pueden llegar a ocupar el edificio producto del aumento de estudiantes matriculados, que, según el informe de sedes de la USCO, presenta una tendencia positiva de crecimiento desde el año 2016 lo que sugiere una de las muchas características técnicas a tener en cuenta que se presenta en el estudio patológico.

Adicionalmente, producto del informe de estudio patológico, es posible determinar las patologías que, de ser corregidas, permitirían devolverle las condiciones de confort y desempeño al paciente para las que fue diseñado y como consecuencia aumentar la percepción de forma positiva desde el punto de vista de los usuarios.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Realizar la evaluación patológica del bloque de la facultad de ingeniería ubicado en la sede central de la Universidad Sur colombiana en la ciudad de Neiva.

4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las problemáticas del paciente del bloque de estudio haciendo una auscultación de cada una de las afectaciones que presenta
- Realizar laboratorios para determinar el nivel de daño y afectación del paciente
- Proponer recomendaciones para minimizar el impacto presentado por las diferentes patologías.
- Analizar los resultados obtenidos en los laboratorios en función de las patologías observadas en el paciente.

5. Antecedentes

Dentro de la misma ciudad de estudio, la cual es Neiva, es posible encontrar otras estructuras que albergan una cantidad significativa de personas que han estado en una situación similar al edificio del bloque de ingeniería de la Universidad Sur Colombiana en términos de patologías. Es el caso del colegio Olivero Lara Borrero el cual presentaba patologías en losas de contra piso asociadas al movimiento de tierras producido por el empuje de raíces y adicionalmente presentaba una serie de patologías asociadas a humedades, fluorescencias y presencia de vegetación (Salinas Olaya, Santa Palacios, Perdomo Álvarez, & Tamayo Polania, 2021).

Fueron propuestos estudios de suelos cuyo fin era determinar el comportamiento del suelo para proponer la solución de contingencia y corrección más eficiente ante el daño que se venía ocasionando. Para este caso fue la implantación de una barrera de una mezcla arena y sal que genera el ambiente propicio para limitar el crecimiento de las raíces y adicionalmente permite la inspección periódica del suelo garantizando que las raíces no tendrán incidencia alguna en la estructura (Salinas Olaya, Santa Palacios, Perdomo Álvarez, & Tamayo Polania, 2021).

Dentro de los documentos técnicos que se encuentran en la Universidad, reposa un estudio de vulnerabilidad sísmica realizado a todos los bloques de la Universidad. Sin embargo, dicho documento tiene todos sus conceptos técnicos basados en la normativa colombiana para el año 1998 (UNION TEMOPORAL SISMICA USCO) Adicionalmente, reposa También información importante referente a la geología del

lugar lo que hace que el trabajo tenga un componente investigativo que a su vez resulta comparativo en diversos aspectos al hacer uso de la normativa vigente a lo largo del Desarrollo del documento.

El presente estudio de patología, va encaminado a determinar e identificar los problemas, causas patológicas, estructurales que en este momento el Bloque de la Facultad de Ingeniería ubicado en la sede central de Universidad Surcolombiana en la ciudad de Neiva, departamento del Huila, así como también incluye realizar un análisis a partir de la identificación de los elementos estructurales y no estructurales de las áreas que presentan detrimento, determinando los puntos en la inspección y en base a ello dar un concepto de las posibles causas de estos deterioros. Utilizando como planteamiento lo que se encuentra en el control, verificación de los planos en campo de los datos entregados, determinación de la conservación de las referencias establecidas.

Con el diagnóstico del estado físico, permite la clasificación y jerarquización preliminar, y de manera racional dar a conocerlos utilizando evaluaciones detallados, desarrollados sobre la base de procedimientos experimentales y analíticos, que admiten caracterizar la respuesta estructural y acceder a cuantificar su capacidad

estructural, y la necesidad de un DISEÑO DE INTERVENCIÓN PARA LA INFRAESTRUCTURA - reforzamiento estructural como parte de un programa de mitigación del riesgo sísmico.

Al igual que lo anterior se indicarán si las áreas portantes del paciente cumplen con las exigencias de la Norma Sismo resistente 10 (NSR – 10); y la normativa vigente.

Dentro de las limitantes que encontramos en la elaboración de este dictamen patológico se encuentran la disponibilidad de que la edificación se encuentre sin estudiantes para la elaboración de dichos ensayos, como también el cronograma establecido mientras dure la especialización en patología estructural.

6. Marco Referencial

6.1. Marco Geográfico

El presente proyecto tiene lugar en Colombia en la Ciudad de Neiva, más precisamente en la universidad Sur Colombiana en el Bloque 27, el cual pertenece a la facultad de ingeniería civil de la universidad, su dirección es dirección calle 26 con carrera 6W. Colinda con el colegio Liceo Santa librada en su parte posterior mientras que en las zonas limítrofes ubicadas frente a la estructura es vecina de los edificios 25 y 26 que pertenecen al bloque del programa de educación física y al Gimnasio respectivamente.

Figura 2

Ubicación general del proyecto

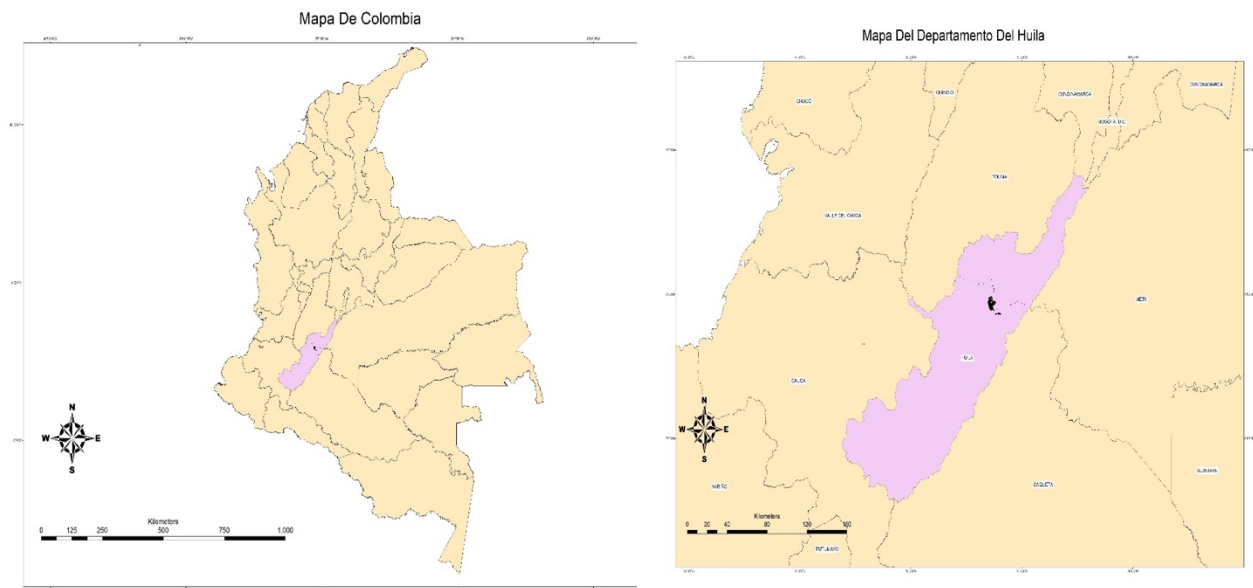
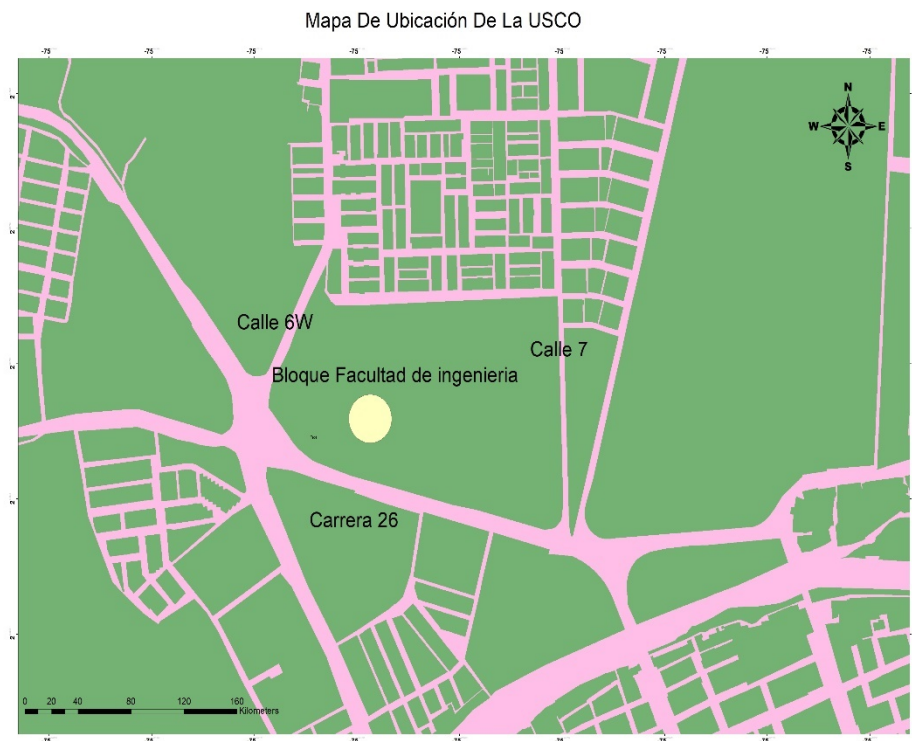


Figura 3

Ubicación de la facultad de ingeniería



6.2. Marco Legal

Dentro del marco legal se hace referencia a todas aquellas normativas que hacen parte o tienen relación alguna con el proyecto. Por lo tanto, a continuación, se encuentran organizadas de manera jerárquica los códigos y normas relevantes al proyecto en orden de predominancia siendo la primera la que se encuentre por encima de las demás y, por tanto, llegado el caso, es posible ponderar por jerarquías las leyes para tomar el código a seguir.

Tabla 1

Normativa aplicable

Estudio Patológico Facultad De Ingeniería USCO	
Norma, Ley, Decreto o Código	interpretación
Constitución política de Colombia	velar por la seguridad de todos los agentes involucrados dentro del proyecto en todos los aspectos posibles y velar por el cumplimiento ético en el ejercicio profesional (Vigente)
Norma Sismo Resistente 10 (NSR 10)	Normativa que reglamenta y enmarca los criterios técnicos referentes al estudio Patológico (Vigente)
ASCE/SEI 318 ASC 2010.	describe los procedimientos de diseño para evaluar y remodelar edificios existentes para soportar los efectos del sismo (Vigente)
NTC 4595	Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares (VIGENTE)
• ASTM o ASTM Internacional	Ésta es la organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. La ASTM está dentro de los mayores contribuyentes técnicos del ISO, y mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos en la industrias petroleras y petroquímicas.

7. Marco Teórico

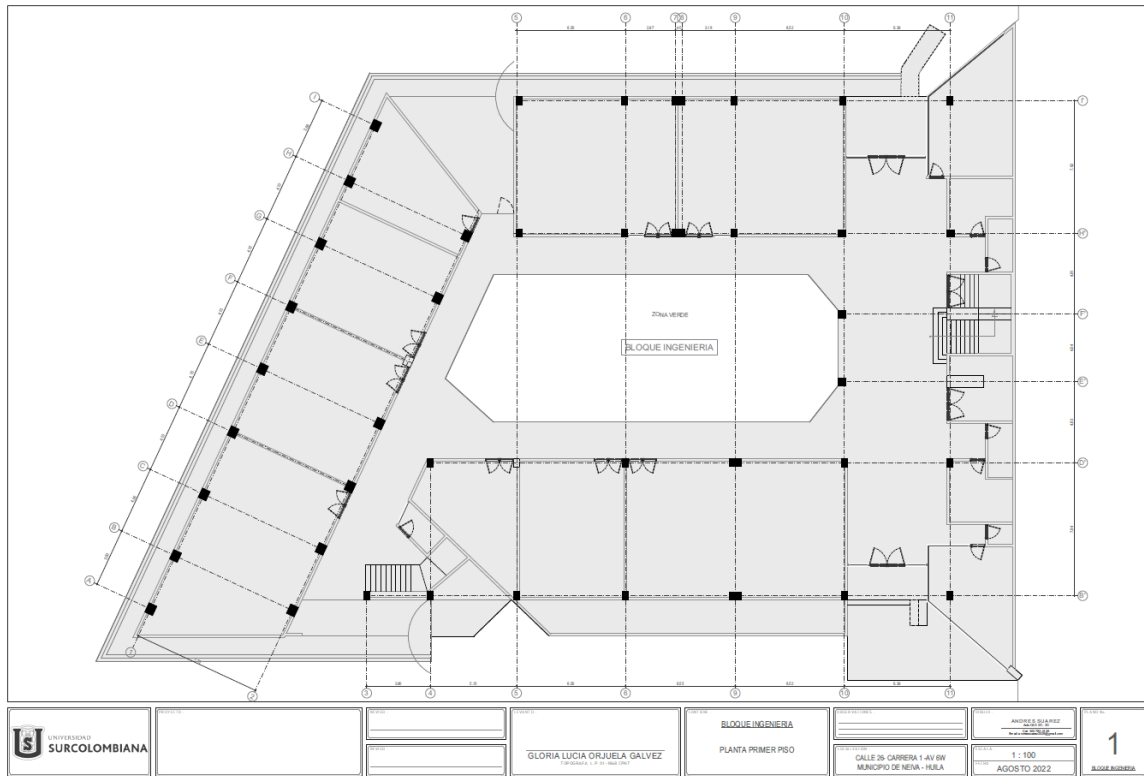
El proyecto de estudio de vulnerabilidad estructural y diseño de intervención para el bloque de la facultad de ingeniería ubicado en la sede central de la Universidad Surcolombiana en Neiva, se debe contemplar la realización de un modelo matemático teórico para la evaluación del grado de vulnerabilidad de la edificación ante el sismo de diseño establecido por la NSR-10 y las cargas de uso del establecimiento, con lo cual se establecerá el comportamiento en las condiciones actuales de la edificación, de acuerdo con la configuración estructural, los materiales y las cargas a las que está solicitada.

Para la evaluación, diagnóstico y futura intervención de la institución educativa que es el tema central de este trabajo de investigación, se hace necesario tener una fundamentación teórica sólida sobre la problemática que se está presentando, es por eso por lo que desarrollamos un recuento de los conceptos, teorías, términos que fueron utilizados a lo largo del estudio.

Figura 4

Plano No.1 Planta arquitectónica primer piso Bloque de facultad de ingeniería, sede central

Universidad Surcolombiana



Nota: Planta levantamiento arquitectónico tomado del archivo de la oficina de infraestructura física (USCO,2022)

Sistemas estructurales:

Se reconocen cuatro tipos generales de sistemas estructurales, los que están subdivididos según los elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía del material empleado: los sistemas estructurales propuestos por la norma colombiana sismo resistente son los siguientes:

8. Alcances y limitaciones

El presente trabajo de vulnerabilidad estuvo enmarcado dentro del tipo de investigación Explicativa¹, su objeto fue la “Bloque de la facultad de ingeniería”, en la sede central de la Universidad Surcolombiana, con dirección Calle 26 - Carrera 1- AV 6W, en el municipio de Neiva-Huila. El estudio se llevó a cabo en el segundo semestre del año 2022.

