

**Estudio Patológico al Sótano en el Área de Plazoleta, en el Conjunto Residencial La
Estancia, Bogotá D.C.**

Ing. Freddy Alejandro Estupiñán Galindo

Ing. Andrey Fabián García Cabrera

**Universidad Santo Tomás de Aquino
Decanatura División Abierta y a Distancia
Programa de Patología de la Construcción
Bogotá D.C.**

2019

**Trabajo Profesional Integrado para Optar por el Título de Especialista en Patología de la
Construcción**

Ing. Freddy Alejandro Estupiñán Galindo

Ing. Andrey Fabián García Cabrera

Director: Arquitecto Magíster Walter Mauricio Barreto Castillo

**Universidad Santo Tomás de Aquino
Decanatura División Abierta y a Distancia
Programa de Patología de la Construcción
Bogotá D.C.**

2019

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

1. Introducción	1
2. Objetivos.....	4
2.1 General.....	4
2.2 Específicos	4
3. Marco Referencial.....	5
3.1 Teórico	5
3.2 Legal	6
3.3 Histórico.....	8
4. Alcances Y Limitaciones	9
5. Metodología	11
5.1 Selección Del Paciente.....	11
5.2 Descripción Y Planteamiento Del Estudio	12
5.2.1 Inspección preliminar de la edificación.	12
5.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.	15
5.2.3 Permisos y autorizaciones para la realización del estudio en la zona afectada.	16
5.2.4 Parámetros y equipo de trabajo que realizará la exploración.	17
5.2.5 Equipo y procedimiento para realizar la exploración.	17
6. Historia Clínica Y Levantamiento De Lesiones	18
6.1 Responsables del estudio.	18
6.2 Fecha de realización del estudio	18
6.3 Datos generales de la edificación:.....	18
6.4 En la edificación y/o construcción civil:.....	19
6.5 Datos generales del entorno:.....	19
6.5.1 Edificaciones u obras aledañas.	19
6.5.2 Medio ambiente	22
6.5.3 Precipitaciones en Bogotá.....	23
6.5.4 Nivel freático y escorrentías	23
6.6 Arquitectura (descripción general)	24
6.6.1 Estilo arquitectónico.	24
6.6.2 Contexto histórico y demográfico.....	26
6.6.3 Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo (técnico y tecnológico).....	27
6.7 Aplicación patológica:	28
6.8 Levantamiento, afectaciones y evaluación de la lesión identificando materiales y dimensiones.....	28
6.8.1 Mapas de Localización de los daños.....	29
7. Estructura	31
7.1 Estructura (descripción general)	31
8. Suelos Y Cimentaciones	33
8.1 Información existente de estudio geotécnico y análisis de cimentación.....	33
8.3 Registro fotográfico perforación.....	35
8.4 Ensayos de laboratorio.....	36
9.5 Resumen ensayos de laboratorio.....	42

