

**ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA EDIFICACIÓN DONDE FUNCIONA LA SEDE DE
LA ASOCIACIÓN MISIONEROS DE LA JUVENTUD EN LA LOCALIDAD DE SUBA,
BOGOTÁ D.C.**

**DIRECTOR:
ARQUITECTO MAGISTER WALTER BARRETO**

ESTUDIANTES:

ING. RONNIE ALEXI SANCHEZ RAMIREZ

ING. CAMILO ANDRES CARRILLO VILLAMIZAR

ING. JOSE LUIS CHAPARRO DIAZ

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
BOGOTÁ – 2020**

TABLA DE CONTENIDO

JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
ALCANCE Y LIMITACIONES	7
METODOLOGÍA	7
HISTORIA CLÍNICA.....	8
RESPONSABLE DEL ESTUDIO.....	8
FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO	8
DATOS GENERALES DEL PACIENTE	8
DATOS GENERALES DEL ENTORNO	10
ARQUITECTURA.....	12
ESTRUCTURA.....	12
CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL	14
ESTADO DE LA ESTRUCTURA.....	15
SUELOS Y CIMENTACIONES.....	15
DIAGNÓSTICO.....	17
APLICACIÓN PATOLÓGICA.....	17
VISITA DE INSPECCIÓN.....	18
LEVANTAMIENTO DE LESIONES.....	23
CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES.....	23
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN MÁS RELEVANTE	27
ENSAYOS DE LABORATORIO.....	27
ESTRUCTURA EN CONCRETO.....	27
SUELOS.....	28
VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	29

DIAGNÓSTICO GENERAL DEL PACIENTE	31
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	31
SISTEMA DE DRENAJE.....	31
CIMENTACIÓN	31
CONCLUSIONES.....	33
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del paciente	10
Figura 2. Corrientes de agua	11
Figura 3. Entorno del paciente	12
Figura 4. Geología urbana.....	16
Figura 5. Zona geotécnica.....	17
Figura 6. Fachada y perímetro.....	19
Figura 7. Distribución de espacios en Piso 1.....	20
Figura 8. Distribución de espacios en Piso 2.....	21
Figura 9. Distribución de espacios en Piso 3.....	22
Figura 10. Lesiones encontradas	24
Figura 11. Tipos de lesiones	24
Figura 12. Lesiones por piso	25
Figura 13. Lesiones por material.....	25
Figura 14. Lesiones por elemento.....	26
Figura 15. Respuesta Sísmica.....	29
Figura 16. Coeficiente de amplificación y aceleración horizontal	30

INTRODUCCIÓN

La dinámica de expansión en las ciudades ha generado que se ocupen espacios en zonas inestables geotécnicamente. Sin embargo, esto no ha sido impedimento para que la ingeniería colombiana saque a flote sus mejores técnicas de construcción para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras por largo tiempo.

En cuanto a las técnicas de construcción, en el año 1984 se adopta el primer “*código colombiano de construcciones sismo-resistentes*”, mediante el decreto 1400 emitido por la Presidencia de la República, el cual tenía como uno de sus propósitos, garantizar que las nuevas estructuras construidas bajo este reglamento fueran capaces de resistir “*(...) temblores pequeños sin dale, temblores moderados sin daño estructural y un temblor fuerte sin colapso o pérdida de vidas humanas.*” (Decreto 1400, 1984, ARTICULO A.1.1.2).

Por lo anterior, actualmente existen muchas edificaciones construidas antes de la vigencia de algún reglamento sismo resistente y que fueron ubicadas en zonas inestables geotécnicamente. Adicionalmente, muchas de estas construcciones comenzaron como edificaciones de un piso y actualmente pueden tener hasta 5 pisos. Las adiciones en altura de las estructuras requieren un diseño cuidadoso, en especial cuando se realizan en zonas inestables geotécnicamente. Adicionalmente, requieren la elaboración de modelos matemáticos que no todas las personas dedicadas a la construcción están capacitadas, ni tienen la experiencia para hacer.

La edificación objeto de análisis en el presente estudio, fue construida antes de algún reglamento de construcción sismo resistente, en una zona susceptible a movimientos del suelo y adicionalmente ha sufrido modificaciones y aumentos de carga. Considerando lo anterior, el presente estudio pretende poner en práctica las diferentes técnicas utilizadas para la evaluación de una estructura, que permitan establecer un diagnóstico general de la estructura y plantear alternativas de intervención para su mejoramiento integral.

El presente estudio se compone de tres fases, la primera de ellas es establecer la historia clínica del paciente, lo cual involucra la revisión de los antecedentes y la documentación existente sobre la construcción. Posteriormente, la fase de diagnóstico que incluye la inspección de la edificación,

el levantamiento de lesiones y la realización de ensayos de laboratorio. Finalmente, la fase de recomendaciones de intervención que incluye algunos aspectos técnicos a considerar al momento de la intervención.

JUSTIFICACIÓN

A mediados del año 2012, el paciente objeto de análisis en el presente documento, fue entregado a modo de donación al propietario actual. A partir de ese momento, la edificación dejó de tener el uso exclusivo el de vivienda unifamiliar, y pasó a tener un uso mixto, ya que en la edificación comenzó a funcionar un sitio de congregación de jóvenes en condición de riesgo social y algunas oficinas de la asociación misioneros de la juventud. Adicionalmente, las condiciones geológicas especiales en la sabana de Bogotá, particularmente las construcciones en zonas geotécnicas inestables o susceptibles a movimientos, hacen atractivo este paciente para poner en práctica las diferentes técnicas para evaluar las estructuras y determinar las causas de sus afectaciones.

Por otra parte, al tratarse de una edificación antigua, no se tiene claridad si las diferentes lesiones presentes en la estructura están asociadas al deterioro natural de la misma, o si por el contrario existe algún factor adicional que esté acelerándolo.

Dado lo expuesto anteriormente, asumimos como un reto profesional y educativo la realización del presente estudio patológico.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Establecer el diagnóstico patológico de la edificación tipo vivienda unifamiliar, donde actualmente funciona la sede de la asociación misioneros de la juventud en la localidad de Suba, Bogotá D.C.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los antecedentes de la edificación para determinar su historia clínica.

- Identificar y clasificar las diferentes lesiones presentes en la edificación.
- Evaluar de manera cualitativa el diseño, la construcción y el estado actual de la estructura principal.
- Realizar ensayos de laboratorio para establecer la resistencia a la compresión del concreto de la estructura principal y los parámetros para clasificar y determinar el comportamiento del suelo.
- Realizar recomendaciones de posibles alternativas de intervención que permitan el mejoramiento integral de la edificación.

ALCANCE Y LIMITACIONES

El alcance del presente estudio consiste en determinar el diagnóstico del paciente, mediante el establecimiento de la historia clínica a partir de la información preliminar existente y la evaluación de la estructura existente mediante ensayos de laboratorio.