La primera parte del estudio fue descriptiva y su propósito fue identificar, localizar y caracterizar las patologías, el sistema estructural, determinación de los aceros existente en las edificaciones, que se encontraron en la Institución educativa, con el fin de dar pautas para su rehabilitación o reparación desde el punto de vista ingenieril y arquitectura. Para llevar esto a cabo, se hizo una revisión bibliográfica y el levantamiento topográfico (Anexo No. 1), arquitectónico del bloque de la facultad de ingeniería (Anexo No. 2), se identificaron las patologías las cuales fueron consignadas en un formato de inscripción de lesiones en edificaciones (Anexo 3), que se propuso en grupo mediante una inspección preliminar y detallada del inmueble, incluyendo registros fotográficos, identificación de lesiones, ubicación sobre el plano a mano alzada y arquitectónico, se caracterizaron para poder así determinar el estado del daño actual en de este bloque.

La segunda parte del estudio fue un análisis de los elementos que conforman la estructura del edificio y se aplicaron algunos métodos de estudio de patología y

vulnerabilidad, con el fin de proponer medidas de mitigación de daños y proponer recomendaciones para la rehabilitación de la estructura y el inmueble en general.

Esto se hizo a partir de los resultados obtenidos en la primera parte del estudio y de las recomendaciones que se encontraron en la literatura y las experiencias de cada uno de los integrantes de equipo de trabajo, para los problemas encontrados. Estas medidas de mitigación y recomendaciones se hicieron en los casos que el daño estructural lo amerite, es decir, en los casos que la vida de las personas que frecuentan y utilizan las aulas escolares se consideran que podría tener riesgo o la

integridad estructural del mismo se encontrará comprometida. El diseño de este estudio fue de tipo experimental², que se obtiene información del objeto de estudio mediante la observación detallada, entrevista, documento y de pruebas no invasivas para cumplir con los objetivos trazados.

¹ metodología de la investigación-administración, economía, humanidades y ciencias sociales, Cesar A Bernal, Capitulo 6 pág. 67 y capítulo 7 pág. 115, tercera edición, PEARSON.

² metodología de la investigación-administración, economía, humanidades y ciencias sociales, Cesar A Bernal, capítulo 7 pág. 117, tercera edición, PEARSON.

9. Metodología

La metodología que se estableció en este trabajo de estudio de vulnerabilidad para alcanzar los objetivos propuestos previamente se dividió en las siguientes etapas:

Etapa 1: Identificar las problemáticas del paciente del bloque de estudio haciendo una auscultación de cada una de las afectaciones que presenta.

Lo cual llevo a realizar una investigación Histórica de la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIAMA, especialmente el bloque de la facultad de ingeniería, en los escritos que reposan en la coordinación de la Institución nos permite conocer de manera cronológica la evolución del bloque de la facultad de ingeniería, objeto de este estudio y su transformación en el tiempo.

La investigación se inicia con entrevista a diferentes docentes que se encuentran laborando en dicha institución educativa, con los que se pudo establecer contacto. Resultando de estas entrevistas, vistas al sitio, en las cuales se recopiló la información necesaria para evaluar, cuantificar y detallar las afectaciones presentadas por la edificación.

Etapa 2: Realizar laboratorios para determinar el nivel de daño y afectación del paciente.

Dadas las lesiones y afectaciones y encontradas

Una vez entendidas las principales afectaciones sufridas por la edificación estudio se plantearon una serie de laboratorios cuyos resultados fueran útiles para la formulación de un diagnóstico claro de las patologías, que permitan dan con la raíz del problema y así optar por la intervención que afronte directamente este problema.

Etapas 3: Proponer recomendaciones para minimizar el impacto presentado por las diferentes patologías.

Una vez entendidas las afectaciones encontradas y sus orígenes se plantea un plan de intervención que ataque y mitigue estas afectaciones teniendo en cuenta las limitaciones de cada uno de estos puntos, lo cual incluye la formulación del presupuesto de obra estimado con su respectivo cronograma de obra.

Etapas 4: Analizar los resultados obtenidos en los laboratorios en función de las patologías observadas en el paciente.

Finalmente, se plantean las conclusiones y recomendaciones del paciente, en la cual se exponen los orígenes de las patologías encontradas, los hallazgos realizados por medio de toda la información recopilada en los laboratorios y las posibles recomendaciones para mitigar futuras afectaciones por los mismos agentes.

Dadas estas condiciones generales se planteo la metodología de trabajo general y la integración entre los estudios y reportes con el fin de dar respuestas a los objetivos planteados y poder detallar un proceso de intervención de la edificación que subsane las afectaciones encontradas.

9.1 Descripción De La Selección Del Paciente

La selección del edificio de la facultad de ingeniería de la universidad Surcolombiana se realizó debido al conocimiento de la región donde se encuentra localizado el paciente (Neiva- Huila) adicionalmente, producto de los conocimientos de los profesionales se realiza la investigación a través de una inspección visual exhaustiva. Donde se ha realizado un trabajo investigativo y de recolección de datos en el cual se ha logrado establecer diferentes documentos como planos y fotografías del sitio de estudio y el paciente que evidencian un claro deterioro de la estructura en diferentes aspectos.

9.2 Preparación y Planteamiento De Estudio

Para dar inicio al estudio patológico del caso del edificio de la facultad de ingeniería en la universidad Surcolombiana (Neiva-Huila) es imprescindible realizar la preparación de la documentación asociada a la construcción del predio, asimismo la recolección de los antecedentes tales como tratamientos de obra o algún tipo de intervención en el inmueble. En consecuencia, dicha información se recolecta a través de una inspección preliminar, en términos de antecedentes y deterioros visibles en la obra, y, por otra parte, en términos administrativos y de información realizando las pertinentes solicitudes a los organismos de control a cargo de la documentación asociada al paciente.

9.2.1 Inspección Preliminar Del Paciente

Posterior a la afirmativa por parte de la oficina del edificio de control físico de la universidad se logra realizar una visita técnica de inspección, en la cual, a través de registro fotográfico se evidencian las deficiencias patológicas en el edificio. De esta manera se logró determinar y clasificar estas deficiencias patológicas debido al tipo de daño. Adicionalmente basados en los tipos de daño también se logra clasificar donde se encuentran estos daños al interior de la edificación.

9.2.2 Recopilación De Información Necesaria

Con el objetivo de realizar la revisión plena de la edificación del edificio de la facultad de ingeniería, se realizó una investigación con la oficina de control físico de la universidad con la finalidad de obtener la información pertinente al informe patológico. Dentro de esta investigación se destacan, los planos tanto arquitectónicos como estructurales, memorias de cálculo, metodologías constructivas, sistemas constructivos etc. Dentro de la información obtenida de los planos es posible evidenciar que la estructura no ha sido sometida a cambios físicos y que por lo tanto no ha habido ninguna remodelación hasta el momento.

Debido a la presencia de grietas en los andenes colindantes a la estructura, resulta preciso realizar una serie de estudios para determinar las condiciones de diseño del concreto ciclópeo el cual, en diseño, se encuentra a 3000. Estudios como resistividad eléctrica, SPT, Extracción de núcleos. Adicionalmente es preciso realizar

estos estudios para determinar la fidelidad de los diseños expuestos en los planos y así contrastarlos con la realidad para tomar la mejor decisión de intervención en la obra.

Dentro de la inspección visual realizada, se lograron determinar diferentes deficiencias patológicas a lo largo de la estructura, entre las cuales se encuentran, humedades tanto internas (fachada) como internas en elementos no estructurales tales como drywall y mallas de aleaciones metálicas para sostener los elementos no estructurales. Por otra parte, se evidenciaron asimismo fisuras en los andenes colindantes a la estructura debido a la carga generada por las raíces de los árboles colindantes a la estructura. De manera análoga, es planteado el ensayo SPT para hacer un doble chequeo de las condiciones del suelo para la cimentación diseñada con motivo de descartar algún asentamiento producido.

9.2.3 Permisos y Autorizaciones Para La Realización Del Estudio.

Para llevar a cabo el estudio patológico se realizó la solicitud a la oficina de control físico de la universidad Surcolombiana solicitando la información referente a la obra como planos, intervenciones, etc.

9.2.4 Definición De Los Medios Para Realizar Las Prácticas En Campo

En concordancia con el diagnóstico previamente expuesto, elaborado con relación al presente estado de la edificación a la presente fecha y luego de una respectiva verificación llevada a cabo en campo y a la documentación aportada por la universidad Surcolombiana, más precisamente por el departamento de infraestructura de la misma universidad, se han llevado a cabo los siguientes estudios de laboratorio destructivos no destructivos con la intención de soportar tanto las hipótesis expuestas a

lo largo del documento acerca de las patologías y así mismo establecer una serie de criterios de calidad, durabilidad y resistencia del paciente de estudio.

Tabla 2.

Ensayos para realizar en el Paciente

N° de Ensayo	Tipo de Ensayo	Cantidad	Observación
1	Estudio de suelos	3	8 metros
2	Extracción y ensayo de núcleos	8	Repartidos caracterizando la edificación
3	Carbonatación	8	En los núcleos extraídos
4	Ferrosan	5 V 5 C	Repartidos aleatoriamente en los elementos estructurales vigas y columnas
5	Esclerometrías	8	Repartidos aleatoriamente en los elementos estructurales vigas y columnas
6	Apiques revisión dimensiones cimentación	6	Se realizaron aleatoriamente para revisar las dimensiones de la cimentación
7	Ultrasonido	8	Repartidos aleatoriamente en los elementos estructurales vigas y columnas
8	Resistividad	8	Repartidos aleatoriamente en los elementos estructurales vigas y columnas

9.2.4.1 *Estudio de suelos.*

En el ámbito de la patología de la construcción, los estudios de suelos desempeñan un papel primordial en la evaluación de la salud estructural de un edificio, incluso en ausencia de manifestaciones visibles de afectación. En el caso particular del bloque de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana, se llevó a cabo un estudio de suelos con el objetivo principal de realizar una caracterización geotécnica exhaustiva, determinar la capacidad portante del suelo mediante correlaciones con el valor del N60 y lograr la determinación precisa de la ubicación del nivel freático.

La clasificación del suelo resulta de vital importancia para comprender su comportamiento mecánico y sus propiedades geotécnicas subyacentes. Mediante técnicas de reconocimiento y muestreo, se logró establecer una clasificación precisa del suelo, lo cual permitió un análisis detallado de su composición, estructura, granulometría y propiedades de resistencia. Estos datos son esenciales para la comprensión de la respuesta geotécnica del terreno y la interacción con la estructura.

En el contexto de la capacidad portante del suelo, se empleó el valor del N60, el cual representa el número de golpes necesarios para la penetración de una muestra estándar en el suelo mediante el ensayo de penetración estándar (SPT). Dicho valor se correlaciona directamente con la densidad relativa, la compacidad y la cohesión del suelo, proporcionando una estimación cuantitativa de su resistencia y capacidad de carga.

El estudio de suelos reveló que la capacidad portante del suelo en el bloque de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana era apropiada y, de hecho,

superaba las solicitaciones actuales de la estructura. Esto indica que el suelo es capaz de soportar las cargas aplicadas sin comprometer su estabilidad ni la integridad de la edificación. Estos resultados proporcionan una base sólida para respaldar la seguridad y durabilidad a largo plazo de la estructura.

Además, la determinación precisa de la ubicación del nivel freático es de suma importancia. El nivel freático puede tener un impacto significativo en la estabilidad de la estructura, ya que la presencia de agua subterránea puede afectar las propiedades del suelo. Sin embargo, en este caso particular, se determinó que el nivel freático se encuentra a una profundidad adecuada y no representa un riesgo para la estabilidad de la estructura.

9.2.4.2 compresión de núcleos

Como parte del análisis detallado de la estructura, se llevaron a cabo ensayos de extracción de núcleos para evaluar la resistencia del concreto estructural en el bloque de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana. Estos ensayos consistieron en la extracción de muestras cilíndricas de concreto de varias ubicaciones estratégicas de la estructura. Los resultados obtenidos revelaron que los núcleos extraídos cumplían con los valores de resistencia de diseño especificados para el concreto estructural.

La extracción de núcleos proporciona información precisa sobre la resistencia y calidad del concreto en la estructura. Mediante el análisis de las muestras extraídas en laboratorio, se determina la resistencia a la compresión del concreto, la cual es comparada con los valores de diseño. En este caso, los ensayos de extracción de núcleos demostraron que el concreto estructural cumplía con las especificaciones y

resistencias requeridas, lo que confirma la adecuada calidad del concreto utilizado en la construcción.

Estos hallazgos respaldan la integridad estructural y la capacidad de carga del bloque de la Facultad de Ingeniería. La resistencia del concreto es un factor crucial en la capacidad portante de la estructura y su capacidad para resistir las cargas y tensiones aplicadas. Al cumplir con los valores de resistencia de diseño, se asegura que la estructura pueda soportar las cargas previstas sin comprometer su estabilidad y seguridad.

9.2.4.3 Carbonatación

Como parte del análisis exhaustivo de la integridad del concreto, se llevaron a cabo ensayos de carbonatación en los espacios donde se extrajeron los núcleos del bloque de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana. Estos ensayos tenían como objetivo determinar el nivel de carbonatación presente en el concreto, lo cual es un indicador clave para evaluar el potencial de corrosión de las armaduras de acero.

La carbonatación es un proceso químico en el cual el dióxido de carbono del aire reacciona con los componentes alcalinos del concreto, disminuyendo su alcalinidad. Esta disminución puede afectar la protección pasiva de las armaduras y favorecer la corrosión, lo cual comprometería la integridad estructural. Mediante los ensayos de carbonatación, se obtuvo información precisa sobre el grado de carbonatación y se evaluó el riesgo de corrosión en la estructura.

Los resultados de los ensayos de carbonatación revelaron que el concreto en los espacios analizados presentaba niveles de carbonatación dentro de los límites

aceptables. Esto indica que las armaduras de acero se encuentran protegidas adecuadamente contra la corrosión, lo que es fundamental para mantener la integridad estructural a largo plazo. La baja carbonatación observada es un indicador positivo de la calidad del concreto y de las prácticas constructivas utilizadas en la edificación.

Estos hallazgos confirman que la estructura del bloque de la Facultad de Ingeniería se encuentra en buen estado en términos de corrosión y sugieren que se han tomado medidas efectivas para garantizar la durabilidad de las armaduras de acero. La protección contra la corrosión es esencial para mantener la resistencia y la capacidad portante de la estructura, así como para prolongar su vida útil y minimizar los costos de mantenimiento.