8.6 Zona de Microzonificación Sísmica	43v
8.7 Análisis de Pilotes y sus características geotécnicas	44
9. Vulnerabilidad Sísmica Siguiendo La NSR-10	46
9.1 Verificación intervención según NSR-10 A.10.1.3	46
9.2 Calificación según NSR-10.....	46
9.3 Evaluación de la estructura existente NSR-10 A.10.4.....	52
9.3.1 Solicitaciones equivalentes NSR-10 – A.10.4.2	52
9.3.2 Análisis elástico de la estructura y su cimentación para solicitaciones equivalentes NSR-10 – A.10.4.2.....	58
9.3.3 Características de los materiales a utilizar en la modelación.....	58
9.3.4 Análisis Matemático	58
9.4 Análisis de vulnerabilidad (NSR-10 A.10.5).....	60
9.4.1 Descripción estructural	60
9.4.2 Hipótesis De secuencia de Falla	60
9.4.2.1 Hipótesis De secuencia de Falla Sótano Nivel 1	60
9.4.2.2 Hipótesis De secuencia de Falla Piso 4.....	64
9.4.2.3 Hipótesis De secuencia de Falla Piso 6.....	67
9.4.2.4 Hipótesis De secuencia de Falla Cubierta.....	70
9.5 Vulnerabilidad como fracción de la resistencia de la edificación.....	72
9.6 Vulnerabilidad como fracción de la rigidez de la edificación.	72
10. Ensayos En La Edificación	73
10.1 Ensayos Calidad de concreto resistencia a la compresión y detector de acero.....	73
11. Análisis De Resultados De Lesiones Patológicas Y Vulnerabilidad Sísmica	76
11.1 Descripción de daños reportados en Historia clínica.....	76
11.1.1 Análisis de daños reportados en Historia clínica.	76
11.1.2 Clasificación y origen de las patologías.....	77
11.1.2.1 Zona Sótano Bajo Plazoleta.....	77
11.1.2.2 Zona Primer Piso en Patios y sótano bajo estos.....	79
11.2 Descripción De la vulnerabilidad sísmica de la edificación	84
11.2.1 Análisis Vulnerabilidad de la edificación.....	84
11.2.2 Clasificación y origen de la patología de vulnerabilidad ante condiciones sísmicas. 84	
12. Propuesta De Intervenciones Lesiones Sótano Y Terrazas.....	85
12.1 Intervención para reparación de humedades, fisuras, erosiones, deformación, suciedades y desprendimiento de acuerdo a las lesiones mostradas en la historia clínica....	85
El proceso de impermeabilización se llevará a cabo en tres etapas:.....	86
12.1.1. Realizar un proceso retiro de acabados, alistado y de limpieza del área a intervenir.	86
12.1.2 Luego ruteo de las fisuras.	86
12.1.3 Instalación de membrana de Asfalto.....	88
12.1.4 Materiales para implementar solución Humedades	92
12.2 Intervención cerramiento lateral patios.....	93
12.2.1 Materiales para implementar solución cerramiento	94
13. Propuesta De Intervenciones Reforzamiento Para Cumplir Vulnerabilidad Sísmica NSR-10	95
13.1 Análisis de intervención para reforzamiento según análisis de vulnerabilidad	96
13.2 Ajuste de resultados	98

13.3	Análisis de Refuerzo a momento en Vigas	99vi
13.4	Detalles de Refuerzo a momento en vigas	103
13.5	Detalles de Refuerzo de muros de concreto reforzado	104
13.6	Análisis de refuerzo en cimentación implementar.....	106
13.7	Vulnerabilidad como fracción de la resistencia de la edificación.....	109
13.8	Vulnerabilidad como fracción de la rigidez de la edificación	109
13.9	Materiales para implementar solución estructural	109
14.	Programación Y Presupuesto Intervención Lesiones Sótano Y Terraza	111
14.1	Presupuesto intervención lesiones sótano y terraza	111
14.2	Programación intervención lesiones sótano y terraza	112
15.	Programación Y Presupuesto Reforzamiento Para Cumplir Con Vulnerabilidad Sísmica NSR-10.....	113
15.1	Presupuesto reforzamiento para cumplir con vulnerabilidad sísmica NSR-10	113
15.2	Programación reforzamiento para cumplir con vulnerabilidad sísmica NSR-10	115
16.	Conclusiones Y Recomendaciones	117
17.	Bibliografía	120
Anexos	121