La intervención del sistema estructural se limita a la realización de recomendaciones técnicas, ya que para el diseño de la intervención se requiere un estudio de exploración geotécnica de mayor detalle y profundidad, así como la elaboración de un modelo matemático que evalúe el comportamiento de la estructura ante diferentes solicitaciones o fuerzas internas, para lo cual ninguno de los responsables del presente estudio cumple los requisitos de experiencia de los diseñadores estructurales, establecidos en la Ley 400 de 1997 *“por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes”*, emitida por el Congreso de Colombia, en que se establece que *“Los diseñadores estructurales deben acreditar estudios de postgrado o experiencia mayor de cinco años en el área de estructuras.”* (Ley 400, 1997, art 27).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente estudio, se comienza con una investigación de información preliminar, que consiste en la revisión de antecedentes sobre la edificación, particularmente los que tiene que ver con estudios precedentes, licencias de construcción y condiciones ambientales.

Posteriormente, se realiza visita de inspección a la edificación para evaluar sus condiciones actuales de estabilidad, realizar el levantamiento de lesiones e identificar posibles detonantes. En esta fase se incluye la realización de ensayos de laboratorio para corroborar las hipótesis planteadas durante la inspección. Luego de analizar la información obtenida en la historia clínica y evaluar los resultados de los ensayos de laboratorio, se establece el diagnóstico general de la edificación. Finalmente se plantean recomendaciones para dos alternativas de intervención que puedan dar solución a la problemática identificada.

HISTORIA CLÍNICA

RESPONSABLE DEL ESTUDIO

El estudio será realizado por tres ingenieros civiles, estudiantes de la especialización en Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomás, los cuales se encargarán de la recopilación de la información preliminar, el levantamiento de lesiones, la determinación del diagnóstico y la realización de las recomendaciones de intervención.

- ING. RONNIE ALEXI SANCHEZ RAMIREZ
- ING. CAMILO ANDRES CARRILLO VILLAMIZAR
- ING. JOSE LUIS CHAPARRO DIAZ

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La selección del paciente, el inicio de la recolección de información preliminar y la visita de inspección se realizó en junio del 2019. La realización de los ensayos de laboratorio se desarrolló en junio de 2020

DATOS GENERALES DEL PACIENTE

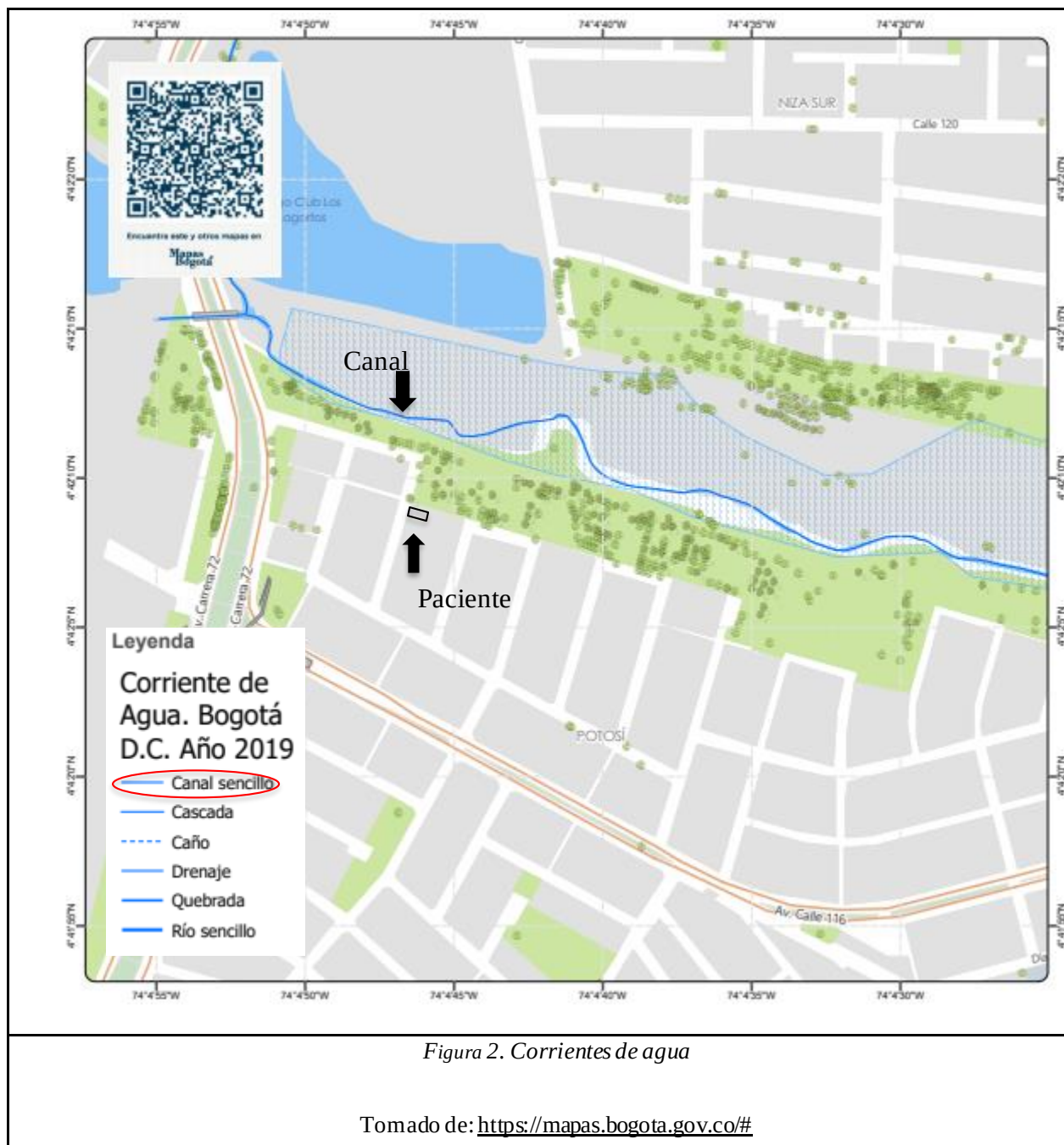
- **Nombre:** Sede de la asociación misioneros de la juventud
- **Localización:** La edificación se ubica en la Ciudad de Bogotá, en la dirección Carrera 71F No. 116A-96 (ver Figura 1). Para acceder al predio objeto de estudio, se debe tomar la Avenida Boyacá en sentido Sur – Norte hasta la calle 117C, la cual se toma en sentido Occidente Oriente hasta llegar a la Carrera 71F, y en su intersección con la Calle 117B se encuentra ubicada la vivienda.
- **Uso:** Vivienda unifamiliar, bifamiliar y multifamiliar

- **Fecha de construcción:** De acuerdo con la licencia de construcción No. 1420 otorgada por la secretaría de obras públicas, es de marzo de 1970. (Ver anexo 1)
- **Sistema constructivo:** Pórticos estructurales
- **Técnica constructiva:** Concreto reforzado para la estructura principal, mampostería en bloque de ladrillo para muros divisorios, placa de entrepiso en concreto reforzado y estructura en madera para piso de altillo.
- **Uso actual y previsto del sector:** Vivienda unifamiliar y sitio de oración
- **Importancia del paciente:** Estructura de ocupación especial. Por una parte presenta un uso residencial, adicionalmente por tratarse de vivienda entregada en donación al actual propietario para la congregación de jóvenes y personas habitantes de la localidad en situación de riesgo social, es un sitio donde se pueden realizar reuniones de gran cantidad de personas.
- **Sistema estructural y constructivo:** Pórticos estructurales.
- **Normativa actual que lo rige:** Norma Sismo Resistente de 2010 – NSR 10.
- **Tipo de cimentación:** Superficial
- **Altura:** 7,75 m
- **Área:** Área Construida:
 - Piso 1** = 150,05m²
 - Piso 2** = 66,34m²
 - Total** = 216,39m²
 - Área Libre:** 36,91m²
 - Área Total Lote** = 286m²
- **Estado general de construcción:** Regular, lesiones generalizadas en toda el área.
- **Información existente:** Licencias de construcción (Anexos 1, 2 y 3), documentos técnicos oficiales del Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático, en adelante, IDIGER (Anexo 5) y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – ESP. En adelante EAAB – ESP (Anexo 4) y planos arquitectónicos (Anexo 8)
- **Fidelidad de los planos:** Baja fidelidad