9.2.4.4 Ferroskan

Como parte de la evaluación integral de la estructura, se llevaron a cabo ensayos de ferroskan con el fin de determinar la cantidad de acero de refuerzo presente en el bloque de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Surcolombiana. Estos ensayos se realizaron en un total de 5 columnas y 5 vigas seleccionadas estratégicamente. Los resultados obtenidos revelaron que la cantidad de aceros de refuerzo detectados cumplía con los valores indicados por los planos estructurales.

El uso de la tecnología de ferroskan permitió una evaluación no destructiva y precisa de la presencia y distribución de los aceros de refuerzo en la estructura. Mediante la emisión de pulsos electromagnéticos y el análisis de las señales de retorno, fue posible detectar y mapear los refuerzos de acero en las columnas y vigas seleccionadas. Los resultados mostraron que los aceros estaban correctamente

ubicados y no presentaban anomalías significativas de acuerdo con los estándares establecidos para los ensayos de ferroskan.

Estos hallazgos confirman la integridad del sistema de refuerzo de la estructura y respaldan la seguridad y estabilidad del edificio. La presencia de aceros de refuerzo en las cantidades y ubicaciones previstas en los planos estructurales es crucial para garantizar la capacidad de carga y resistencia adecuada de los elementos estructurales. La información obtenida a través de los ensayos de ferroskan proporciona una base sólida para verificar la conformidad de la estructura con los requisitos de diseño y las normas de construcción aplicables

Figura 5

Actividades de escaneado de refuerzo



9.4.2.5. Resistividad eléctrica

La norma de método de prueba estándar para potenciales de corrosión del acero de refuerzo sin recubrimiento en concreto desempeña un papel crucial en el campo de la ingeniería estructural y la protección del concreto. Esta norma proporciona un enfoque riguroso y técnico para evaluar la capacidad de corrosión del acero de refuerzo cuando está expuesto al entorno del concreto.

La evaluación precisa de los potenciales de corrosión es esencial para comprender la durabilidad y la vida útil de las estructuras de concreto armado, especialmente en ambientes agresivos o con alta exposición a agentes corrosivos como la humedad, la salinidad o la presencia de sustancias químicas corrosivas.

Este método de prueba estándar ofrece directrices detalladas y bien definidas para llevar a cabo mediciones electroquímicas de los potenciales de corrosión del acero de refuerzo. Estas mediciones se basan en principios científicos y técnicas especializadas que permiten una evaluación precisa y confiable de la capacidad de corrosión del acero en el entorno del concreto.

La norma detalla de manera minuciosa los procedimientos paso a paso necesarios para llevar a cabo las mediciones de los potenciales de corrosión del acero de refuerzo sin recubrimiento en concreto. Estos procedimientos incluyen:

Preparación adecuada de las muestras: Se establecen las pautas para la preparación de las muestras de acero de refuerzo y concreto, asegurando que estén limpias y libres de contaminantes que puedan afectar los resultados de las mediciones.

Calibración del equipo: Se describen los pasos necesarios para calibrar los instrumentos y equipos utilizados en las mediciones, como los potenciómetros y los electrodos de referencia. La calibración precisa es esencial para obtener mediciones confiables y precisas de los potenciales de corrosión.

Mediciones electroquímicas: La norma proporciona detalles sobre las técnicas electroquímicas utilizadas para medir los potenciales de corrosión. Estas técnicas incluyen la polarización potencio dinámica y la polarización lineal. La polarización potencio dinámica implica la aplicación de un potencial de prueba al electrodo de acero de refuerzo y la medición de la corriente resultante. La polarización lineal implica medir la respuesta del electrodo de acero de refuerzo a una pequeña perturbación de potencial aplicada.

Historia Clínica

Con el fin de realizar el estudio patológico de una estructura de cualquier tipo siempre es necesaria la realización de la historia clínica la cual contiene los antecedentes de tipo patológico en la estructura, las posibles ampliaciones, diseños y estudios realizados previamente, esta parte del informe contiene toda la información importante a tener en cuenta para cualquier toma de decisiones al momento de intervenir la estructura, recopilados a través de información de primera y segunda mano, empleando toda la información que reposa en las oficinas de la universidad y la información recopilada por medio de entrevistas al personal que trabaja en el bloque de ingeniería.

10.1. Responsables Del Estudio

- Ingeniero Civil Brahyam Alzate Giraldo Candidato a especialización en Patología de la construcción
- Ingeniero Civil Pedro Elias Garcia Rojas Candidato a especialización en Patología de la construcción
- Ingeniero Civil Oscar Javier Justinico Cardozo Candidato a especialización en Patología de la construcción
- Ingeniero Civil Hair Esteban Ortiz Pinzón Candidato a especialización en Patología de la construcción

10.2. Fecha De Realización Del Estudio

El estudio fue realizado en el intervalo de tiempo comprendido por los meses de septiembre de 2022 y abril de 2023. Estudio comprendido por las actividades de localización y selección del paciente, planteamiento de la historia clínica, causas, **diagnóstico** y estudios para la realización del documento.

10.3. Información General Del Paciente

10.3.1. *Nombre*

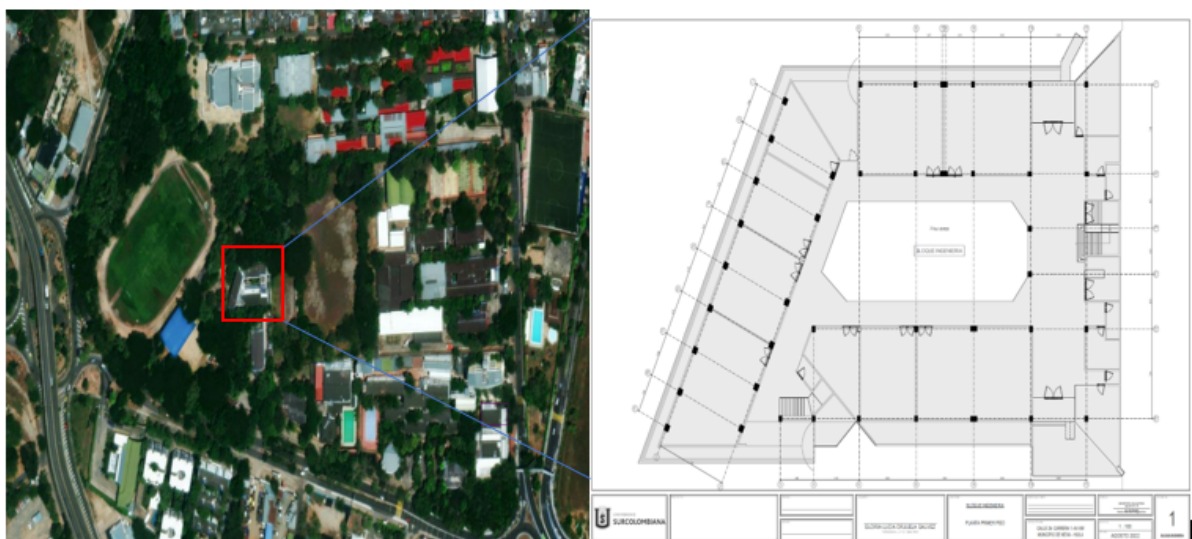
Edificio facultad de ingeniería Universidad Surcolombiana, Bloque número 27

10.3.2. *Localización*

El proyecto se ubica en la ciudad Neiva- Huila, en la universidad Surcolombiana como se aprecia en el grafico a continuación, localizado en la dirección calle 26 con carrera 6W

Figura 6

Ubicación del bloque de ingeniería dentro de la USCO



10.3.3. *Uso*

Ya que el estudio es principalmente enfocado a una edificación destinada para el uso y el goze de la misma por parte de la comunidad universitaria, cabe recalcar primero que es de uso tipo III por lo tanto, esta estructura requiere que su uso sea efectivo e indispensable ante situaciones de tipo ambiental como temblores. En segunda instancia, será la comunidad universitaria quien haga uso de esta edificación, por tanto, su población varía en función de las horas a ser usado el inmueble.

10.3.4. *Fecha de construcción*

El proyecto fue desarrollado en el año 1984.

10.3.5. *Sistema constructivo*

El Sistema constructivo empleado en la estructura de 4 pisos de altura, es a porticado, con pórticos de concreto reforzado.

10.3.6. *Técnica constructiva*

La técnica constructiva empleada en la elaboración del edificio de la facultad de ingeniería de la universidad Surcolombiana fue basada en el sistema constructivo de pórticos resistentes a momentos. Es decir, se empleó el uso de formaletas y vaciado de concreto para todos los elementos estructurales y, basados en el plano arquitectónico se obtienen los elementos no estructurales como muros divisorios contruidos también en obra.

Al tratarse de una estructura determinada en el grupo de uso III, la realización de los elementos en concreto en obra no requiere una mano de obra especializada o calificada. Sin embargo, estos trabajos si requieren la supervisión de un ingeniero residente en campo que pueda velar por que se cumplan las características de diseño de la estructura en el momento de su construcción.

10.3.7. *Uso actual y previsto de la obra.*

El edificio de la facultad de ingeniería recibe el nombre de "Bloque No. 27" según plano de IMPLANTACIÓN ARQUITECTÓNICA permite determinar que el uso previsto de la obra está determinado por los pisos, teniendo que:

- PRIMER PISO se encuentra un cuarto de aseo, baños en el ala norte y sur, Lab. De estructuras, Lab. De procesos agroindustriales, Lab. Control de calidad, Planta piloto beneficios del café, Lab. De hidráulica, Sala CPIP, Lab. De construcciones, Lab. De recursos geoagroambientales (LA BGAA), Lab. Análisis de alimentos, Sala de análisis sensorial y Lab. Microbiología de alimentos.
- SEGUNDO PISO: Dirección de Ing. Agrícola e Ing. De Petróleos, Ofi. CISCO, A203, A204, Decanatura de ingeniería, Ofi. De procesos de ing. Agrícola, Lab. De yacimientos, Lab. de lodos, Lab. De pruebas especiales, Lab. De rocas, Lab. De crudos y derivados, Lab. De topografía, Lab. De gas, Lab. De fotogrametría, Museo geológico y Ofi. De profesores de Ing. Agrícola. en el
- TERCER PISO: Baños ala sur y norte, Ofi. Profesores Ing. De Petróleos, Centro de documentación, Lab. De simulación, Diseño y representación técnica, Dir. De programa tecnólogo de obra civil, Ing. Agroindustrial, Hall norte, Lab. Básicas I, Auditorio ambiental, Lab. De aguas, A325, A323, Lab. Básicas II, Almacén electrónica, Dirección Ing. Civil, Auditorio Miguel Felipe Ospina, Lab. De control y comunicaciones, Lab. De informática "UNU"y Ofi. Profesores de Ing. De Petróleos.

- CUARTO PISO: Ofi. Profesores Ing. Electrónica A401, Dirección programa de Ing. Electrónica Y Ofi. Profesores Ing. Electrónica A403. El edificio de la facultad de ingeniería cuenta con un área construida en el primer piso de 1.271,44 m², en el segundo nivel 1.243,89 m², tercer nivel 1.243,89 m², cuarto nivel 137,84 m² y un área de cubierta de 1.271,96 m²; para un área objeto de estudio total de 5.169,02 m²

10.3.8. ***Importancia del paciente.***

El paciente desempeña un papel fundamental en términos de prestación de servicio, pues este alberga una cantidad significativa de población en diferentes periodos del día y adicionalmente el paciente hace parte del grupo de uso III razón por la cual es el candidato perfecto para la realización del estudio patológico.

Por tal motivo, es de vital importancia la correcta recolección de información y datos para poderlos procesar de manera óptima con el fin de tener el diagnostico más preciso para poder obtener, luego de la correcta intervención, una estructura que refleje una situación similar a cuando esta fue puesta en servicio.

10.3.9. ***Características de La Edificación y/o Construcción Civil***

10.3.9.1. Tipo de cimentación La cimentación que se tiene para la estructura del bloque 27 edificio facultad de ingeniería es zapata tipo convencional superficial.

10.3.9.2. *Altura* la altura del edificio de la facultad de ingeniería de la universidad surcolombiana tiene una altura de 12m.

10.3.9.3. *Área y número de pisos* El número de pisos es 4 y el área está determinada de la siguiente manera:

Piso 1 1.271,44 m²

Piso 2 1.243,89 m²

Piso 3 1.243,89 m²

Piso 4 137,84 m²

Lo cual suma un total de 5.169,02 m²

10.3.10. *Estado general de la construcción*

Basados en la visita de campo, se considera que el estado general de la construcción es Aceptable porque, aunque sigue cumpliendo perfectamente sus funciones estructurales, también es cierto que se encuentra afrontando una serie de problemas que pueden conllevar a la incomodidad a los usuarios de la estructura, patologías como la humedad son consideradas problemáticas para la salubridad del aire de los usuarios.

10.3.11. Información existente

Actualmente el proyecto del estudio patológico cuenta con la siguiente información:

- Estudios de suelos SPT
- Planos estructurales
- Planos arquitectónicos
-

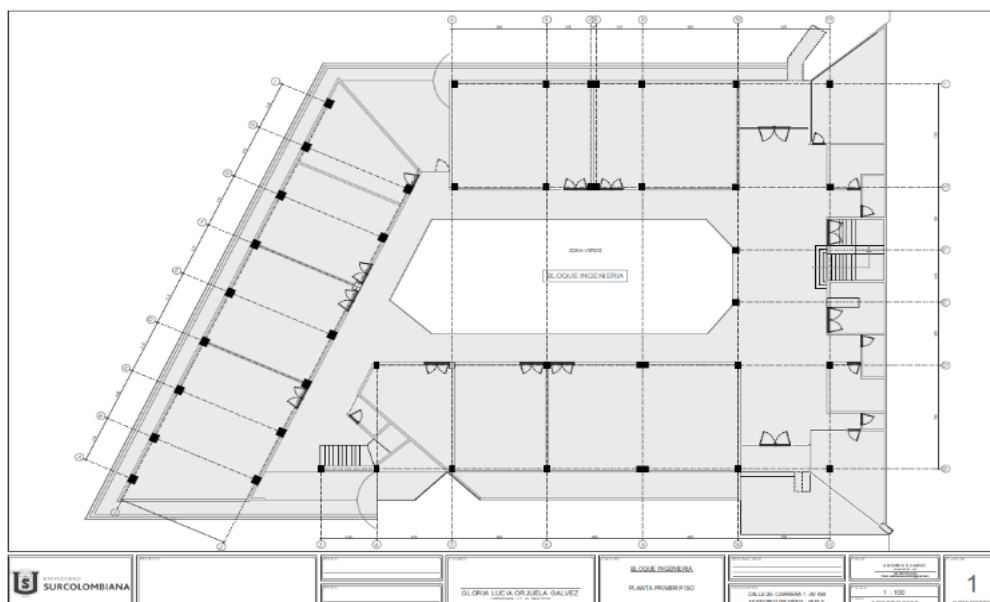
10.3.11.1. Fidelidad de los planos

Previo a las visitas de campo fueron estudiados los planos arquitectónicos para tener una claridad dimensional de la estructura y en consecuencia poder determinar de manera rápida en la respectiva visita de campo si este plano habría sufrido algún tipo de cambio evidenciado en esta visita.