Lista de tablas

vii

Tabla 1. Tabla Promedio de Precipitación.....	23
Tabla 2. Tabla Convenciones Descripción y	28
Tabla 3. Tabla Registro Estratigráfico	34
Tabla 4. Tabla Ensayo de Compresión Inconfinada (Muestra 2)	36
Tabla 5. Tabla Ensayo de Compresión Inconfinada (Muestra 4)	37
Tabla 6. Tabla Ensayo de Compresión Inconfinada (Muestra 5)	38
Tabla 7. Tabla Ensayo para clasificación de suelos (Muestra 1)	39
Tabla 8. Tabla Ensayo para clasificación de suelos (Muestra5)	40
Tabla 9. Tabla Ensayo para el peso unitario de un suelo	41
Tabla 10. Tabla Resumen Ensayos Realizados.....	42
Tabla 11. Descripción del suelo lacustre 200, según microzonificación sísmica de Bogotá.....	43
Tabla 12. Tabla Análisis de Capacidad de Pilotes	44
Tabla 13. Parámetros Sísmicos. Espectro de Respuesta	53
Tabla 14. Tabla A.3- A. Sistema Estructural de Pórtico Resistente a Momentos	55
Tabla 15. Avalúo de cargas losa de entrepiso.....	57
Tabla 16. Tabla Avalúo de Cargas Losa de Cubiertas.....	57
Tabla 17. Resumen de resultados.....	73
Tabla 18. Tabla Convenciones Descripción y	85
Tabla 19. Durabilidad y confiabilidad del Sika, en diferentes materiales de aplicación	90

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación del conjunto residencial la estancia I.	9
Figura 2. Localización en planta conjunto residencial La Estancia I.	10
Figura 3. Frente conjunto residencial la Estancia I.....	12
Figura 4. Sótano bajo terraza plazoleta.....	13
Figura 5. Sótano bajo patios Aptos piso	13
Figura 6. Terrazas patios primer piso	14
Figura 7. Muro perimetral patios aptos primer piso	14
Figura 8. Carta solicitud estudio al conjunto..	16
Figura 9. Localización de conjunto la Estancia con zonas y predios colíndales	20
Figura 10. Colindancia por calle 163B.	20
Figura 11. Colindancia por carrera 50	21
Figura 12. Parque colinda por el norte.....	21
Figura 13. Zonas verdes aledañas al conjunto Residencial la Estancia I.....	22
Figura 14. Fachada principal lado sur conjunto.....	25
Figura 15. Fachada oriental conjunto.....	25
Figura 16. Localización de daños primer piso.	29
Figura 17. Localización de daños en el sótano de la edificación.....	30
Figura 18. Registro Fotografico sondeo/pique.....	35
Figura 19. Espectro	53
Figura 20. Diseño toda la estructura	59
Figura 21. Plano de la secuencia de falla (Momento).....	60
Figura 22. Plano de secuencia de falla (Cortante).	61
Figura 23. Sobre Esfuerzos de Columnas en el Sótano.	62
Figura 24. Sobre esfuerzos de columnas piso 2.....	63
Figura 25. Plano secuencia de fallas (Momento) piso 4.	64
Figura 26. Plano de secuencia de fallas (Cortante) 4 piso.	65
Figura 27. Sobre esfuerzos columnas piso 4.....	66
Figura 28. Plano de secuencia de fallas (momento) piso 6.....	67
Figura 29. Plano de secuencia de fallas (Cortante) piso 6.	68
Figura 30. Sobre esfuerzos columnas piso 6.....	69
Figura 31. Plano de secuencia de fallas (Momento) nivel 8.....	70
Figura 32. Plano se secuencia de fallas (Cortante) nivel 8	71
Figura 33. Fisuras.....	73
Figura 34. Fisuras en columna (a).....	74
Figura 35. Vista de la plazoleta en primer piso, bajo esta zona se encuentra el sótano con las patologías ya mostradas y relacionadas	79
Figura 36. Muestra diferencia de pisos entre modulo principal y terrazas de un piso.....	80
Figura 37. Zona externa patios.....	83
Figura 38. Patio en el primer nivel.....	83
Figura 39. a) Plazoleta a intervenir b) Patios a intervenir.....	85

Figura 40. Ejemplo de ruteo de fisuras	87
Figura 41. Etapas de sellos de fisuras	88
Figura 42. Muestra instalación de Sikamanto.....	89
Figura 43. Esquema como debe quedar el muro de cerramiento	93
Figura 44. Modelo con muros de concreto a implementar	96
Figura 45. Muestra localización en planta de columnas	97
Figura 46. Muestra localización de zonas a reforzar en vigas con fibras de carbono.....	103
Figura 47. Muestra tipos de reforzamiento en vigas	103
Figura 48. Muestra esquema despiece en planta de muros a implementar	104
Figura 49. Muestra esquema despiece de muros a implementar	105
Figura 50. Pilotes a Implementar	108