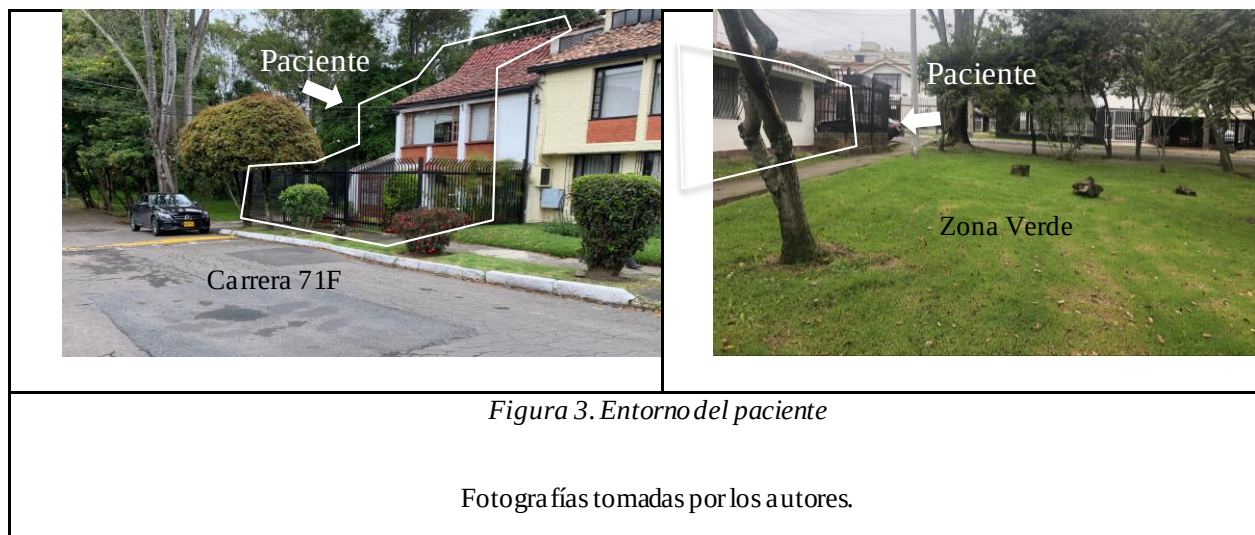


DATOS GENERALES DEL ENTORNO

El paciente objeto de estudio colinda al occidente con la Carrera 71F, la cual es una vía pavimentada que cuenta con sistema de captación de aguas superficiales, al oriente y al sur con edificaciones de uso residencial de tres niveles, y al norte con una zona verde que a su vez colinda con un canal sencillo denominado “Canal Córdoba” (ver Figura 2).



La edificación objeto de análisis se localiza en un sector consolidado (ver figura 3) que cuenta con vías pavimentadas y acceso a servicios públicos. En cuanto a la zona verde, no cuenta con sistemas de captación de aguas superficiales, pero presenta cobertura vegetal.



ARQUITECTURA

La edificación corresponde a una vivienda unifamiliar de tres niveles construida con el sistema de pórticos, placa de entrepiso en concreto reforzado, muros divisorios en mampostería y cubierta en teja de arcilla.

De acuerdo con lo indicado por el actual propietario de la vivienda, la edificación recién construida, fue utilizada como vivienda por la familia del propietario de ese momento. Posteriormente, hacia los años ochenta la edificación se dividió en dos apartamentos independientes de dos pisos. Finalmente, la propiedad fue donada al propietario actual en el año 2012, momento a partir del cual, en la edificación funcionan oficinas, sitios de oración, parqueaderos y vivienda.

ESTRUCTURA

De acuerdo con la Licencia No. 4975 de octubre de 1974 (Anexo 1), emitida por la Secretaría de Obras Públicas de Bogotá Distrito Especial “*Se concede licencia para modificaciones y adiciones a casa de dos (2) pisos según planos. Observaciones: complementa la licencia No. 1420 de marzo 25 de 1970*”. Por lo anterior, el diseño y la construcción de la edificación se hicieron antes de la vigencia del Decreto 1400 de 1984.

Posteriormente, una nueva Licencia de Construcción No. 036558 del 12 de mayo de 1987 (Anexo 2), emitida por la Secretaría de Obras Públicas de Bogotá D.E. *“concede licencia para modificaciones y adición a casa en dos (2) pisos para edificio en dos (2) pisos con dos apartamentos y dos cupos de parqueo, según planos aprobados.”*

Adicionalmente, de acuerdo con el documento REF: Solicitud de Reparación Locativa del 4 de abril de 2008 (Anexo 3), emitida por LICONVIVIENDA ARQUITECTURA E INGENIERÍA, se adelantaron actividades de tipo reparaciones locativas que incluían *“cambios de tubería de agua potable, sanitaria, lluvias y cambio de bajantes de aguas lluvias y aguas negras (...), cambio de ventanería en madera para los dos pisos (...), alistado impermeabilizadoteja de barro (...), pintura general (...)*”. Adicionalmente, el propietario del paciente informa que las actividades mencionadas anteriormente fueron realizadas en el año 2008. Sin embargo, no se cuenta con la licencia de construcción respectiva que permita verificar la aprobación de las mismas por parte de una Curaduría Urbana. Durante la ejecución de estas actividades, de acuerdo con lo informado por el propietario actual, se adicionó un tercer piso o altillo en madera, del cual no se tiene información sobre su diseño y adaptación con la estructura principal.

Por otra parte, el propietario actual informa que aproximadamente desde el año 2012, mismo año en que él que recibe la propiedad en donación, comenzaron a aparecer pequeñas fisuras en algunos muros internos. Dichas lesiones se han seguido presentado hasta la actualidad, y se intensifican cuando se presentan periodos fuertes y continuos de lluvias.

En el año 2018, la EAAB-ESP, adelantó actividades *“El día 28 de septiembre 2018, se decide realizar la instalación de nueva red de aguas residuales en el segmento vial de la CL 117B entre*

KR 71C a KR 71D, y suspender de uso la red de alcantarillado sanitario de la CL117B entre KR 71D y KR 71F (...)” según lo establece el documento MPFD0801F02-02 (Anexo 4) del 4 de marzo de 2019 (MPFD0801F02-02,2019,p7), emitido por la EAAB-ESP. Adicionalmente, el mismo documento menciona que “(...) el día 5 de febrero de 2019, personal técnico de la división de servicio (...) realizó visita al sector (...) donde se evidenció nuevamente colapso de la tubería producto de las raíces de los árboles del sector (...)” (MPFD0801F02-02,2019,p11), para lo cual posteriormente “(...) se realizó el taponamiento de la red de alcantarillado sanitario abandonada (...)”(MPFD0801F02-02,2019,p13).