Posterior a la visita, se logra determinar que el paciente no ha sufrido cambios arquitectónicos desde su momento de construcción a la fecha

Figura 7

Planta arquitectónica planta 1 bloque de ingeniería USCO



Nota: Planta 2do pido estructural, tomado del archivo de la oficina de infraestructura física (USCO,1983)

10.3.11.2. Constatación del estado del paciente

El edificio Bloque 27 facultad de ingeniería ha presentado diferentes tipos de patologías que en consecuencia han generado diversas lesiones a lo largo de la estructura. Los problemas más significativos que presenta la estructura son humedades y grietas, las cuales han logrado generar diferentes lesiones en la estructura.

Las lesiones causadas por humedad, dentro de las cuales destacan la corrosión y la presencia de hongos se deben principalmente al incorrecto diseño de la cubierta. Pues esta se encuentra terminada en tejado y a su vez en placa convencional. Por lo tanto, el incorrecto diseño entre estos dos acabados ha generado que la humedad se propague de manera sustancial y motivo por el cual la cubierta debe ser intervenida.

10.3.12. Aplicación Patológica Preventiva

El edificio no presenta una edad pediátrica y esto se debe a que no se encuentra recién construido y que adicionalmente no cuenta con una edad geriátrica.

Por otra parte, luego de la visita de campo se logra descartar toda patología de tipo forense debido a que las patologías encontradas están en un grado de afectación que las clasifica como bajas o medias.

Finalmente, se ha encontrado que la patología es de tipo preventiva toda vez que las lesiones y patologías manifestadas son de tipo media o baja.

10.3.13. Datos Específicos De Las Lesiones.

10.3.13.1.Afectaciones

Dentro de las afectaciones que se lograron evidenciar en la visita técnica se encuentran afectaciones como grietas generadas por el empuje de las raíces de los árboles localizados en el perímetro de la estructura. Por otra parte, afectaciones como daño biológico producido por la humedad debida al error de diseño en la cubierta.

10.3.13.2.Localización y levantamiento de daños

Daño 1

Ubicación: ubicados en la entrada principal del bloque de la facultad de ingeniería, afectando las canales y cubierta con acumulación de hojas.

Descripción: afectación por raíces. Presencia de raíces superficiales de los árboles, afectando las canales y cubierta con acumulación de hojas. Esta distancia cercana a la edificación se expone a que con el tiempo y el engrosamiento de las raíces afecten la cimentación con la rotura por efecto cuña.

La proximidad de árboles, las características del suelo y del clima, puede alterar sustancialmente la distribución tanto superficial como en profundidad del sistema radicular, este alcanza su máximo desarrollo relativo en suelos pobres y secos.

Figura 10

Afectaciones en andenes debido al empuje en cuña de las raíces circundantes.



Daño 2

Ubicación: Muro fachada

Descripción: Humedades ascendentes por intemperismo donde se evidencia humedades por capilaridad, generando problemas en la fachada posterior que conlleva un desgaste en la pintura, pérdida de su composición física y química del mortero dando una imagen de deterioro poco favorable a la institución. Lo que afecta la durabilidad de los elementos que hacen parte de esta área observándose el fracturamiento del andén y presencia de hongo.

Figura 11

Afectaciones en las fachadas por humedades



Daño 3

Ubicación: posterior al muro fachada

Descripción: Humedades ascendentes por intemperismo y filtración por capilaridad.

Se observa la construcción de poceta sin impermeabilizar continua al muro de la fachada, generando también humedades, que conllevan a la pérdida de su composición física y química del mortero, descascara miento de la pintura dando una imagen de deterioro poco favorable a la institución. Lo que afecta la durabilidad de los elementos que hacen parte de esta área observando fisuras del andén y presencia de hongo.

Figura 12

Afectaciones en los muros de fachada por falta de impermeabilización en las estructuras aledañas



Daño 4

Ubicación: placa modelo del segundo y tercer piso

descripción Humedades descendentes por intemperismo, corrosión del acero y presencia de comején.

Se observa que la placa de cubierta aligerada en casetón presenta desprendimiento del cielo raso en drywall debido a que el agua se filtra entre la placa por fisuramiento y falta de una impermeabilización correctiva. Igualmente existe la presencia de comején que afecta directamente al concreto, como también la exposición del acero de la malla electrosoldada dejando ver el Descascaramiento de está llegando a la corrosión.

Figura 13

Afectaciones en cielos rasos por humedades y plagas en los casetones de esterilla



Daño 5

Ubicación y descripción: Desprendimiento y agrietamiento de revoque de pañete por intemperie.

Presencia de descascaramiento del revoque de muro antepecho en parte exterior a causa de la intemperie.

Figura 14

Descascaramiento en los recubrimientos de las fachadas por intemperismo



Daño 6:

Ubicación y descripción: Humedades descendientes por intemperismo y filtración por capilaridad.

Se observa suciedad por intemperismo y falta de mantenimiento en esta parte de la fachada, también humedades, que conllevan a la pérdida de su composición física y química del mortero, descascaramiento de la pintura dando una imagen de deterioro poco favorable a la institución. Lo que afecta la durabilidad de los elementos que hacen parte de esta área observando presencia de hongo y comején.

Figura 15

Afectaciones por humedades en la fachada



Daño 7:

Tipo de lesión: Humedades descendentes por intemperismo, corrosión del acero y presencia de hongo.

Se observa que presenta agrietamiento del cielo raso debido a que el agua se filtra entre la placa por fisuramiento y falta de una impermeabilización correctiva debido al empozamiento del agua lluvia que no alcanza a desaguar por la gárgola. Igualmente existe la presencia de hongos que afecta directamente al concreto y el cielorraso.

Figura 16

humedades por empozamiento en las cubiertas

**Daño 8:**

Tipo de lesión: Humedades descendentes por intemperismo, corrosión del acero y presencia de hongo.

Se observa que presenta agrietamiento del cielo raso debido a que el agua se filtra entre la placa por fisuramiento y falta de una impermeabilización correctiva debido al empozamiento del agua lluvia que no alcanza a desaguar por la gárgola. Igualmente existe la presencia de hongos que afecta directamente al concreto y el cielorraso

Figura 17

Afectaciones en cielo rasos de drywall.



Daño 9:

Tipo de lesión: Humedades descendentes por intemperismo, corrosión del acero y presencia de hongo.

Se observa que presenta agrietamiento del cielo raso debido a que el agua se filtra entre la placa por fisuramiento y falta de una impermeabilización correctiva debido al empozamiento del agua lluvia que no alcanza a desaguar por la gárgola.

Igualmente existe la presencia de hongos que afecta directamente al concreto y el cielorraso.

Figura 18

Afectaciones en cielo rasos de mortero.



Daño 10:

Tipo de lesión: Humedades ascendentes por intemperismo y filtración por capilaridad.

Se observa presencia de humedades por intemperismo en parte externa del muro debajo de alfajías de ventana, que conllevan a la pérdida de su composición física y química del mortero, Descascaramiento de la pintura dando una imagen de deterioro poco favorable a la institución. Lo que afecta la durabilidad de los elementos que hacen parte de esta área observando presencia de hongo.

Figura 19

Humedades en muros externos con afloramiento de hongos.



10.3.14. Descripción De La Patología Más Relevante En El Paciente

La patología más relevante del edificio Bloque 27 Facultad de ingeniería es la humedad y esta está presente en la mayoría de las lesiones presentes en la estructura y la razón se debe a las siguientes condiciones que presenta la edificación.

- Debido a los errores de diseño en elementos como la cubierta, la estructura presenta diferentes casos de humedad.
- Falta de tratamiento y limpieza de vegetación cercana ha permitido que la humedad se permee en la estructura.
- Errores de diseño en la fachada que no permiten el correcto manejo de las aguas lluvia generando una alta solicitud de humedad en la estructura.

10.3.15. Clasificación y Origen De Las Patologías

Dentro de las fichas adjuntas al informe patológico se ha desarrollado a cabalidad las causas que han permitido las diferentes lesiones producto de las patologías presentes en el edificio bloque 27 facultad de ingeniería

10.3.16. Datos Generales De Entorno

10.3.16.1.edificaciones u obras vecinas Al sur del bloque de la facultad de ingeniería se encuentra el Bloque No. 26 que es el GIMNASIO, al Norte se encuentra un área de PARQUEADEROS, al oriente limita con el COLEGIO INEM JULIAN MOTTA SALAS, y al occidente se encuentra el CAMPO DE FUTBOL

10.3.16.2.Medio Ambiente, temperatura y precipitaciones Neiva presenta las siguientes temperaturas promedio anuales así mismo como las precipitaciones anuales de acuerdo con el web site weather spark

10.4. Diagnostico

Se han observado grietas en los andenes periféricos de la edificación, las cuales evidencian desplazamientos de tierras generados por las raíces de los árboles adyacentes. Estas grietas no presentan una gran amplitud y no se ha detectado actividad de separación latente. Se considera que han tomado un tiempo considerable en desarrollarse. Adicionalmente se consideran como factor contribuyente a estas

grietas la mala compactación del concreto del andén en el momento de la construcción lo cual es una de las razones por las cuales la actividad de agrietamiento en el andén no es latente.

Las humedades presentes en los muros de las fachadas son el resultado de diversos factores, entre ellos, los errores de diseño en los elementos de control de aguas y la falta de mantenimiento adecuado. Estas humedades persisten debido a la falta de tratamiento integral, limitándose a soluciones superficiales como la aplicación de pintura. Durante las visitas de campo, se ha observado la pérdida de pañete en algunos muros, lo que indica un deterioro progresivo.

Se ha identificado una plaga de termitas en elementos de drywall, principalmente en el cielo raso del primer nivel. Esta infestación se ha producido debido a que el cielo raso previamente era en madera y a los errores de diseño en los elementos recolectores de aguas lluvia en la fachada, los cuales propiciaron la generación de humedades. Estas condiciones favorables permitieron el desarrollo de la plaga de termitas en el área afectada. Actualmente, se han tratado las áreas infestadas, sin embargo, es importante tener en cuenta este antecedente ya que existen elementos en drywall que están siendo deteriorados como consecuencia de los errores de diseño mencionados.

A pesar de los problemas identificados, se destaca la capacidad de la edificación para soportar eventos sísmicos. Durante su existencia, el bloque de la Facultad de Ingeniería Civil ha enfrentado numerosos eventos sísmicos sin experimentar daños

estructurales significativos. Esto es un indicativo de la solidez y resistencia de la estructura ante las fuerzas sísmicas.

La estructura del bloque de la Facultad de Ingeniería Civil ha demostrado una notable resiliencia frente a eventos sísmicos a lo largo de su existencia. Según los registros disponibles en el portal de INGEOMINAS de Colombia, se han registrado diversos sismos en la región de Neiva dentro de los que se destacan los ocurridos en 2006, 2008 y 2012 cuyas magnitudes fueron de 5.7, 5.4 y 4.9 en la escala de Richter, respectivamente. Sin embargo, no se han reportado daños significativos en la edificación que puedan comprometer su integridad estructural. Esto indica una capacidad sísmica satisfactoria y la capacidad de resistir cargas sísmicas considerables.

Estudio de vulnerabilidad Sísmica

10.5. Tipo De Suelo y Sus Características De Acuerdo Con Los Requerimientos De La NSR-10 Título A

De acuerdo con los requerimientos del título A se evalúa el tipo de suelo de acuerdo con las propiedades de velocidad de onda en los 30 metros superficiales del terreno, bajo estas características, y teniendo en cuenta las propiedades geomecánicas presentadas en el estudio de suelos realizado por INGEOLAB, se presenta a continuación un resumen de las características sísmicas relevantes para el perfil de suelo. (INGEOLAB,2022)

Figura 20

Parámetros sísmicos de diseño para la ubicación de la edificación

Localización del Proyecto

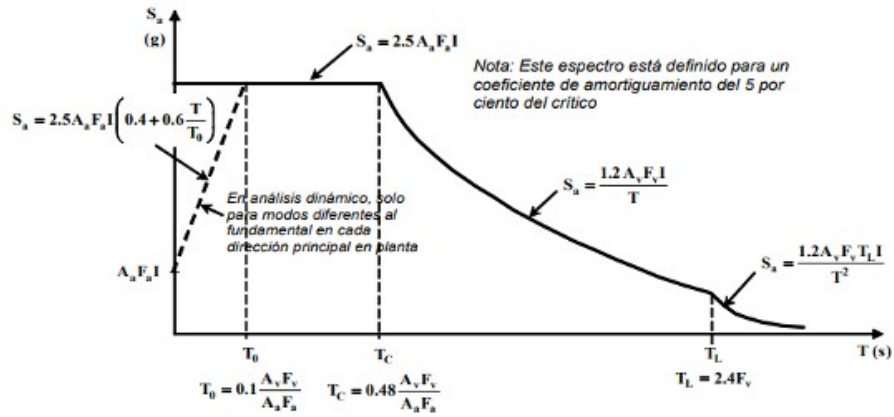
Departamento:
Ciudad:
Zona de amenaza:

Huila
Neiva
Alta

Tipo de Perfil de Suelo		C
Aceleración horizontal pico efectiva	Aa=	0.25
Velocidad horizontal pico efectiva	Av=	0.25
Coef. de amplificación de suelo, periodos cortos	Fa=	1.15
Coef. de amplificación de suelo, amplificación de sitio	Fv=	1.55
Coefficiente de importancia	I=	1.10 Grupo II
Período límite de periodos cortos	Tc=	0.65 seg
Período límite de periodos largos	TL=	2.76 seg

Figura 21

Formulación espectro elástico de diseño NSR-10



Nota: Espectro elástico de aceleración de diseño como fracción de g, tomado de (NSR-10,2010)

Figura 22

Espectro elástico de diseño para el proyecto



10.6. Características del suelo

Estratigrafía

De acuerdo con las perforaciones realizadas en el desarrollo del proyecto por parte de INGEOLAB, y normalizando los resultados obtenidos se tienen en su mayoría suelos cohesivos donde la cantidad de arenas predominan en las muestras extraídas, en general se tiene un primer perfil entre los 0 metros y 2.5 metros en los cuales se presenta presencia de arenas arcillosas (SP), y de allí hasta los

8.0 metros se encuentran alternadas capas de 0.5 metros a 1.0 metros de arenas limosas bien gradadas y pobremente gradadas (SP-SC) y ((SP-SM) respectivamente originadas dado que la ubicación geográfica hace parte de un antiguo abanico aluvial y se ha formado por los depósitos de este. (INGEOLAB, 2022).

10.6.1. Potencial de Colapso

Los suelos colapsados como aquellos que experimentan un cambio de volumen debido a varios factores externos como la saturación de suelo, aumento de las cargas, carencia de agua, factores químicos o alto índice de porosidad y baja densidad, dadas las características del material encontrado, que además se clasifica como un suelo tipo C, que de acuerdo con las características de la NSR-10 se identifica como un perfil de suelo denso; que además se acondiciona con la geología regional el suelo se identifica con un potencial de colapso nulo.