Resumen

El presente estudio patológico desarrolla el análisis de causas de lesiones en sótano y terrazas que se encuentran en un conjunto residencial en la ciudad de Bogotá y propone alternativas de solución para las mismas. En el primer piso hay unas terrazas las cuales están descubiertas y por allí se filtran las aguas hacia el sótano, lo cual es el factor causal de las lesiones encontradas.

Mediante esclerometría y falla de núcleos del paciente, se determina la resistencia del concreto existente. Se realizó el análisis de vulnerabilidad sísmica de la edificación concluyendo que esta no cumple con la norma NSR-10 y tiene un sistema de cimentación que no controla de manera correcta los asentamientos y transmisión de cargas al suelo.

Se proponen dos soluciones: la primera, que busca generar actividades de mantenimiento periódicas en el paciente con el sellado de fisuras e impermeabilización de las terrazas que dejan filtrar las aguas al sótano. La segunda, contiene intervenciones para cumplir con la norma NSR-10, además de mejorar la cimentación para que ésta tenga la capacidad de controlar asentamientos diferenciales.

Palabras Clave

Lesiones, edificio, vulnerabilidad, sótano, patología, impermeabilización, reforzamiento, cimentación, pilotes, fisuras.

Abstract

The present pathological study develops the analysis of causes of basement injuries and terraces that are in a residential complex in the city of Bogotá and proposes alternative solutions for them. On the first floor there are some terraces which are uncovered and the waters seep into the basement, which is the causal factor of the injuries found. The resistance of the existing concrete is determined by sclerometry and patient core break. The seismic vulnerability analysis of the building was carried out concluding that it does not comply with the NSR-10 standard and has a foundation system that does not correctly control the settlement and transmission of loads to the ground.

Two solutions are proposed: the first, which seeks to generate periodic maintenance activities in the patient with the sealing of fissures and waterproofing of the terraces that allow the water to seep into the basement. The second one contains interventions to comply with NSR-10, in addition to improving the foundation so that it has the capacity to control differential settlements.

Keywords

Injuries, building, vulnerability, basement, pathology, waterproofing, reinforcement, foundation, piles, cracks.

1. Introducción

El presente estudio patológico se realiza para en el “Conjunto Residencial La Estancia” ubicado en la Calle 163B No 50-32 en Bogotá D.C., el cual presenta una serie de daños en la estructura de los sótanos, el daño más notorio es la filtración de agua lluvia, estas caen del primer piso hacia los sótanos. El área de especial atención es la plazoleta social puesto que las aguas lluvias caen directamente a las placas de terrazas generando filtración hacia los sótanos, causando daños en las mismas placas, otro daño que también se evidencia es el de asentamientos diferenciales, entre otros que se presentan. Debido a esta problemática evidente se tomó este conjunto residencial para realizar los estudios patológicos y de análisis de vulnerabilidad sísmica necesarios para así dar un diagnóstico que permita mitigar o corregir este tipo de fallas que se presentan en esta la edificación, la cual está afectando la integridad física y psicológica de los residentes de este conjunto.

A partir de los conocimientos obtenidos en la Especialización de Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomás, se realizó una investigación que permitió desarrollar una serie de estudios, divididos en etapas encaminadas en encontrar las causas que han ocasionado estos daños a la estructura y las soluciones a los diferentes daños observados en el área de los sótanos del conjunto residencial en mención.

Es así donde en una primera etapa se realizó una visita en sitio donde se observaron los daños ya descritos, se recopiló una información para generar un informe preliminar el cual obtuvo una aprobación por la especialización para tomarlo como objeto de investigación (Paciente).