A comienzos del año 2019, el propietario actual del paciente, solicita al IDIGER, un concepto técnico sobre la condición de riesgo de la edificación, asociado a las actividades adelantadas por la EAAB-ESP a finales del 2018. En atención a esta solicitud, el IDIGER emitió el Diagnóstico Técnico No. DI-12749 de febrero de 2019 (Anexo 5), en el que realiza recomendaciones como *“(...) acatar la recomendación de restricción de uso de habitación principal localizada hacia el costado norte del segundo piso, capilla de oración del primer piso y el área de parqueadero hasta tanto no se adelanten las acciones de mantenimiento y reparación (...)” (DI-12749,2019, p11).*

CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL

Considerando que el paciente fue construido hace aproximadamente 50 años, antes de la vigencia de algún reglamento de construcción sismo resistente, así como las modificaciones que ha tenido a lo largo de vida útil y los antecedentes de intervenciones vecinas, la calidad del diseño y la construcción de la estructura original se califica como *“regular”* de acuerdo con los

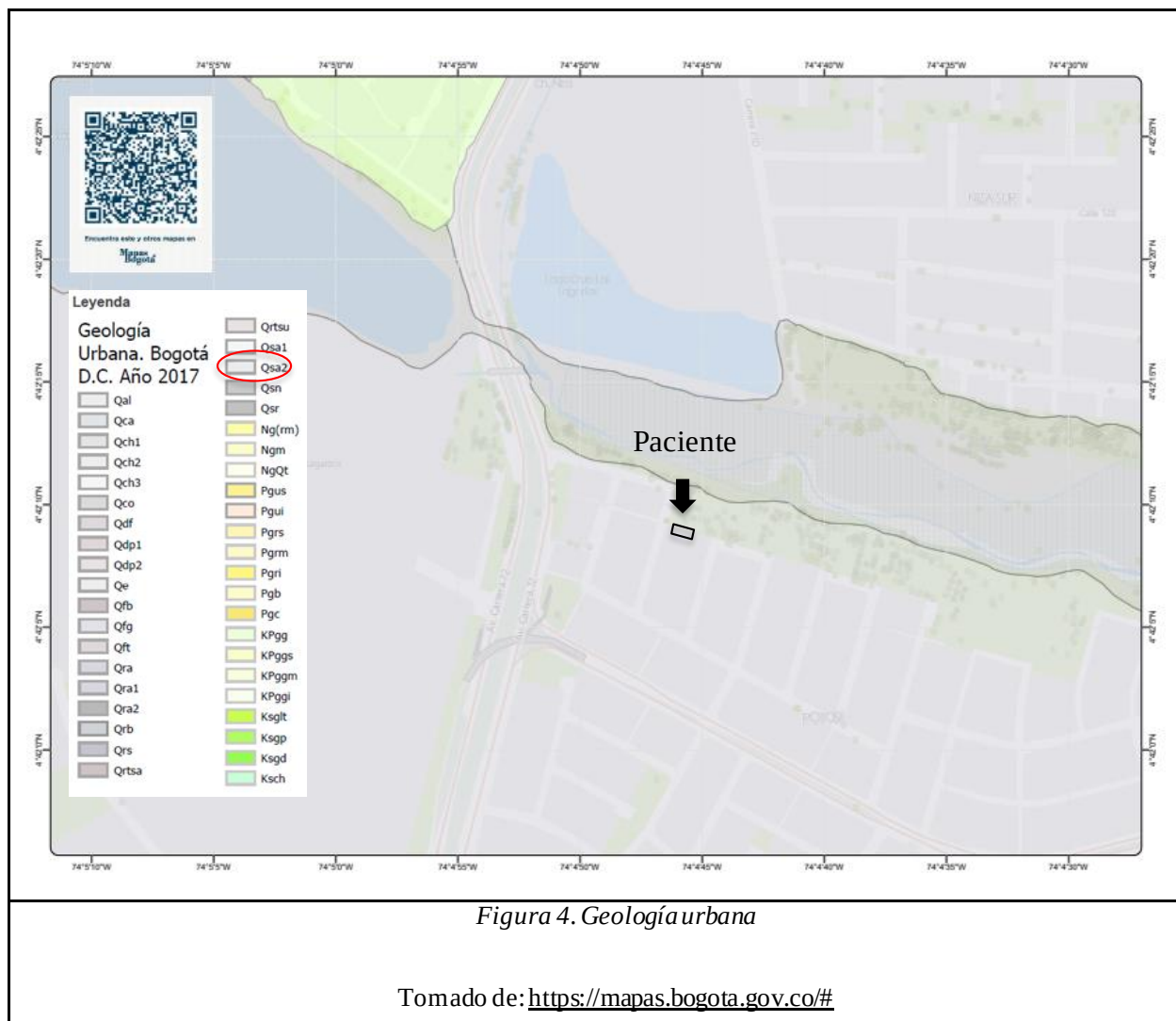
lineamientos establecidos en el capítulo A.10.2.2.1 de la Norma Colombiana Sismo Resistente del 2010, en adelante NSR 10.