10.6.2. Potencial de Expansión.

Evaluando de acuerdo con los resultados de índice de plasticidad presentados en el estudio de suelos contra la tabla dispuesta en la NSR-10 título H se encuentra que el suelo se clasifica con un potencial de expansión MEDIO.

Figura 23

Parámetros para caracterizar suelos expansivos

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

POTENCIAL DE EXPANSION	Expansión (%) medida en consolidometro bajo presión vertical de 0,07 kgf/cm ²	Limite Liquido L.L., en (%)	Limite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (u)	Expansion libre E.L en %, media en ptobeta
Muy alto	>30	>63	>10	>32	>37	>100
Alto	20-30	50-63	6-12	23-45	18-37	>100
Medio	10-20	39-50	8-18	12-34	12-27	50-100
Bajo	>10	>39	>13	>20	>17	>50

Nota: Clasificación de suelos expansivos, tomado de título H (NSR-10,2010)

10.7. Microzonificación Sísmica.

La microzonificación sísmica es una técnica que se utiliza para evaluar el riesgo sísmico en áreas urbanas y para identificar las zonas que pueden ser más vulnerables a los efectos de los terremotos. En el caso de Neiva, se han realizado estudios de microzonificación sísmica con el objetivo de evaluar el riesgo sísmico en la ciudad y de identificar las áreas más vulnerables.

La microzonificación sísmica de Neiva se llevó a cabo por el Servicio Geológico Colombiano en colaboración con la Alcaldía Municipal de Neiva y otras entidades. Los estudios se realizaron utilizando información geológica, geotécnica, topográfica y sísmica, entre otras.

Los resultados de la microzonificación sísmica de Neiva indican que la ciudad se encuentra en una zona de alta vulnerabilidad sísmica debido a su ubicación en una zona sísmica activa. Se identificaron algunas áreas en la ciudad que pueden ser más vulnerables a los efectos de los terremotos, como las zonas cercanas a los ríos Magdalena y Las Ceibas, así como algunas áreas con suelos inestables.

Sobre la base de estos resultados, se han formulado algunas recomendaciones para reducir el riesgo sísmico en Neiva. Estas recomendaciones incluyen la implementación de medidas de mitigación en las áreas más vulnerables, como la

mejora de la infraestructura y la promoción de la construcción de edificios y estructuras más resistentes a los sismos. También se recomienda la realización de simulacros y la capacitación de la población en preparación y respuesta ante sismos.

Sin Embargo, la ciudad de Neiva actualmente no cuenta con un estudio de microzonificación sísmica aprobado por la Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS), la comisión es la encargada de evaluar y aprobar dichos estudios para las ciudades en las cuales se presenta y para las condiciones de Neiva este aún se encuentra en proyecto, dadas estas condiciones la evaluación del sismo de diseño se realiza con los parámetros contenidos en el título A de la NSR-10 como se presentó en el capítulo anterior.

10.7.1. Geología regional

A través de la información de segunda mano que se recolectó del sistema geológico colombiano (SGC) y sus mapas de geología regional, se logran caracterizar los materiales del subsuelo en base a las propiedades geotécnicas de las unidades geológicas que forman parte de la zona de influencia del proyecto, de acuerdo con estas condiciones se caracterizan 3 tipos de unidades geológicas en las zonas.

- Rocas sedimentarias cretáceas conformadas por intercalaciones de areniscas, lodolitas, en donde se presentan fallamientos y las mejores características geológicas de la ciudad.
- Coluviones que son depósitos recientes de talud, producto de la meteorización y transporte de materiales de las partes altas de las laderas, compuestas por rocas sedimentarias conglomeradas, correspondientes. A arenas tobáceas y limos de color gris, como las presentes en el estudio de suelo.

En el municipio de Neiva, la unidad litológica predominante y que aflora es la Formación Gigante, que corresponde a una serie de estratos en posición casi horizontal que se presentan en contacto casi discordante con la formación Honda. (INGEOLAB, 2022).

La zona de influencia directa del proyecto corresponde a un depósito arenoso granular asociado a abanicos aluviales, u abanico aluvial es un depósito formado por una corriente que en algún momento en presencia de agua cambio fuertemente de pendiente al pasar por una zona montañosa, esto debido a la disminución drástica de la energía que lleva el cauce.

En general estos depósitos se encuentran constituidos por limos, arenas y arcillas ligeramente limosas, compuestas generalmente por rocas minimizadas plutónicas altamente meteorizadas, en una matriz limo arcillosa. (INGEOLAB, 2022).

Figura 24

Ubicación de Neiva en las unidades geológicas nacionales



Nota: Localización general del proyecto en el mapa de unidades geológicas colombianas, tomado del mapa geológico nacional (SGC,2016)

10.8. Estudios De Vulnerabilidad Sísmica

10.8.1. Estudios anteriores

La vulnerabilidad sísmica es un tema que preocupa a muchas instituciones y comunidades en todo el mundo, especialmente en áreas geográficas propensas a terremotos. La Universidad Surcolombiana de Colombia, como institución académica y científica, ha tomado medidas para evaluar y mitigar la vulnerabilidad sísmica en sus edificios e instalaciones.

La Universidad Surcolombiana se encuentra en la ciudad de Neiva, en el departamento de Huila, una región que históricamente ha sido afectada por terremotos y sismos. La institución ha implementado una serie de medidas para mejorar la resistencia de sus edificios a los sismos y reducir el riesgo de daños y lesiones en caso de un evento sísmico.

Entre las medidas implementadas por la Universidad Surcolombiana se encuentra la realización de estudios sísmicos detallados en todos sus edificios y estructuras. Estos estudios se llevan a cabo por expertos en ingeniería sísmica y permiten identificar las debilidades y fortalezas de cada edificio en términos de resistencia a los sismos. Sobre la base de estos estudios, la Universidad ha llevado a cabo mejoras estructurales para aumentar la resistencia de los edificios a los sismos.

Además, la Universidad ha implementado medidas de preparación y respuesta ante sismos. Todo el personal de la institución ha recibido capacitación en primeros auxilios y en la evacuación rápida y segura de edificios en caso de un evento sísmico. También se han instalado alarmas sísmicas y se han designado áreas seguras para la evacuación en caso de emergencia.

Es importante destacar que la Universidad Surcolombiana también ha promovido la educación y concientización sobre la vulnerabilidad sísmica entre sus estudiantes y la comunidad en general. Se han organizado charlas, talleres y simulacros de sismos para enseñar a las personas cómo identificar los riesgos y cómo actuar en caso de emergencia.

En conclusión, la Universidad Surcolombiana de Colombia ha tomado medidas significativas para reducir la vulnerabilidad sísmica en sus edificios e instalaciones. La implementación de estudios sísmicos detallados, mejoras estructurales, capacitación en

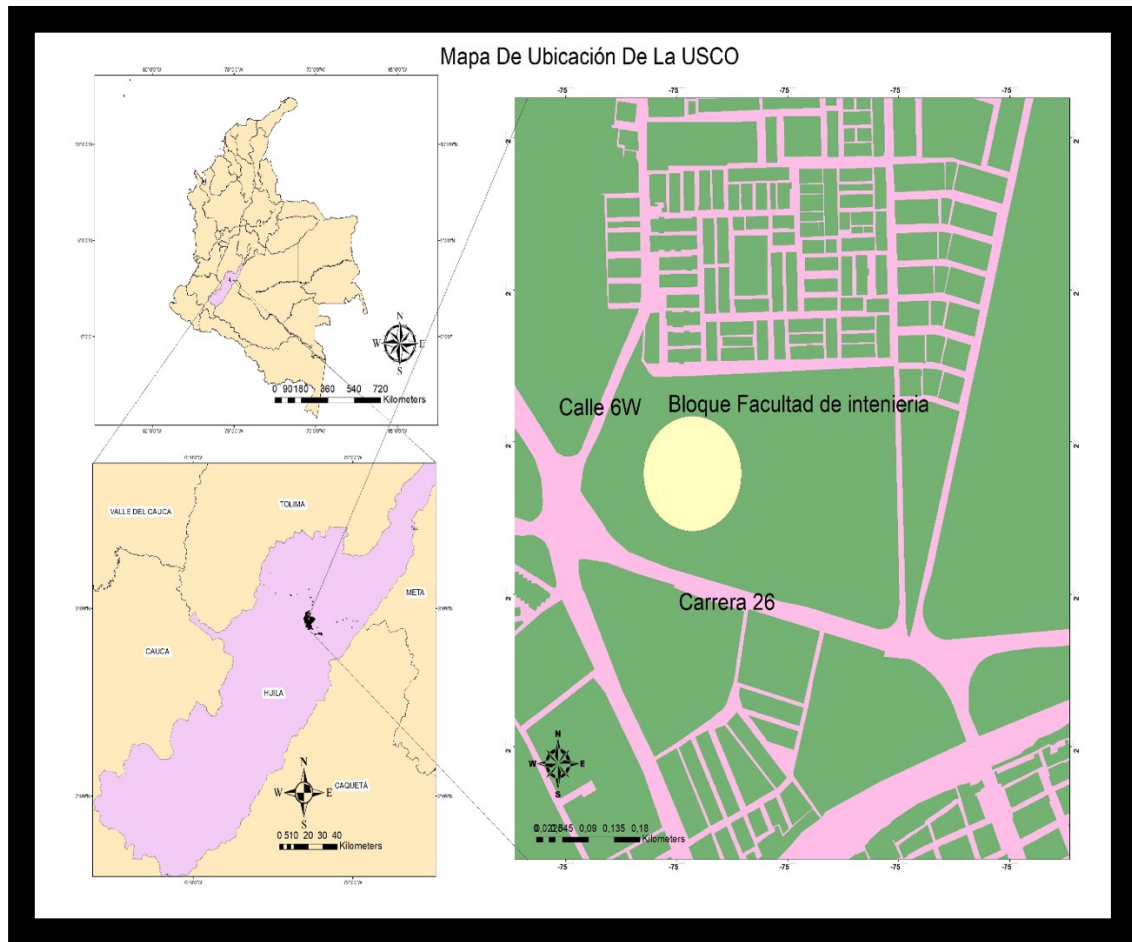
preparación y respuesta ante sismos, y la promoción de la educación y concientización son medidas fundamentales para reducir el riesgo de daños y lesiones en caso de un evento sísmico. La Universidad Surcolombiana es un ejemplo para otras instituciones y comunidades en todo el mundo en la gestión y reducción de la vulnerabilidad sísmica.

10.9. Historial De Sismos En La Zona

10.9.1. Geolocalización

Figura 25

Localización general del p paciente



10.9.2. Marco sismo-tectónico

La región Andina de Colombia se encuentra en constante actividad geológica debido al proceso de convergencia de dos grandes placas tectónicas, la placa de Nazca y la placa continental. Esa es la razón por la cual esta región se caracteriza por ser una de las zonas del país con mayor actividad sísmica.

Las dos placas mencionadas conforman el “Bloque Norandino”, donde se ha desarrollado una microplaca en dirección hacia el Noreste, causante de la actividad sísmológica de la región suroccidental del país. Las fuentes sísmicas están distribuidas a lo largo de la región y en su mayoría están caracterizadas por las zonas fuente que se exponen a continuación:

Zona de Subducción: Se encuentra ubicada paralela a la costa Pacífica, con una traza de 150-200 km, donde ocurre el proceso de hundimiento de la placa litosférica. Aquí se producen los sismos superficiales de mayor magnitud (magnitudes mayores a 8.0) de profundidades menores a los 40km.

Zona de Wadati-Benioff: Es la zona continua a la zona de Subducción o parte profunda donde convergen las placas Nazca y suramericana. La principal actividad se esta zona está centrada en el norte del Valle Del Cauca y el Eje Cafetero, donde se presentan sismos de profundidad superior a 100 km y de magnitud promedio 7.0.

Zona Sísmicidad tipo "interplaca": Corresponden principalmente a las fallas del Sistema Romeral, Cauca y la separación del Borde Llanero que separa la placa Suramérica y el Bloque Norandino.

Existen además algunas fallas cercanas a la ciudad, como son la falla de Neiva, falla de Barasa, falla de San Francisco y la falla de Palos Grande, que actualmente se encuentran activas. Es importante

hay que aclarar que los sismos se generan a lo largo de un plano conocido como falla geológica, debido a los esfuerzos causados por el movimiento de dos superficies de la corteza terrestre.

10.9.3. Historial de sismicidad regional.

En Colombia la entidad encargada de llevar en control de la información geológico y geotectónica nacional es el SGC o Servicio Geológico Colombiano, en cuyo repositorio se pueden filtrar y estudiar la magnitud, cantidad, frecuencia y percepción de las personas de los eventos sísmicos que han sucedido en el país, dadas estas condiciones se evaluaron dos condiciones de estudio, primero los principales sismos que se han tenido en el país y que han registrado que fueron sentidos en la ciudad de Neiva, los cuales se presentan en la figura 5, y los sismos grandes que han afectado o han tenido epicentros en la cercanías de la ciudad de Neiva, los resultados de dicha información se encuentra presentados en la tabla 1 y los anexos del presente estudio de investigación.

Figura 26

Ubicación histórica de los sismos sentidos en Neiva en los últimos 20 años



Nota: Localización de los sismos sentidos en la ciudad de Neiva en los últimos 20 años, tomado del mapa geotectónico del Sistema de Información Geográfico SIG del SGC (SGC,2023)

Dadas estas condiciones se puede evidenciar que no solo los sismos con epicentro cercanos al municipio de Neiva pueden afectar las estructuras de la zona, pues si bien se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta, las características del subsuelo adicionalmente pueden llegar a amplificar las ondas haciendo que sean perceptibles para la población, sin embargo, esto no indica que en todas estas ocasiones se hayan presentado daños materiales en la ciudad.

Matriz de evaluación de vulnerabilidad

A continuación, se presentan los resultados del análisis de vulnerabilidad estructural del edificio utilizando una metodología ampliamente aceptada en el país que consiste en determinar un índice de vulnerabilidad y un índice de daño a partir de 14 parámetros característicos de cada edificación.

La metodología utilizada se encuentra ampliamente reportada en el libro "Vulnerabilidad Sísmica en Centros Urbanos (Maldonado & Chio Cho, 2008)" y presenta una relación aceptable entre conceptos cualitativos y cuantitativos, puesto que se basa en una serie de encuestas realizadas a expertos en el tema de vulnerabilidad. Dichas opiniones de expertos se procesan utilizando el álgebra difusa para traducirlas a valores estadísticos numéricos que conforman un marco de evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad de un edificio.

Esta metodología plantea la evaluación de las condiciones constructivas, falencias y demás condiciones de condición física de la edificación para dar una calificación a nivel cuantitativo de la vulnerabilidad sísmica de paciente.