A continuación se procede con la recopilación de información de la estructura tomando documentos existentes como planos, licencias de construcción, versiones orales de administración y personal operativo del conjunto sobre la historia y comportamiento de la edificación, verificación de documentación sobre el conjunto en entidades gubernamentales, levantamiento arquitectónico y de elementos estructurales de los sótanos y terrazas, levantamiento de lesiones observadas, registro fotográfico.

Teniendo la información recopilada, se formulan hipótesis de las causas de las lesiones halladas validando las mismas con ensayos sobre la estructura, observación y seguimiento de lesiones concretas (Por ejemplo, fisuras y humedades) y para analizar el comportamiento general de la estructura, se realiza el análisis de vulnerabilidad sísmica. Es preciso resaltar que esta evaluación de vulnerabilidad se realiza a toda la zona de sótano, losa de primer piso y a un bloque de seis pisos en el costado de las terrazas de patios del conjunto. Dado que el alcance del TPI es del sótano, primer piso y terrazas; para efectos de realizar un análisis y un ejercicio académico enriquecedor, tendremos un modelo de toda la edificación de la manera antes descrita.

Una vez encontradas las causas de los daños, se generaron unas propuestas de intervención para mejorar las condiciones de los elementos que tienen daños generando así unas memorias, planos, presupuesto y especificaciones con descripciones de desarrollo en obra que conlleven a que se ejecuten labores de menor impacto en la estructura y que mejoren su calidad.

Partiendo de la problemática que vive el conjunto residencial La Estancia donde en su área de sótanos y terrazas se notan unas afectaciones como: humedades, deformaciones,

fisuras, asentamientos diferenciales, desprendimientos, erosiones en el concreto, desprendimientos de enchapes, etc., con los cuales los residentes del edificio así como sus administradores evidencian un deterioro de la estructura que además afectan a las personas, los vehículos y objetos que permanecen o transitan por estas áreas.

El proyecto se realiza mediante una investigación de campo y técnica, con el cual se encuentran las razones y hechos que causan los daños descritos anteriormente; entregando un documento con una serie de etapas que permite llegar a soluciones de intervención que mejoran, mitigan o reparan las lesiones en la estructura de la edificación, para realizar estas etapas es importante fundamentarse en la normativa, ensayos, documentos existentes del proyecto y estudios aplicados con los cuales se lleguen a soluciones y conclusiones enmarcado al contexto aplicado para el conjunto residencial la estancia.

Se entrega un documento que contiene los estudios, planos, memorias, presupuesto y especificaciones de las labores a ejecutar encaminadas a la mejoría o solución de la problemática del paciente.

2. Objetivos

2.1 General

Desarrollar el estudio patológico al sótano en el área de plazoleta, en el Conjunto Residencial la Estancia, ubicado en la localidad de Usaquén (Bogotá D.C.), fundamentándose en las normativas para construcción y los ensayos no destructivos vigentes en la actualidad.

2.2 Específicos

2.2.1 Inspeccionar la edificación en estudio y contrastar con documentación técnica y la reglamentación legal vigente.

2.2.2 Localizar e identificar las lesiones presentadas en la estructura estudiada, mediante inspecciones de las cuales se dejarán documentadas.

2.2.3 Realizar estudio de vulnerabilidad sísmica siguiendo los lineamientos planteados en la clase y el capítulo A-10 de la NSR-10.

2.2.4 Definir causas de las lesiones identificadas.

2.2.5 Proponer soluciones de reparación, reforzamiento, mejoramiento o reconstrucción de las lesiones identificadas.

2.2.6 Determinar la terapéutica de la edificación, si es preventiva o curativa.

3. Marco Referencial

3.1 Teórico

Hoy en día la lucha constante por la superación económica, para poder mejorar la calidad de vida de las personas, genera un desarrollo en ciertos sectores económicos, como es el caso de la construcción según lo sugerido por Ventura 2004:

En las sociedades desarrolladas, los parámetros de confort y seguridad son cada vez más demandados en todos los órdenes de las actividades humanas y sociales. En el caso de la vivienda propia y de otros edificios que se utilizan para todo tipo de actividades, las sociedades urbanas actuales pasan la mayor parte de su vida en estos, por esta razón los anteriores parámetros adquieren una dimensión de especial relevancia (p8).