ESTADO DE LA ESTRUCTURA

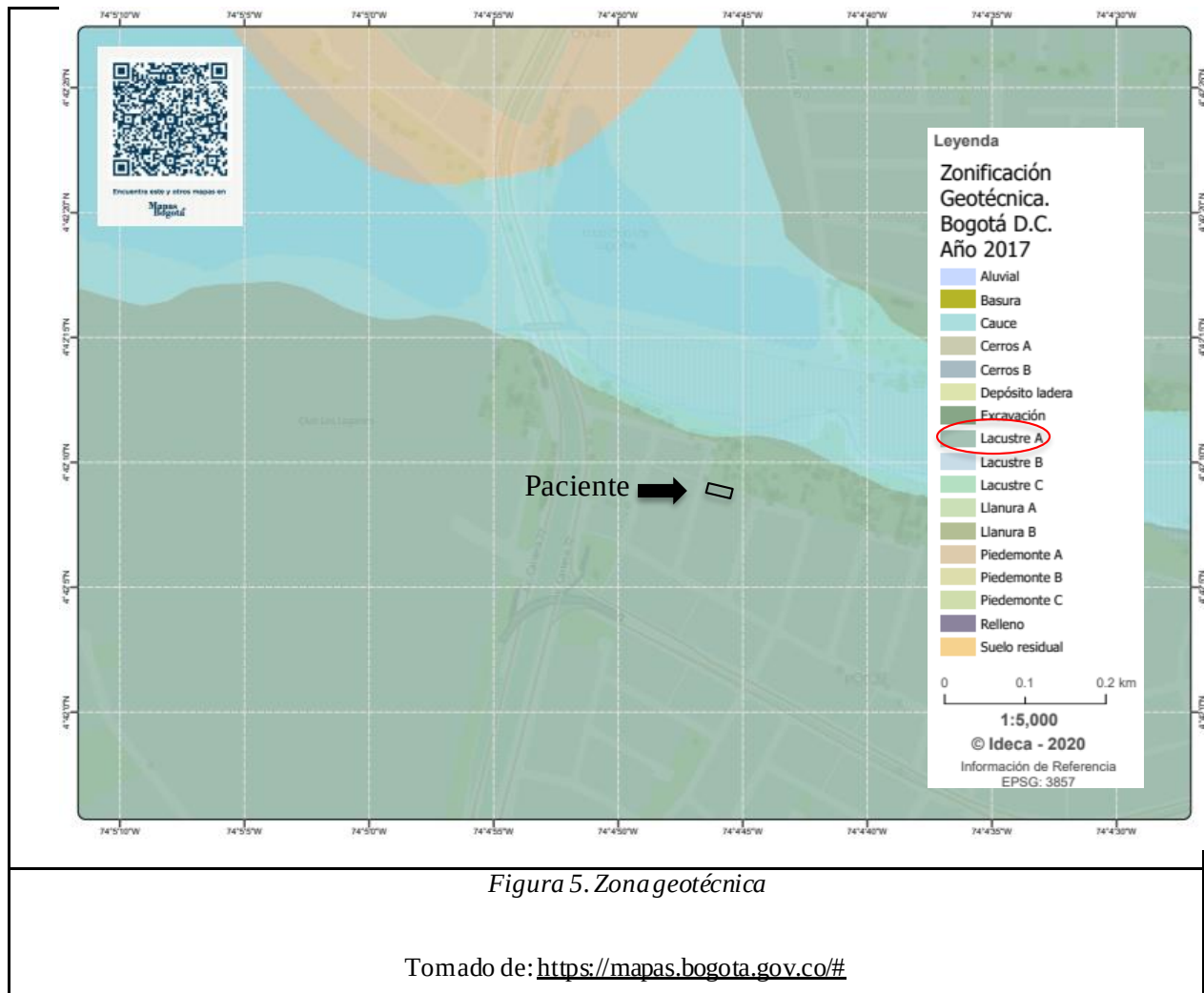
Teniendo en cuenta que los efectos del aumento de cargas, modificaciones e intervenciones sobre la estructura principal se han traducido en lesiones físicas, de tipo fisuras, generalizadas en toda la edificación, que han hecho que se restrinja el uso de algunos espacios al interior de la vivienda, el estado de la estructura se califica como “*malo*” de acuerdo con los lineamientos establecidos en el capítulo A.10.2.2.2 de la NSR 10.

SUELOS Y CIMENTACIONES

De acuerdo con el mapa de geología urbana de Bogotá D.C. (ver Figura 4), el paciente se encuentra ubicado sobre la unidad geológica Qsa2 “*Formación Sabana*” la cual se caracteriza por estar “*Constituida en general arcillolitas grises con locales intercalaciones de arenas finas y niveles delgados de gravas y turbas.*” (Ingeomínas, 2005, p36).



De acuerdo con el Decreto 523 de 2010 “*Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.*” el paciente objeto de análisis en el presente documento se localiza en la zona geotécnica “LACUSTRE A” (ver Figura 5), lo que corresponde a “*suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles, compuestos principalmente por arcillas limosas blandas*” (Decreto 523, 2010, p6).



Respecto de la cimentación, no se realizó apique que permitiera verificar su geometría y estado, debido a que no se contó con el permiso por parte del propietario. Sin embargo, considerando que la estructura se construyó antes de la vigencia de algún reglamento de construcción sismo resistente, así como considerando que la estructura original sólo tenía dos pisos, se presume que la cimentación es de superficial de tipo zapatas corridas.

DIAGNÓSTICO

APLICACIÓN PATOLÓGICA

Se tiene una edificación tipo vivienda unifamiliar, construida en el año 1970, sobre la cual se han realizado intervenciones, ampliaciones y modificaciones de espacios internos durante sus aproximadamente 50 años de existencia. Por lo anterior, la aplicación patológica a realizar es de tipo geriátrica, consistente en una evaluación de la estructura que permita identificar el detonante de las diferentes lesiones y posteriormente realizar recomendaciones a las posibles alternativas de intervención que permitan mejorar integralmente la edificación.

VISITA DE INSPECCIÓN

La visita de inspección se realizó el 29 de junio de 2019 por parte de los responsables del presente estudio y en compañía del actual propietario de la vivienda. Se realizó inicialmente un recorrido perimetral, donde se identificaron predios colindantes y las condiciones del entorno (ver Figura 6).



Posteriormente, se continúa la inspección al interior de la vivienda, donde se encontró en el primer piso una zona de parqueadero, sala destinada como capilla de oración, comedor, cocina, biblioteca, patio de ropas y dos habitaciones (ver Figura 7)



Figura 7. Distribución de espacios en Piso 1.

Fotografías tomadas por los autores.

Se continúa el recorrido por el segundo piso, al cual se accede por medio de escalera en concreto, donde se encontró que hay tres habitaciones y un baño (ver Figura 8).



Figura 8. Distribución de espacios en Piso 2.

Fotografías tomadas por los autores.

Por último, en el tercer piso funciona una oficina administrativa, a la cual se accede por medio de una escalera metálica. Presenta cielo raso en madera y es el sitio destinado para el archivo de documentos (ver Figura 9).



Figura 9. Distribución de espacios en Piso 3.

Fotografías tomadas por los autores.

Durante el recorrido, el propietario manifiesta que la edificación presenta muchas fisuras y humedades, y que éstas las lesiones se intensifican en periodos consecutivos de lluvia y sol. Adicionalmente, han tenido que reubicar algunos espacios internos como oficinas, habitaciones y sitios de oración, para evitar que se ponga en riesgo la integridad de alguno de los asistentes.

De igual forma, el propietario hace un breve resumen de algunas situaciones particulares que han ocurrido en sectores aledaños a la vivienda, que posiblemente han tenido incidencia en la intensificación de las lesiones, las cuales se detallan en el capítulo denominado ESTRUCTURA del presente estudio.

Respecto de las lesiones identificadas durante la inspección, se tomó registro fotográfico de cada una de ellas y posteriormente se describieron y clasificaron mediante fichas patológicas, las cuales hacen parte de los anexos del presente estudio.

Luego de finalizada la inspección, se expuso al actual propietario de la vivienda el alcance del estudio patológico a realizar, quien autorizó de manera verbal la realización del presente estudio. Adicionalmente, el propietario manifiesta que nos proporcionará la documentación que existe respecto al predio y que eventualmente se podrán realizar los respectivos ensayos de laboratorios.

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

Durante la visita de inspección se tomó registro fotográfico de cada una de las lesiones detectadas, para posteriormente identificarlas mediante un formato de fichas patológicas elaboradas por los responsables del presente estudio. El uso de la ficha permite identificar claramente las diferentes lesiones y clasificarlas según su tipo.

La ficha patológica incluye registro fotográfico de la lesión, localización, tipo de material, tipo de lesión, breve descripción y recomendaciones. En total se levantaron 44 fichas patológicas, las cuales se encuentran en el Anexo 6 del presente estudio.

CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES

Del análisis de las 44 fichas patológicas levantadas, se pudieron clasificar de la siguiente manera: lesiones encontradas (Figura 10), tipos de lesiones (Figura 11), lesiones por piso (Figura 12), lesiones por material (Figura 13) y lesiones por elemento (Figura 14).

lesiones encontradas

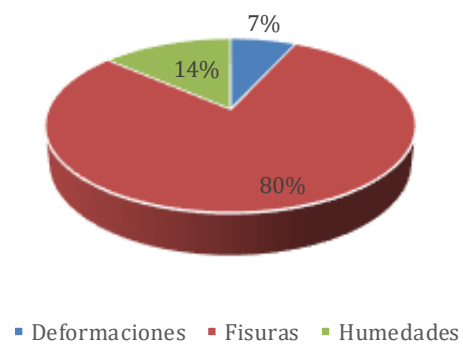


Figura 10. Lesiones encontradas

Elaboración por parte de los autores.

Tipos de lesión encontradas

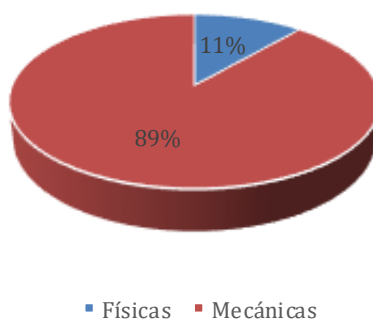


Figura 11. Tipos de lesiones

Elaboración por parte de los autores.

Lesiones por piso

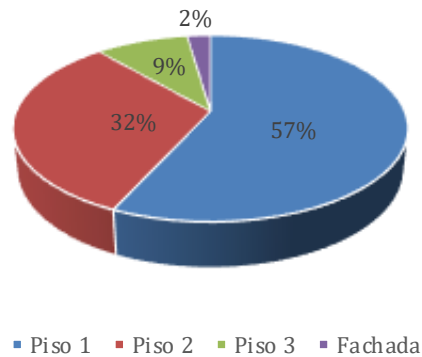


Figura 12. Lesiones por piso

Elaboración por parte de los autores.

Lesiones por material

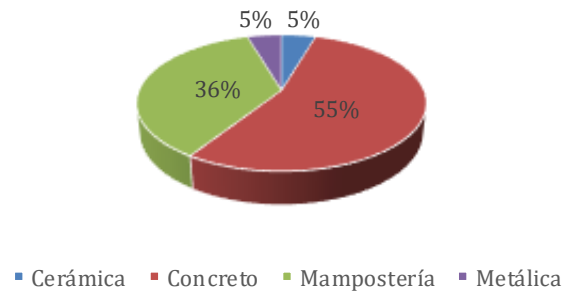
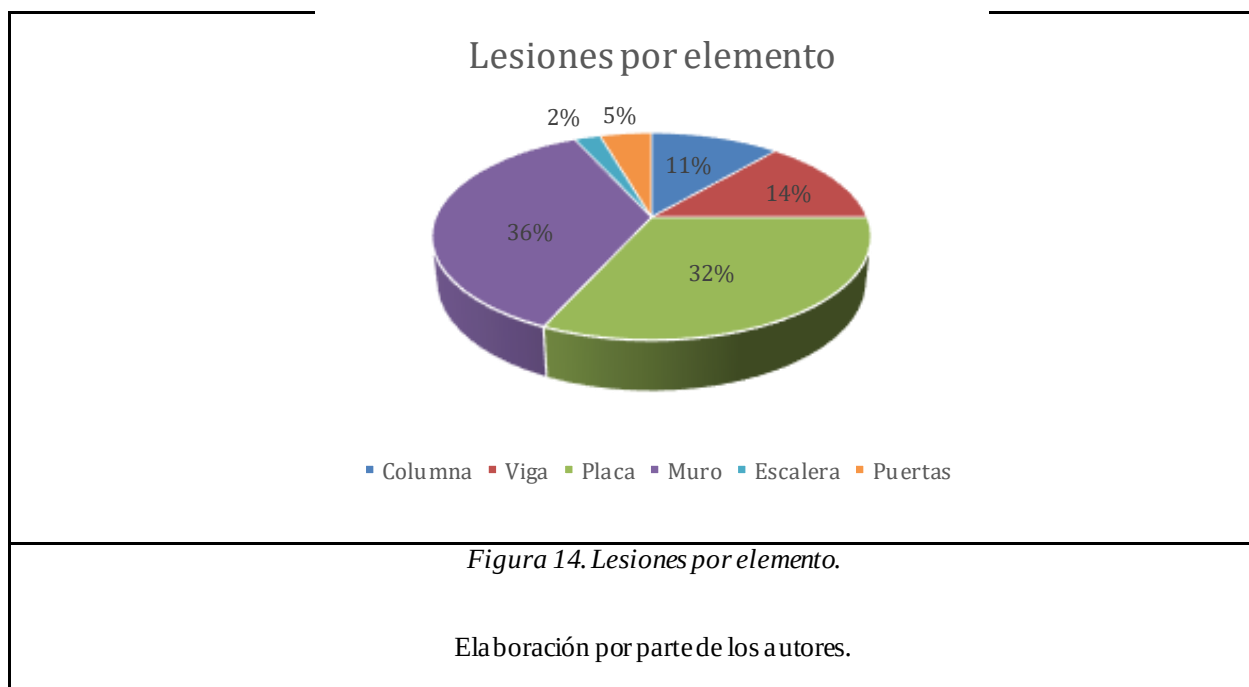


Figura 13. Lesiones por material

Elaboración por parte de los autores.



Del análisis de las Figuras 10 y 11 se obtiene que: se encontraron dos tipos de lesión, las mecánicas que predominan con un 89% y físicas con un 11%. Adicionalmente, dentro de las lesiones mecánicas, se pudo determinar que el 80% de las lesiones son fisuras y en menor proporción humedades con 14% y deformaciones con 7%.

Por otra parte, de la Figura 12 se determina que la mayor parte de las lesiones se presentó en el piso 1 con 57% y en segundo lugar el piso 2 con 32%. Adicionalmente, en las Figuras 13 y 14 se observa que la mayoría de las lesiones se presentaron en los materiales en concreto (55%) y la mampostería (36%), y los elementos que más se vieron afectados fueron las columnas (36%), la placa (32%) y algunas vigas (14%).

DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN MÁS RELEVANTE

Del análisis realizado a partir de la clasificación de las fichas patológicas se puede concluir que la lesión más relevante es la mecánica, manifestada principalmente a través de fisuras en columnas de concreto ubicadas en el piso 1.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Considerando que los elementos contruidos en concreto son los más afectados, se plantea la realización de ensayos de laboratorio para verificar de la resistencia a la compresión de algunas columnas. Adicionalmente, debido a las condiciones del entorno y a la información preliminar encontrada respecto del suelo, se plantea la realización de una exploración superficial que permita identificar los parámetros que definen el comportamiento del suelo.

En junio de 2020 se realizaron los ensayos de laboratorio, cuyos resultados hacen parte del Anexo 7 del presente documento. A continuación, se realiza un análisis de los resultados obtenidos, para poder establecer el diagnóstico general del paciente.

ESTRUCTURA EN CONCRETO

Para la evaluación de la resistencia de estructuras existentes, de acuerdo con lo establecido por la NSR-10, *“la resistencia del concreto debe basarse en resultados de ensayos de cilindros (...) o de ensayos de núcleos extraídos (...) de acuerdo con la NTC 3658 (ASTM C42M)”* (NSR, 2010, C.20.2.3).