Figura 27



Criterios de evaluación vulnerabilidad sísmica

Nota: Tomado de *Vulnerabilidad Sísmica en Centros Urbanos* (Maldonado & Chio Cho, 2008)

Figura 28

Matriz de vulnerabilidad edificación bloque de ingeniería USCO

$$\frac{\sum_{i=1}^n W_i K_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

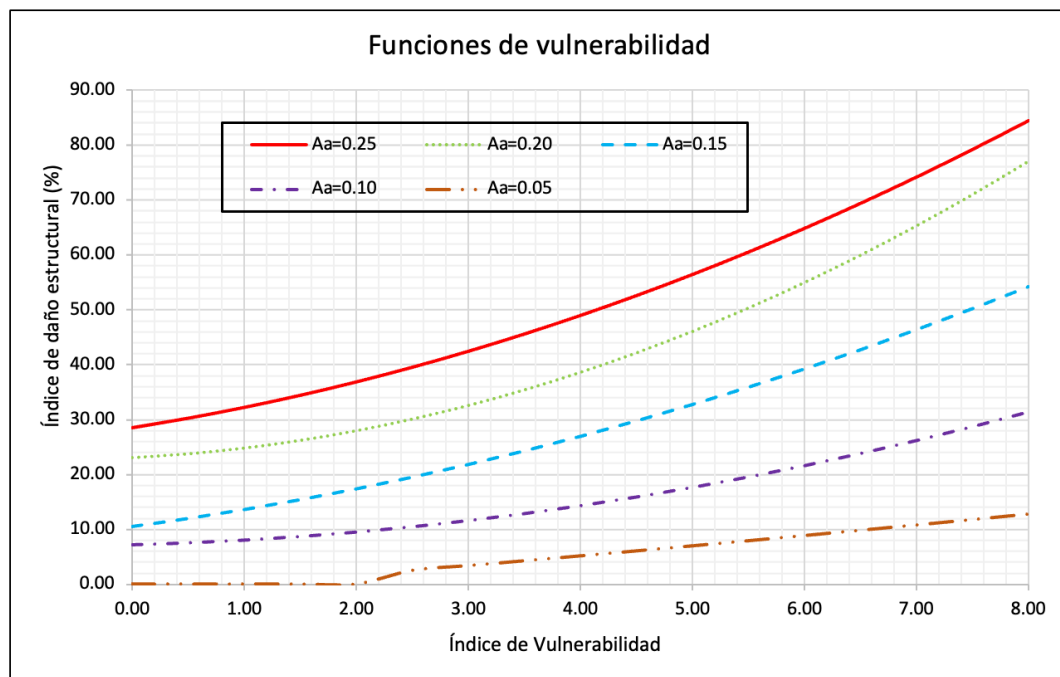
No.	Parámetro	Clasif.	Ki	Wi	Ki.Wi
1	Sistema estructural	B	3.18	7.41	23.56
2	Año de construcción	B	5.94	7.15	42.47
3	Calidad del sistema resistente	B	5.23	5.96	31.17
4	Resistencia convencional	A	1.95	7.00	13.65
5	Posición de la edificación y la cimentación	B	2.88	6.20	17.86
6	Tipo de suelo y pendiente del terreno	C	7.82	7.10	55.52
7	Diafragma de piso	B	5.28	5.97	31.52
8	Configuración en planta	B	4.69	6.87	32.22
9	Configuración en elevación	A	1.84	6.87	12.64
10	Conexiones entre elementos críticos	B	5.03	8.90	44.77
11	Presencia de columnas cortas	B	5.60	7.46	41.78
12	Elementos no estructurales	C	7.45	4.67	34.79
13	Estado de conservación	A	1.46	6.08	8.88
14	Edificaciones adyacentes	A	1.46	6.00	8.76
SUMATORIA Σ			59.81	93.64	399.59

I.V. = $\frac{399.59}{93.64}$ = 4.27
--

Teniendo en cuenta estas condiciones se obtiene un índice de vulnerabilidad de 4.27, lo cual indica que la edificación tiene un grado de vulnerabilidad medianamente bajo ante las disposiciones normativas, de igual forma como se puede evidenciar en la figura 29, esto indica que ante la aceleración máxima de terreno esperada para la ciudad de Neiva la edificación podría llegar a tener hasta un 49% de daño en sus elementos estructurales sin tener colapso, con base en las curvas de fragilidad construidas por los autores. (Maldonado & Chio Cho, 2008)

Figura 29

Evaluación de función de vulnerabilidad para el bloque de ingeniería de la USCO



Frecuencia	Aa	%Daño
Máximo esperado (Neiva)	0.25	48.99
Muy raro	0.20	38.58
Raro	0.15	26.91
Ocasional	0.10	14.27
Muy ocasional	0.05	5.16

Propuesta de Intervención

El presente informe tiene como objetivo realizar la propuesta de intervención a la afectación encontrada en el bloque de la Facultad de Ingeniería Civil localizado en Neiva Huila al realizar el respectivo análisis y diagnostico patológico, La edificación, construida en 1984, alberga a estudiantes, cuerpo docente y trabajadores de planta física. A través de una evaluación detallada, de la información recopilada y presentada se tipifican las 3 siguientes patologías como las principales en la afectación y deterioro presentado por la edificación

10.10. Grietas en Andenes Adyacente a la Edificación:

Debido a la cercanía con los especímenes arbóreos y la antigüedad de la edificación las raíces han ido generando fisuras en los andenes, lo cual sumado a la infiltración ha ido generando pequeños problemas de asentamientos en los elementos, la intervención va enfocada en la disminución de posibles afectaciones adicionales y el control del crecimiento de las raíces mediante un control fitosanitario de la expansión de las raíces en compañía de un profesional forestas que tome las medidas necesarias para cada una de las especies arbóreas que rodean el bloque de ingeniería.

Figura 30

Afectaciones en los andenes



10.10.1. Procedimiento de reparación

- Corte y control de raíces con aplicación de fitorreguladores con acompañamiento de un ingeniero forestal.
- Preparación y sellado de las grietas, fisuras y juntas de los andenes empleando sellos de poliuretano tipo Sikaflex o similar, de tal manera que se impida la infiltración del agua de escorrentía que pueda afectar la cimentación de los andenes al general lavado del material granular fino generando asentamientos que incrementen las afectaciones existentes.

10.11. Humedades en los muros de fachadas:

Debido a la ausencia de canales en alguno de los muros de las fachadas de los bloque se presentan grandes afectaciones por el lavado generado por la escorrentía

que baja por los muros, esto adicionado a las afectaciones presentes en los andenes han generado un incremento en la humedad de la zona inferior de los muros lo cual ha empezado afectar y degradar las condiciones del pañetes, la intervención propuesta va enfocada remediar los motivantes de las afectaciones y restituir de manera adecuada la condición de los muros.

Figura 31

Afectaciones por humedades en los muros de fachada



10.11.1. Procedimiento de reparación

- Limpieza y mantenimiento de canales y bajantes existentes.
- Construcción de canales y bajantes en las zonas donde no se incluyeron en el diseño original, incluye la búsquedas y conexión a las cajas de drenaje pluvial.
- Demolición y retiro del pañete afectado en los muros hasta una altura superior a las afectaciones en las cuales se presenta humedad evidente con el fin de retirar la totalidad de la superficie afectada.
- Aplicación Planiseal68 o algún mortero cementico que garantice la impermeabilización del muro antes presión negativa y positiva, es decir ante presencia de nivel freático y condiciones externas.

- Restitución del pañete con mortero 3:1.
- Estuco y pintura a dos manos con pintura para exteriores.

10.12. Plaga de Termitas:

Debido a las condiciones de humedad existentes en las zonas donde se presentan cielo rasos de machimbre se han ido presentando afectaciones por termitas las cuales se han ido extendiendo hasta las bóvedas de la losa aligerada en la cual se emplearon casetones de esterilla en la fase constructiva, con lo cual se han ido presentando caídas de tramos de cielo raso, la propuesta de intervención va enfocada a la eliminación de estos elementos de madera afectados la fumigación y reemplazo de cielo raso por elementos contruidos en estructura liviana.

Figura 32

Afectaciones en cielo rasos debido a la humedad y plaga de termitas



10.12.1. Procedimiento de reparación

- Demolición y retiro de las placas de concreto soportadas por las malladas venadas empleadas para conformar el cielo raso de la estructura bajo los casetones de esterilla empleados en la fase constructiva.
- Retiro de los cielos rasos en madera de machimbre existentes.
- Retiro de los casetones de esterillas afectador por las termitas en las bóvedas existentes.
- Limpieza y fumigación de las bóvedas, con el fin de eliminar cualquier rastro de las plagas existentes.
- Construcción de un nuevo cielo raso en panel yeso, lo cual incluye la adecuación del sistema de iluminación necesario.

Presupuesto

Dadas las metodologías de intervención presentadas se realiza un análisis de los procedimientos constructivos de tal manera que se puedan cuantificar los insumos y requerimientos necesarios para la realización de las intervenciones planteadas, de esta manera se realiza un listado de actividades a realizar para generar el enlucimiento, mejoramiento y subsanación de las patologías que actualmente presenta la edificación que permitan de manera cuantitativa realizar una medición de las cantidades de obra a ejecutar según las áreas afectadas a intervenir.

El presupuesto se realiza dentro de un marco referencial con precios típicos de la zona, empleando bases de datos de precios de la gobernación del Huila, INVIAS y demás material disponible para la zona a intervenir, teniendo en cuenta la actualización de los costos de mano de obra a precios del 2023.

Adicionalmente para aquellas intervenciones que requieren de procedimientos especial, mano de obra calificada o valores que no se encuentren registrados en estas bases de datos se realizó la solicitud de precios de referencia a aplicadores de los sistemas constructivos propuestos para la intervención.

Finalmente, y teniendo en cuenta la naturaleza de la edificación la cual hace parte de una infraestructura pública, propiedad de la nación se incluye un valor prestacional de A.I.U, que incluya los gastos administrativos y fiscales que pueda llegar a tener la ejecución del proyecto.

Tabla 3

Presupuesto de intervención bloque de ingeniería USCO

Ítem	Descripción	Condiciones Iniciales			
		Und	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Total
REPARACIONES LOCATIVAS BLOQUE FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD SUR COLOMBIANA - NEIVA - HUILA					
1	REPARACIÓN DE ANDENES ADYACENTES A LA EDIFICACIÓN	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1.1	Corte y control de raíces existentes, incluye concepto ingeniero forestal	GLB	1.00	\$ 26,500,000.00	\$ 26,500,000.00
1.2	Preparación y sellado de fisuras y grietas en andenes con sikaflex	Ml	456.00	\$ 17,850.00	\$ 8,139,600.00
1.3	Demolición de andenes existentes e=10cm	m3	120.00	\$ 21,350.00	\$ 2,562,000.00
1.4	Conformación de subrasante con material importado	m3	30.00	\$ 73,450.00	\$ 2,203,500.00
1.5	Suministro e instalación de concreto de 3000 psi para andenes e=12cm, incluye corete y sellado acabado escobillado y acollillado.	m2	120.00	\$ 98,950.00	\$ 11,874,000.00
1.6	Construcción de cuneta o cañuela en concreto 3000 psi	ml	100.00	\$ 61,292.00	\$ 6,129,200.00
1.7	Cordon de remate en concreto 3000 psi	ml	100.00	\$ 47,320.00	\$ 4,732,000.00
2	REPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE HUMEDADES EN FACHADA				
2.1	Mantenimiento de canales y bajantes de aguas lluvias (sellado de juntas con sikaflex)	GLB	2.00	\$ 6,980,000.00	\$ 13,960,000.00
2.2	Suministro e instalación de Canal en PVC (Incluye soportes y accesorios para su correcto funcionamiento)	ml	187.00	\$ 95,841.00	\$ 17,922,267.00
2.3	Suministro e instalación de Bajante PVC (Incluye soportes y accesorios para su correcto funcionamiento)	ml	42.00	\$ 94,189.00	\$ 3,955,938.00
2.4	Demolición de pañete existente	m2	1670.00	\$ 8,520.00	\$ 14,228,400.00
2.5	Tratamiento de muros, para curado de eflorescencias y hongos causados por las humedades aplicación con sika impermeur dos manos	m2	1670.00	\$ 46,390.00	\$ 77,471,300.00
2.6	Pañete liso muros 1:3 (Incluye filos y dilataciones)	m2	1670.00	\$ 32,360.00	\$ 54,041,200.00
2.7	Aplicación pintura tipo vinilo tres manos para exteriores tipo coraza o similar, tres manos color a definir en obra (Incluye carteras de ventanas y puertas)	m2	1670.00	\$ 28,720.00	\$ 47,962,400.00
3	PLAGA DE TERMITAS				
3.1	Desmote de cielo raso en cualquier tipo de material y estructura portante	m2	1250.00	\$ 18,301.35	\$ 22,876,688.00
3.2	Demolición de cielo raso en mortero, incluye retiro de malla venada, y retiro de casetones de esterilla existente.	m2	1250.00	\$ 42,320.00	\$ 52,900,000.00
3.3	Limpieza y fumigación de superficies internas en las bovedas de la losa aligerada	m2	1750.00	\$ 9,850.00	\$ 17,237,500.00
4.9	Suministro e instalación de cielo raso en panel yeso incluye estructura de soporte	m2	1250.00	\$ 82,200.00	\$ 102,750,000.00
4	IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA				
4.2	Retiro y limpieza de teja existente sobre losa final de cubierta	m2	720.00	\$ 13,420.00	\$ 9,662,400.00
4.2	Hidrolavado 4000 psi de cubierta, incluye limpieza y retiro de escombros	m2	720.00	\$ 6,100.00	\$ 4,392,000.00
4.3	Fundición de topping de nivelación espesor maximo de 5cm, incluye refuerzo con fibras o malla electrosoldada	m2	720.00	\$ 50,400.00	\$ 36,288,000.00
4.4	Impermeabilización de cubierta con sistema Mapelastic smart y puro top easy con acabado granulado	m2	720.00	\$ 198,600.00	\$ 142,992,000.00
5	ASEO DE OBRA				
5.1	Aseo general de las áreas intervenidas	glb	4.00	\$ 2,500,000.00	\$ 10,000,000.00
5.1	Acarreo y desalojo de; Escombros, madera, teja, ventanas, puertas y demás elementos sobrantes de las actividades ejecutadas (Se debe botar en lugares autorizados)	m3	310.00	\$ 53,846.15	\$ 16,692,308.00
COSTO DIRECTO:					\$ 707,472,701.00
ADMINISTRACIÓN:		21%			\$ 148,569,267.00
IMPREVISTOS:		1%			\$ 7,074,727.00
UTILIDAD:		5%			\$ 35,373,635.00
IVA SOBRE LA UTILIDAD:		19%			\$ 6,720,989.00
COSTO TOTAL:					\$ 905,211,319.00

Programación

Una vez planteado el presupuesto de obra se proyectan los tiempos de realización de las actividades de reparación y construcción necesarias, las cuales permiten la elaboración de un programa de intervención en tiempo para las adecuaciones necesarias para subsanar las afectaciones encontradas en la edificación.