Conforme al diccionario de la RAE, la palabra calidad viene del latín "qualitas" y se define como "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor". En definición de la norma ISO 9000 2001 "Calidad es la facultad de un conjunto de características inherentes de un producto, sistema o proceso para cumplir los requisitos de los clientes y de otras partes interesadas".

Aplicadas las definiciones anteriores al campo de la edificación y considerando el edificio como el producto final de un complejo proceso

industrial, podríamos definir la calidad de la edificación, de una forma muy genérica, como la serie de condiciones que debe reunir un edificio para que cumpla las condiciones básicas para las que ha sido construido.

Las condiciones de funcionabilidad del edificio, las de seguridad, en todos los aspectos del mismo, y las de habitabilidad; en una palabra los que corresponden a las condiciones de confort y seguridad que son intrínsecos la calidad en la edificación. (López, Ventura, Santacruz, Torreño y Ubeda, 2004, P8)

3.2 Legal

La primera reglamentación sismo resistente nacional fue expedida por el Gobierno por medio del Decreto 1400 del 7 de junio de 1984, la primera actualización, correspondiente al Reglamento NSR-98, fue expedida por medio del Decreto 33 del 9 de enero de 1998 y la segunda actualización, correspondiente al *Reglamento NSR-10*, se expidió por medio del *Decreto 926 del 19 de marzo de 2010* y ha sido modificado por medio del *Decreto 2525 del 13 de julio de 2010*, el *Decreto 0092 del 17 de enero de 2011* y el *Decreto 0340 del 13 de febrero de 2012*.

El Objetivo principal de emplear las normas sismos resistentes es en la construcción y edificación es según La Comisión Asesora para el régimen de construcciones, NSR_10. 1997:

Presentar los requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la

ocurrencia de un sismo fuerte. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de las normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad, como un subproducto de la defensa de la vida. Ningún Reglamento de sismo resistencia, en el contexto mundial, explícitamente exige la verificación de la protección de la propiedad, aunque desde hace algunos años existen tendencias en esa dirección en algunos países (p7)

Cuando una edificación no ha cumplido con las normas antisísmicas se han presentado caída de las estructuras dejando víctimas humanas, la norma Antisísmica ayuda a mitigar los efectos naturales asegurando la integridad física de las personas durante los sismos.

3.3 Histórico

De manera histórica, las personas buscan calidad y confort en los lugares y zonas que hacen parte de su vivienda. Es así, para el caso del conjunto residencial La Estancia donde para sus habitantes y los profesionales que han visitado la edificación, según lo manifestaron a los autores en las visitas realizadas, las lesiones y daños manifestados en el sótano y terrazas de primer piso han sido causa de preocupación ya que ven como su propiedad ha tenido un desgaste combinado con daños y que al paso de los años causa deterioro en varios elementos de la edificación.

De esta manera y sabiendo lo definido en el marco teórico y legal se busca en este documento generar una investigación que mejore las condiciones de calidad de la estructura buscando evitar daños más graves que afecten la integridad de los habitantes del edificio y así como daños en la estructura y las instalaciones del caso de estudio.

4. Alcances Y Limitaciones

El presente estudio se llevó a cabo en el conjunto residencial La Estancia I Calle 163B No 50-32, localidad de Usaquén (Bogotá D.C.) como se aprecia en la figura 1. Nuestro proyecto de grado solamente toma las áreas de los sótanos y terrazas de primer piso donde se aprecian las diferentes lesiones como son: humedades, erosiones, desprendimientos, fisuras, pero en el análisis de vulnerabilidad sísmica se tendrá en cuenta que se genera un modelo completo de la estructura evaluando los diferentes índices de revisión según el título A-10 de la NSR-10 y los lineamientos dados en clase para el área de sótano y losa de primer piso así como el módulo de seis pisos del lado de patios de la edificación.