Para la realización de los ensayos de resistencia de concreto, se optó por realizarlos a través de un laboratorio, el cual garantiza realizar el procedimiento de acuerdo con lo establecido por la Norma Técnica Colombiana 3658 - NTC 3658 *“método para la obtención y ensayo de núcleos*

extraídos y vigas de concreto aserradas”, emitida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones – ICONTEC.

Debido a que las lesiones se presentaban principalmente en el piso 1 y sobre elementos en concreto, se realizó la extracción de núcleos en tres (3) columnas del piso 1, obteniendo que:

- Columna Cocina Piso 1 Sector Norte: **21,8 MPa**
- Columna Piso Pasillo Entrada Sector Oriental: **21,8 MPa**
- Columna Parqueadero Sector Oriental: **23,3 MPa**

En promedio, la resistencia a la compresión de los tres (3) núcleos extraídos es de **22,3 MPa**. Lo cual, al compararlo con la resistencia mínima de diseño bajo NSR-10, estaría superando este requisito. *“Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, f'_c no puede ser inferior a 17 MPa.”* (NSR, 2010, C.5.1.1).

SUELOS

Se tomó muestra de suelo de un apique realizado a una profundidad de 1,70 m y 2,30 m, para realizar ensayos con un laboratorio, que permita clasificar el suelo y determinar su comportamiento.

- Los resultados de los ensayos de laboratorio clasifican la muestra de suelo como *“CH - Arcilla de alta plasticidad color marrón”* (PSI INGENIERIA & LABORATORIO, 2020, INF-20.LIM)
- Resistencia al corte de la muestra: **35 MPa** (PSI INGENIERIA & LABORATORIO, 2020, INF-20.CIS)
- Contenido de humedad de la muestra: **41,9 %** (PSI INGENIERIA & LABORATORIO, 2020, INF-20.HUM)
- Cohesión **23,75 KPa** y ángulo de rozamiento interno **17,2 °** (PSI INGENIERIA & LABORATORIO, 2020, INF-20.CD)

Analizando los resultados obtenidos, y al compararlos con los establecidos en la NSR-10 en la “Tabla A.2.4-1 Clasificación de los perfiles de suelo”, este perfil se puede clasificar como E, “perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas” (NSR, 2010, Tabla A.2.4-1), lo cual es coherente con los estudios citados en el capítulo de SUELOS Y CIMENTACIONES del presente estudio.

VULNERABILIDAD SÍSMICA

En cuanto a la zona de respuesta sísmica, se encuentra en la zona “LACUSTRE 100” (ver Figura 15), la cual tiene un efecto de “*amplificación*” ante un evento sísmico (Decreto 523, 2010, p7). Por otra parte, no se evidencian fenómenos de remoción en masa ni procesos geomorfológicos activos en el perímetro de influencia del paciente.

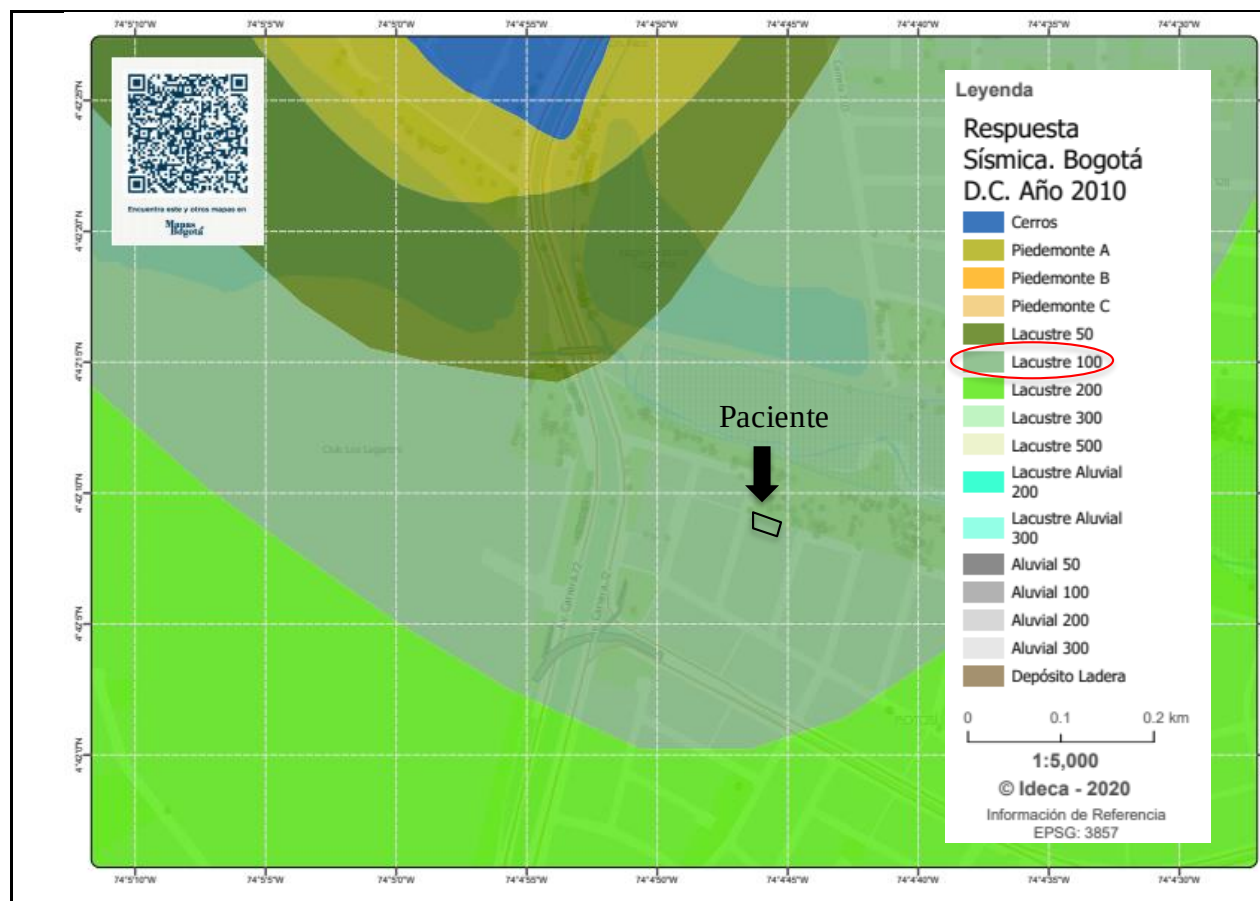


Figura 15. Respuesta Sísmica

Tomado de: <https://mapas.bogota.gov.co/#>

Respuesta Sísmica.
Bogotá D.C. Año 2010

Fecha elaboración: 2010/10/25
 Zonas de respuesta sísmica: Lacustre 100
 Identificador zona respuesta sísmica: 6
 Aceleración horizontal Ao_{475} : 0.20
 Coeficiente de amplificación Fa_{475} : 1.30
 Coeficiente de amplificación Fv_{475} : 3.20
 Aceleración horizontal Ao_{225} : 0.18
 Coeficiente de amplificación Fa_{225} : 1.35
 Coeficiente de amplificación Fv_{225} : 3.70
 Aceleración horizontal Ao_{31} : 0.09
 Coeficiente de amplificación Fa_{31} : 1.45
 Coeficiente de amplificación Fv_{31} : 4.40
 Período largo: 4.00
 Entidad responsable: IDIGER

Mapa interactivo de Bogotá D.C. con una ventana emergente que muestra los datos de respuesta sísmica para el año 2010 en la zona de 'Paciente'. La ventana incluye la fecha de elaboración (2010/10/25), las zonas de respuesta sísmica (Lacustre 100), el identificador de zona (6), y los valores de aceleración horizontal y coeficientes de amplificación para tres períodos de retorno (475, 225 y 31 años). También se menciona el período largo de 4.00 segundos y la entidad responsable, IDIGER. En la parte inferior de la ventana, hay botones para 'Acercar a', 'Compartir' y 'Cómo llegar'.