Tabla 4

Programa de obra para la ejecución de las actividades de intervención

[illegible]

Análisis de resultados

10.13. Determinación de refuerzos en vigas y columnas

En el estudio de vulnerabilidad sísmica y patológico de la facultad de Ingeniería sede central de la Universidad Surcolombiana, una de las partes importantes es la inspección directa o indirecta del acero de refuerzo que poseen los distintos elementos estructurales. Con el fin de conocer la distribución del refuerzo dentro de los elementos (columnas, vigas, viguetas, zapatas) y con base en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente (NSR-10), dar un dictamen sobre la correcta o incorrecta instalación y utilización de dicho acero.

12.1.1 Ensayo de detección de acero (ferroscan)

En el levantamiento del acero de la edificación, se recolecto la información necesaria sobre la figuración y armado del acero que forman las columnas y las vigas. En primer lugar, se comenzó con una visita ocular, donde se detectó que las columnas y vigas en todos los pisos de la facultad de Ingeniería, conservan su recubrimiento y acabados originales donde no permitía la observación mediante inspección directa del acero, siendo necesario la utilización de un detector de refuerzo (ferroscan) para lograr conocer la ubicación, recubrimiento y el distanciamiento del refuerzo en cada uno de los elementos que se analizaron.

El equipo utilizado en nuestro paciente para el ensayo de detección de acero, es el **Bosch D-TECT 200C + Batería 12V/2Ah + Cargador 3601K816G0, Escáner de materiales**. Con el uso de este equipo es posible detectar la ubicación de armadura de

acero en las estructuras, permite realizar trabajos tanto en interiores como en exteriores y mide la cobertura de hormigón. Detecta objetos en profundidades de hasta 20 cm e indica la profundidad del objeto.

Figura 33

Actividades de campo Ferroskan



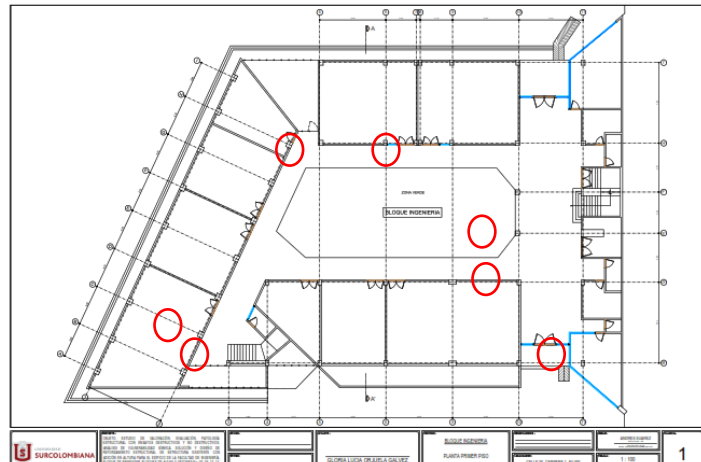
Este ensayo se realizó para ciertas columnas y vigas en cada uno de los pisos de la facultad de Ingeniería, que se mencionan a continuación con sus respectivos ejes, y se señalan en el PLANO No.1: PLANTA PRIMER PISO, siendo estas:

Figura 34

Localización de puntos de ensayo Ferroskan

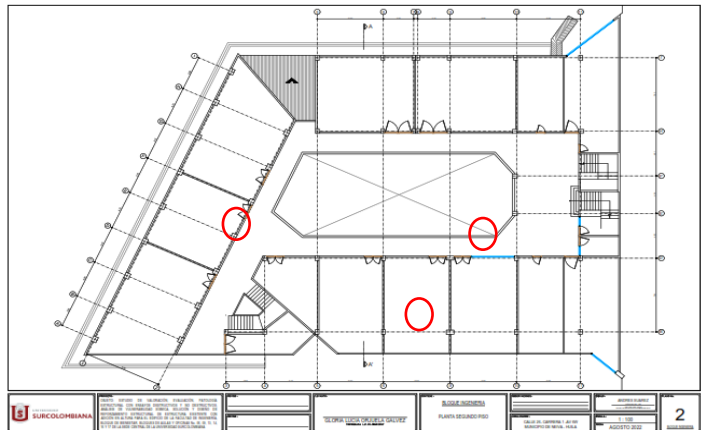
Primer piso:

- Columna ejes 10-E'
- Columna ejes 10-D'
- Columna ejes 11-B'
- Columna ejes 10-I'
- Columna ejes 8-H'
- Columna ejes 5-H'
- Columna ejes 2-C
- Columna ejes 3-B'



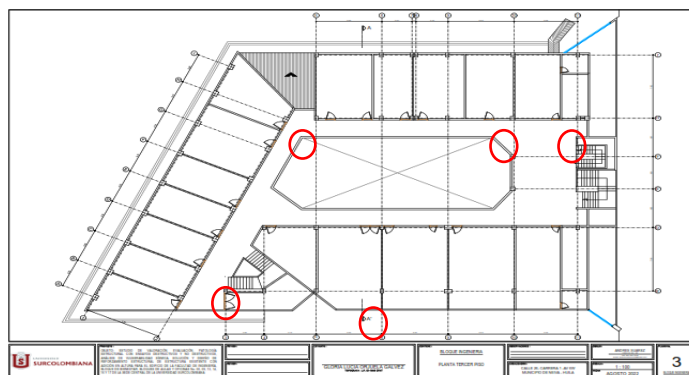
Segundo piso:

- Columna ejes 10 - F'
- Columna ejes 2 - G
- Viga ejes 5-6 eje I'
- Columna ejes 9'- D'
- Columna ejes 9 - B'

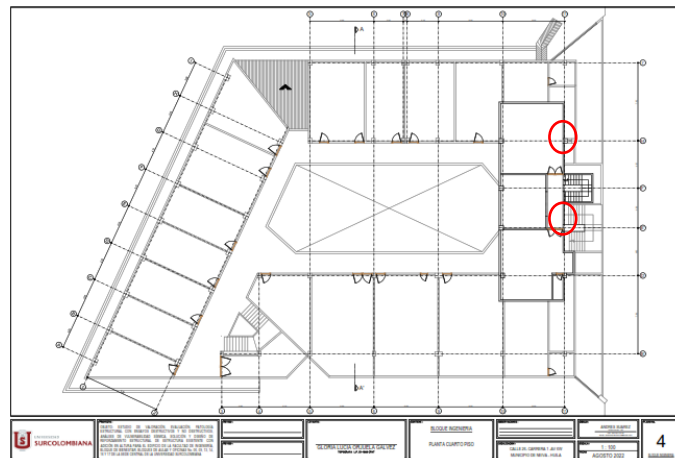


• Tercer piso:

- Columna ejes 2 - E
- Columna ejes 10 - H'
- Columna ejes 11 - H'
- Columna ejes 6 - D'
- Columna ejes 5 - H'



- Cuarto piso:
 - Columna ejes 11 - D'
 - Columna ejes 11 - H'



A continuación, se presenta el **Formato de escaneo del acero de refuerzo (ferroscan)**, donde reposa la información de cada una de las columnas y vigas estudiadas, los cuales se encuentran detallados dentro de los anexos.

Figura 35

Formato de reporte ensayo de Ferroscan

SEDE:	UNIVERSITARIA	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	
SECTOR:	BLOQUE DE INGENIERIA PRIMER PISO	EVALUACION PATOLOGICA DEL BLOQUE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA UBICADO EN LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA.	
ENSAYO DE FERROSCAN			
UBICACIÓN	ELEMENTO		DESCRIPCIÓN
FOTO — Vanillas — Flejes	$H_c = 2,85M$ Columna $D_v = 9,5 cm$ $P = 5,4$ $D_f = 9,5$ $P = 5,8$ $D_f = 12$ $P = 5,3$ $D_f = 10$ $P = 5,3$ $D_f = 21,5$ $P = 4,8$ $D_f = 24,7$ $P = 2,9$ $D_f = 24,5$ $P = 5,6$ $D_f = 25,5$ $P = 5,9$ $D_f = 24$ $P = 3,5$ $D_f = 26$ $P = 3,2$ $D_f = 25,5$ $P = 3,9$ $D_f = 24$ $P = 3,7$ $D_f = 14$ $P = 4,2$ $D_f = 12,5$ $P = 3,5$ $D_p = 15$		

Una vez obtenido esta toma de datos, Se procede a realizar el análisis de las cuantías y distribución del acero de refuerzo, teniendo en cuenta que la edificación fue construida y diseñada bajo la norma sismo resistente vigente en el año 1984, y confrontando estos requerimientos con los solicitados por la normativa vigente NSR-10, dado el alcance previsto en el presente estudio el cual no incluye un análisis estructural.

Dadas estas condiciones se encontró que las columnas cumplen con el mínimo requerido por las normativas en aceros longitudinales del 1%, criterio que se encuentra incluido desde las primeras versiones de la normativa, sin embargo, el detallamiento del refuerzo transversal compuesto por estribos no cumple con los requeridos por la norma vigente, pues estos criterios fueron incluidos con posterioridad en la normativa, se debe tener en cuenta que estos criterios fueron incluidos con el fin de mejorar el desempeño de las uniones vigas columna, la cual no indica que estos elementos no resistan las cargas de diseño.

15.2. Calidad del concreto

Para examinar la calidad de los concretos, se utilizaron varias formas de inspección para determinar el estado de este material en las diferentes estructuras, y además poder encontrar su resistencia. Los métodos utilizados en este caso fueron la inspección visual para determinar la calidad de los materiales utilizados en la mezcla, la extracción de núcleos de hormigón para determinar la resistencia mecánica del mismo cuando es sometido a compresión y el ensayo con martillo de rebote o esclerómetro

para determinar la resistencia del concreto sin tener la necesidad de extraer muestras para ser analizadas en el laboratorio.

Para estimar la calidad del concreto en la Facultad de Ingeniería sede central de la Universidad Surcolombiana, se realizaron ensayos de: **Martillo de rebote (esclerómetro)** y **Extracción de Núcleos** en las estructuras más representativas.

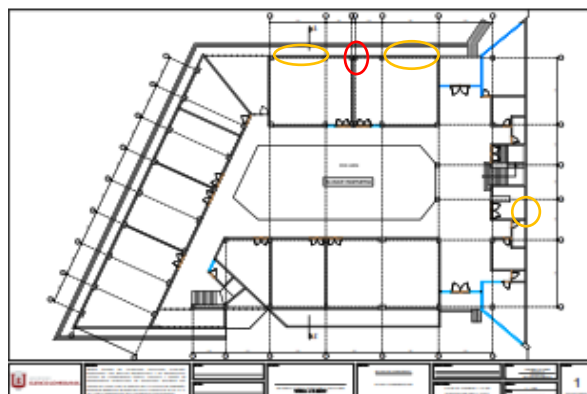
15.2.1 Ensayo con el Martillo de Rebote (Esclerómetro)

Para definir la resistencia del concreto con que fue construida la edificación facultad de ingeniería, se utilizó el equipo de prueba **ESCLERÓMETRO** marca **CONTROLS. Modelo 58 – C0181/C.**

Las mediciones se realizaron en las columnas y vigas del primer, segundo y tercer piso que se detallan a continuación.

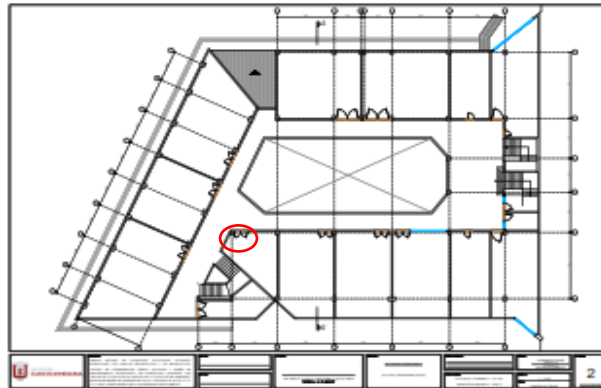
Primer piso:

- Columna: ejes 8 - I'
- Viga: eje 12 entre ejes G' y F'
- Viga: eje I' entre ejes 5 y 6
- Columnas: eje 3 - B'
- Viga: eje I' entre ejes 9 y 10



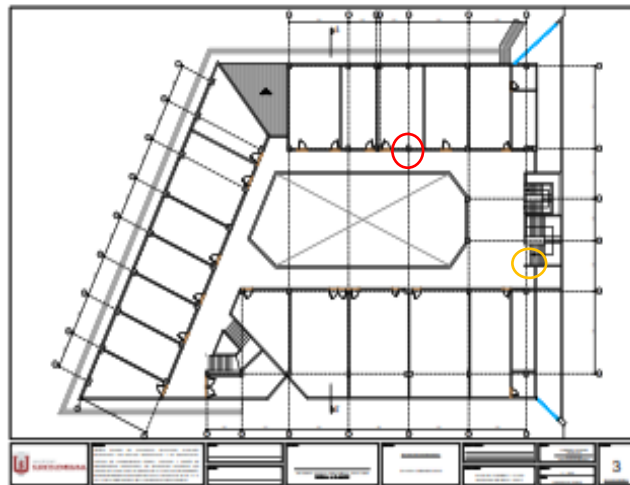
Segundo piso:

- Columna: 3 - B'



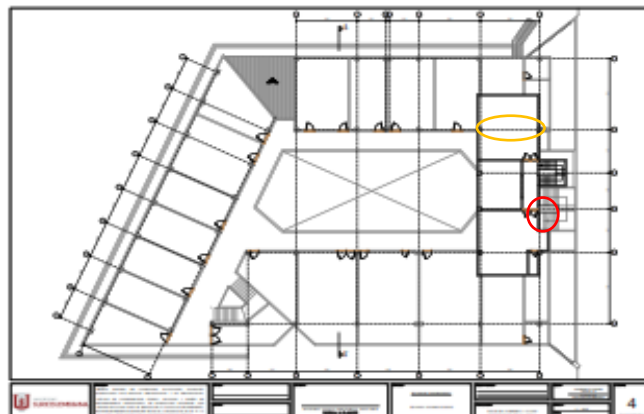
Tercer piso:

- Viga: eje 11 entre ejes H' y G'
- Columna: ejes 5 - H'



Cuarto piso:

- Columna: ejes 11 - H'
- Viga: eje I" entre ejes 10 y 11



El ensayo esclerómetro o índice de rebote mediante esclerómetro es una prueba no destructiva de la resistencia del hormigón. estas mediciones, nos permite evaluar la uniformidad superficial del concreto o para delimitar zonas o áreas de diferentes resistencias. Este método, dentro de sus limitaciones, se puede emplear para evaluar comparativamente la **resistencia del concreto** y no debe ser utilizado como una alternativa única, para la determinación a la compresión del concreto endurecido.

En las columnas y vigas, se tomaron 12 datos para obtener un valor promedio



(Fuente propia)

A continuación, se presentan los resultados del ensayo de esclerometría y sus datos se encuentran en los anexos, Formato ensayo de esclerometría.