DIAGNÓSTICO GENERAL DEL PACIENTE

De acuerdo con la información consultada como historia clínica y la evaluación de los resultados de los ensayos de laboratorio sobre la estructura y el suelo, se encontró que el paciente tiene dificultades en la transferencia de cargas al suelo. Considerando que la estructura original ha sufrido modificaciones que han aumentado las cargas actuantes sobre la cimentación, y que el comportamiento geotécnico en ese sector es muy susceptible a cambios por saturación o secado del suelo, la cimentación no está transmitiendo las cargas de manera uniforme al suelo, generando fisuras en la estructura principal. Adicionalmente, la falta de mantenimiento en los sistemas de drenaje de aguas lluvias ha favorecido la aparición de humedades en la cubierta, contribuyendo al deterioro de la estructura principal.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Teniendo en cuenta el alcance y limitaciones del presente estudio, y partiendo del diagnóstico establecido, el cual asocia la patología principal a la transmisión de cargas de la estructura al suelo y a la falta de mantenimiento, a continuación, se plantean algunas recomendaciones de intervención.

SISTEMA DE DRENAJE

Se recomienda realizar un mantenimiento correctivo y preventivo en los sistemas de drenaje de aguas lluvias con el fin de evitar acumulación o posibles empozamientos de aguas lluvias. Se debe verificar el correcto funcionamiento de las canales y bajantes, las cuales son las responsables de la aparición de lesiones físicas de tipo humedades y manchas. Adicionalmente, aplicar pintura impermeable en la fachada.

CIMENTACIÓN

Considerando que la estructura original ha sufrido un aumento de cargas y que las condiciones superficiales del suelo no son favorables, una posible alternativa de intervención de la cimentación es mediante la instalación de micropilotes con refuerzo longitudinal. Los micropilotes permiten transmitir las cargas de la estructura hasta un estrato de suelo más competente, es por eso que para

su ejecución, se requiere de un estudio de suelos detallado a una profundidad mucho mayor a la utilizada en el presente estudio.

Los micropilotes se conectan a la cimentación a través de dados de transición debidamente anclados a los refuerzos. El procedimiento general consiste en que inicialmente se debe realizar un apique sobre la zapata a intervenir y se descubre parcialmente, se realiza la perforación del micropilote, hasta la profundidad que defina el estudio de suelos, luego se llena y se inyecta el micropilote con su respectivo refuerzo, el cual será definido por medio de un diseño estructural, posteriormente se conecta el micropilote a la zapata mediante un dado de transición el cual transmitirá las cargas de la estructura hasta el estrato de suelo competente. Este procedimiento se realiza para cada una de las zapatas, para posteriormente intervenir el interior de la edificación reparando las lesiones producidas por el movimiento del suelo y reemplazando elementos en mampostería que ya fallaron por estructurales en los casos de ser necesario.

CONCLUSIONES

De la información recolectada como historia clínica se encontró que la estructura principal fue construida en 1970, antes de la vigencia de algún reglamento de construcción sismo resistente. Adicionalmente, las condiciones del suelo son susceptibles a movimientos por saturación.

Se identificaron las lesiones encontradas en la edificación mediante el uso de fichas patológicas, las cuales hacen parte de los anexos del presente documento.

Se encontraron dos tipos de lesiones, las mecánicas que predominan con un 89% y físicas con un 11%. Adicionalmente, dentro de las lesiones mecánicas, se pudo determinar que el 80% de las lesiones son fisuras y en menor proporción humedades con 14% y deformaciones con 7%.

Se encontró que la mayor parte de las lesiones se presentaron en el piso 1 con 57% y en segundo lugar el piso 2 con 32%. Adicionalmente, la mayoría de las lesiones se presentaron en los materiales en concreto (55%) y la mampostería (36%), y los elementos que más se vieron afectados fueron las columnas (36%), la placa (32%) y algunas vigas (14%).

La lesión más relevante es la mecánica, manifestada principalmente a través de fisuras en columnas de concreto ubicadas en el piso 1.

La calidad del diseño y la construcción de la estructura original se califica como “*regular*” de acuerdo con los lineamientos establecidos en el capítulo A.10.2.2.1 de la Norma Colombiana Sismo Resistente del 2010

El estado de la estructura se califica como “*malo*” de acuerdo con los lineamientos establecidos en el capítulo A.10.2.2.2 de la NSR 10.

En promedio, la resistencia a la compresión de los tres (3) núcleos extraídos es de **22,3 MPa**.

Los resultados de los ensayos de laboratorio clasifican la muestra de suelo como “*CH - Arcilla de alta plasticidad color marrón*”, y de acuerdo con los resultados de los demás parámetros evaluados, se pudo corroborar que el suelo es altamente susceptible a movimientos por periodos de saturación y secado.

Una de las posibles alternativas de intervención que pueden ayudar a mejorar integralmente la estructura es la instalación de micropilotes, los cuales permitirían transmitir cargas de manera uniforme al suelo y a un estrato más competente a mayor profundidad, evitando así las deformaciones en la estructura traducidas en fisuras.

REFERENCIAS

- Presidencia de la República de Colombia, 1984, Decreto 1400, *Por el cual se adopta el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes*, Artículo A.1.1.2. Tomado de <https://es.scribd.com/document/76425635/Colombia-Decreto-1400-de-1984-CCCSR>
- Congreso de Colombia, 1997, *por le cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes*. Artículo 27. Tomado de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0400_1997.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, *Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente*, Título A. Tomado de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía, 2005, *Geología de la sabana de Bogotá*. Tomado de https://choconta.files.wordpress.com/2007/12/informe_geologia_sabana_bta.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2010, *por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.* p 6-8. Tomado de <http://www.scg.org.co/wp-content/uploads/DECRETO-523-DE-2010-MICROZONIFICACION-BOGOTA.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC, 1994, *Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas*. Tomado de <https://es.scribd.com/document/130152408/NTC-3658-pdf>
- IDECA La IDE de Bogotá D.C. | Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático IDIGER. Tomado de <https://mapas.bogota.gov.co/#>

ANEXOS

- Anexo No. 1 licencia No. 4975 de 1974
- Anexo No. 2 licencia No. 036558 de 1987
- Anexo No. 3 solicitud de reparación locativa
- Anexo No. 4 informe EAAB-ESP (MPFD0801F02-02)
- Anexo No. 5 DI-12749 IDIGER
- Anexo No. 6 fichas patológicas
- Anexo No. 7 ensayos de laboratorio
- Anexo No. 8 planos arquitectónicos