Punto	Estado superficie	Edad del hormigón (días)	Inclinación Esclerómetro (°)	Número de rebote promedio	Resistencia a compresión (MPa)
Columna: ejes 8 - 1º 1er piso	Seca	> 28	0	45.25	21.3

(Fuente, Ensayos de esclerometría bloque de ingeniería USCO Neiva)

15.3. Extracción de Núcleos

En este ensayo se aplica a la extracción de núcleos cilíndricos de 2" de concreto obtenidos a partir de estructuras existentes en la facultad de Ingeniería sede central de la Universidad Surcolombiana. Este núcleo se falla a compresión simple para determinar la **RESISTENCIA** del concreto de la estructura. Las muestras son tomadas por la empresa GINGEOLAB. S.A.S

El ensayo permite la evaluación de la resistencia del concreto a partir de especímenes representativos obtenidos por extracción. Los **ESPECÍMENES** son Núcleos (cilíndricos) de concreto de los cuales se van a extraer y de la distribución del acero de refuerzo que allí se encuentre. El muestreo se realiza con taladro equipado con brocas de coronas diamantadas.

Figura 36

toma de muestras de núcleos de concreto en elementos estructurales



Nota: Localización de los sismos sentidos en la ciudad de Neiva en los últimos 20 años, tomado del mapa geotectónico del Sistema de Información Geográfico SIG del SGC (SGC,2023)

(Fuente Informe trabajo de campo y resultados Extracción de núcleos USCO

Neiva, Gingeolab S.A.S)

Para la realización de este ensayo fue necesario utilizar además del extractor de núcleos, un detector de refuerzo, que nos permitió asegurar que, al momento de realizar la extracción, solo se cortara en el lugar donde no se encontraba refuerzo, y las muestras fueron tomadas en puntos que no comprometieran la estabilidad de la estructura.

En la zona donde se extrae el núcleo se procede a determinar la distribución del acero de refuerzo existente de manera que en el momento de la perforación no se atravesase ninguna barra. El taladro se coloca de manera perpendicular a la superficie donde será extraído el núcleo y se inicia el proceso de corte. Una vez extraído el núcleo, este se mide y se registra cualquier peculiaridad que esté presente.



(Fuente Informe trabajo de campo y resultados Extracción de núcleos USCO
Neiva, Gingeolab S.A.S)

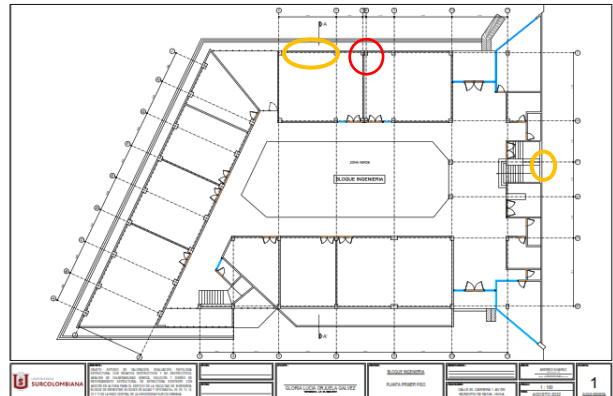
Después de realizada la extracción, se observó claramente que los núcleos extraídos son elementos monolíticos, es decir que posee los mismos materiales (un vaciado), por lo tanto, su comportamiento mecánico es el esperado.

Con el fin de constatar las características estructurales actuales de la edificación se procedió a la toma de muestras de concreto en algunos de los elementos estructurales y de chequeo superficial de refuerzo en cada piso. Lo anterior se realiza mediante un muestreo representativo y selectivo aplicando los siguientes criterios:

En la facultad de ingeniería, se toma un total de ocho (08) núcleos para determinar la resistencia de los concretos, distribuidos de la siguiente manera:

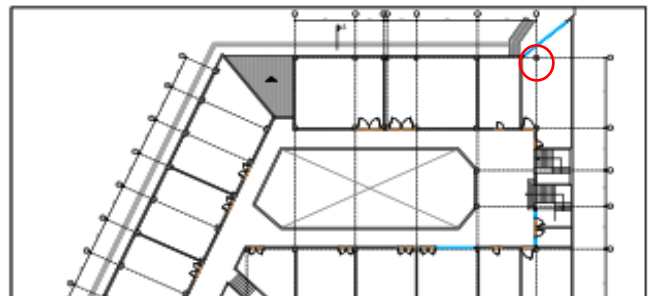
Primer piso:

1. Cilindro No.1: Columna ejes 8–I' primer piso
2. Cilindro No.2: Viga eje I' entre ejes 5 y 6 primer piso
3. Cilindro No.6: Viga eje 12 entre ejes G' y F' primer piso



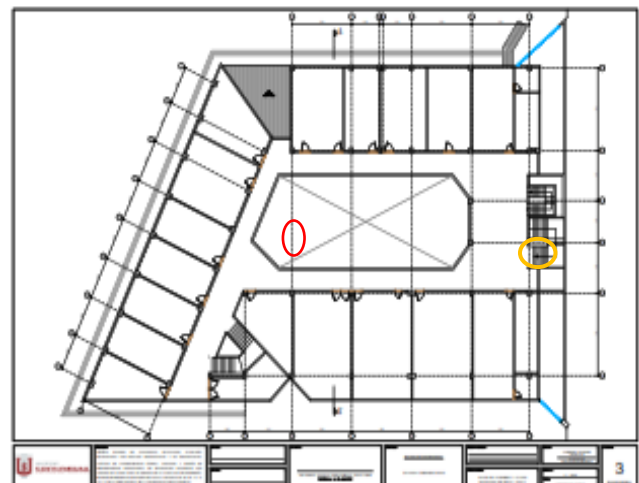
Segundo piso:

4. Cilindro No.3: Columna ejes 3 – B' segundo piso



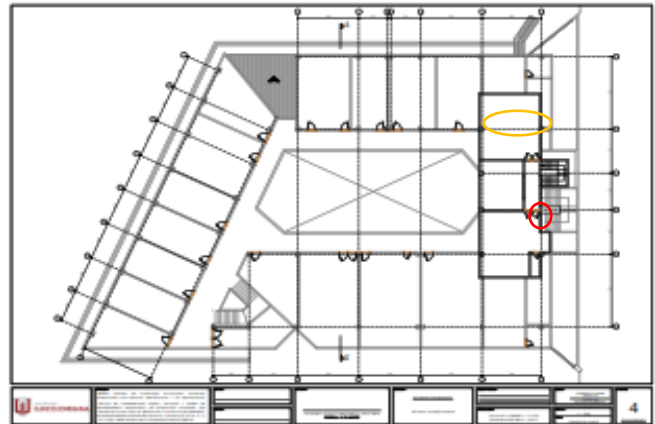
Tercer piso:

5. Cilindro No.4: Columna ejes 5 - H' tercer piso
6. Cilindro No.5: Viga eje 11 entre ejes H' y G' tercer piso



Cuarto piso.

7. Cilindro No.7: Columna ejes
11 - H' cuarto piso
8. Cilindro No.8: Viga eje I''
entre ejes 10 y 11 cuarto piso



15.3.1. Resultados de resistencia de los núcleos extraídos.

El promedio de la resistencia a la compresión de los núcleos extraídos (NTC 3658 – 673) es de **25,34 Mpa = 3.675 psi**, entregados por la empresa GINGEOLAB. S.A.S – Anexo 7.

Realizando un análisis comparativo con el promedio de la resistencia medida con el martillo de rebote (Numeral 15.2.1), presenta una diferencia de (3.9 Mpa), obteniendo resultados similares y superiores a los 21Mpa que se presentan en los planos de diseño original del proyecto, por lo cual el concreto a pesar de la edad de la edificación presenta características favorables y cumple con los lineamientos del diseño original y los requerimientos actuales para concretos en elementos estructurales principales.



(Fuente Informe trabajo de campo y resultados Extracción de núcleos USCO

Neiva, Gingeolab S.A.S)

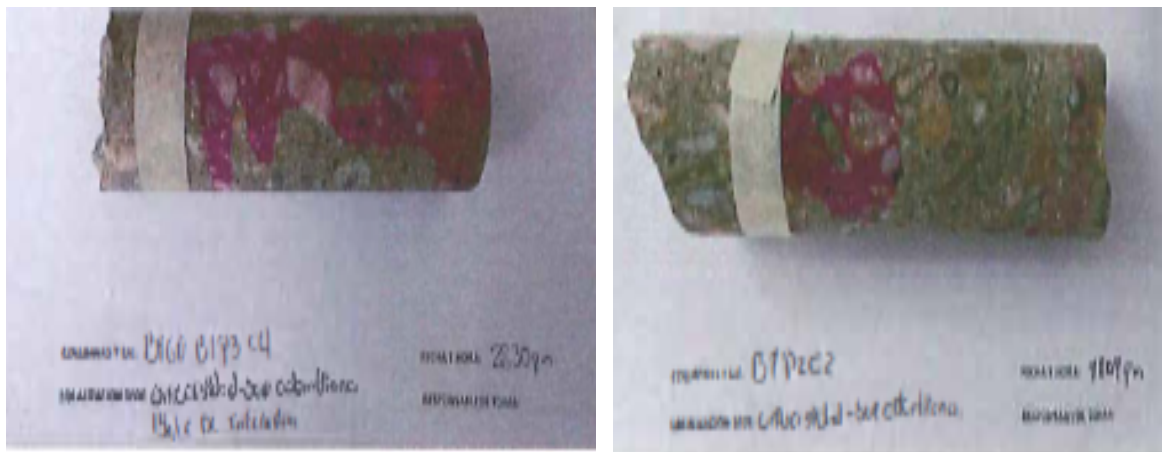
Ensayo de Carbonatación

La carbonatación del concreto es un proceso natural que se produce cuando el dióxido de carbono presente en el ambiente reacciona con el agua o la humedad retenida, reduciendo el PH. Para que un concreto se considere un medio alcalino que protege o pasiva las armaduras debe tener unos valores de PH en torno a 12 – 13.

El método más común para determinar la profundidad de carbonatación en concreto es usando la solución de fenolftaleína (indicador ácido -base de color) diluido en agua, y se rocía sobre una superficie recién expuesta del concreto. Si este se encuentra sano, la fenolftaleína lo pintará de color morado, en cambio, si el concreto está ya carbonatado, no reaccionará y se quedará del mismo color.

En la Facultad de Ingeniería, para el ensayo de carbonatación se tomaron los 8 núcleos extraídos de los elementos estructurales (VIGA-COLUMNA) en cada uno de los

pisos. A estos elementos estudiados se les practico la prueba de Carbonatación con el fin de establecer la calidad del concreto y su afectación en el acero a partir del contenido de humedad encontrada en los concretos.



(Fuente, Ensayos de carbonatación bloque de ingeniería USCO Neiva)

De acuerdo al análisis de las muestras, se evidencia que la calidad de los materiales es **media** a **alta** considerando que su densidad está por debajo del rango establecido por las especificaciones normativas para el concreto de reforzado en algunas zonas que no representa una cantidad mayoritaria del proyecto, Sin embargo se obtienen resultados de resistencia a la compresión $F'c$ favorables, lo cual es acorde a los materiales empleados en la época.

Adicionalmente, el recubrimiento se encuentra afectado en los elementos estructurales por procesos de avance del fenómeno de carbonatación lo cual reduce la durabilidad de la estructura pero se debe tener en cuenta que está aún no supera la profundidad de recubrimiento de los elementos de acero por lo cual aún queda vida útil

residual en los elementos estructurales de la edificación. (Ver Anexo Reporte de ensayo de carbonatación).

Conclusiones y recomendaciones

Inicialmente al realizar una verificación de los planos existente de la edificación se encontró que la infraestructura es acorde a la información recopilada y una vez analizada la información obtenida de los ensayos de laboratorio se encuentra que las características y cuantificación de las especificaciones de los elementos son iguales a las contenidas en los estudios previos y diseño, por lo cual la edificación no presenta vulnerabilidad aparente ante degradación de las propiedades mecánicas de los materiales.

En cuanto a las afectaciones evidenciadas en la edificación se encontró en el desarrollo del estudio se encontró que falencias constructivas en el detallamiento y planeación de las escorrentías de la edificación son el principal detonante, presentando ausencias de canales a nivel de cubierta, pues la escorrentía es manejada por gárgolas en las fachadas lo cual incentiva el incremento de las humedades de las fachadas internas y externas, lo cual a su vez ha hecho que los rellenos que soportan los andenes perimetrales se hayan visto afectados por el lavado de material final generando vacíos y fractura miento de estos, sin embargo estas afectaciones se encuentra a nivel de elementos no estructurales y se concentran en problemas estéticos.

Por otro lado, se evidencia un alto daño en los cielos rasos internos debido al sistema constructivo tradicional de la época en la cual fue construida la edificación, dado que el sistema de casetones con esterilla en presencia de altas concentraciones

de humedad genera el incremento de plagas como las termitas y la degradación de la madera ante fenómenos de pudrición, lo cual ha llevado a colapsos parciales de zonas localizadas.

Finalmente, las condiciones encontradas y las grandes afectaciones presentadas por el crecimiento y cercanía de los especímenes arbóreos, se recomienda se plantee un estudio ambiental y forestal alrededor de la edificación, el cual genere medidas de fitocontrol en estos, planteando el manejo adecuado de los cortes de raíces, y un mantenimiento rutinario de poda en las ramas circundantes con la edificación.

17. Bibliografía

weather spark. (15 de 11 de 2022). *weatherspark.com*. Obtenido de

<https://weatherspark.com/y/22385/Average-Weather-in-Neiva-Colombia-Year-Round>

Salinas Olaya, J., Santa Palacios, E., Perdomo Álvarez, M., & Tamayo Polania, M.

(2021). *ESTUDIO PATOLÓGICO INSTITUCION EDUCATIVA "OLIVERIO LARA*.
Bogotá .

UNION TEMOPORAL SISMICA USCO. (s.f.). *Estudio de vulnerabilidad Sismica*

Valoracion estructural y diseño de reforzamiento . Neiva.

Google maps. (s.f.). Obtenido de

[https://earth.google.com/web/search/univers/@3.95181454,-](https://earth.google.com/web/search/univers/@3.95181454,-71.93524948,596.64153739a,3528794.23446357d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCQAAAAAAAAAEQAAAAAAAAAGQAAAAAAAAAIQAAAAAAAAA)

[71.93524948,596.64153739a,3528794.23446357d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokC](https://earth.google.com/web/search/univers/@3.95181454,-71.93524948,596.64153739a,3528794.23446357d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCQAAAAAAAAAEQAAAAAAAAAGQAAAAAAAAAIQAAAAAAAAA)

[QAAAAAAAAAEQAAAAAAAAAGQAAAAAAAAAIQAAAAAAAAA](https://earth.google.com/web/search/univers/@3.95181454,-71.93524948,596.64153739a,3528794.23446357d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCQAAAAAAAAAEQAAAAAAAAAGQAAAAAAAAAIQAAAAAAAAA)

Archivo Universidad Surcolombiana. (2022).

18. Anexos