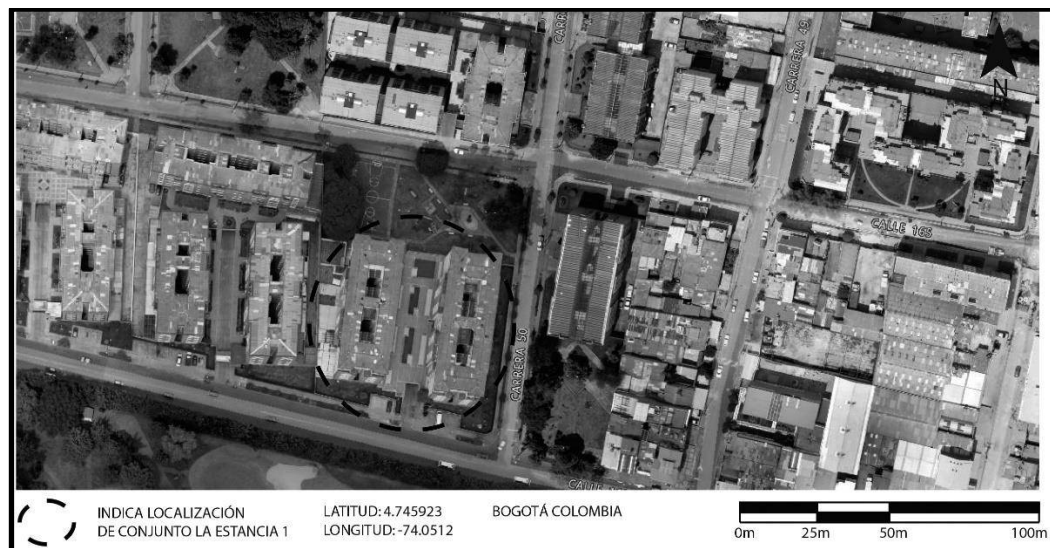


Figura 1. Ubicación del conjunto residencial la estancia I. Tomada de <https://mapas.bogota.gov.co/>

Se limita el estudio con un modelo estructural de toda la edificación evaluando primer piso y el módulo de 6 pisos del costado occidental.

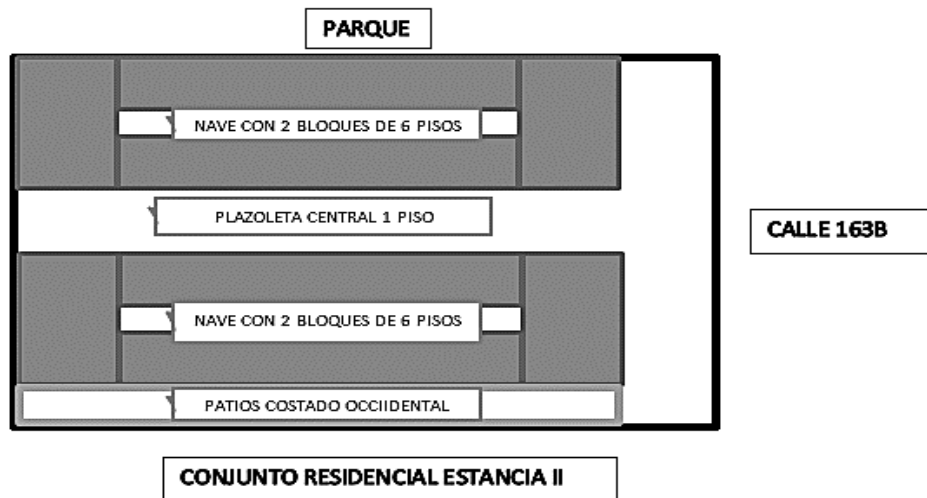


Figura 2. Localización en planta conjunto residencial La Estancia I. Realizado por el autor del presente documento.

5. Metodología

5.1 Selección Del Paciente

En abril de 2018 la administración del conjunto residencial la Estancia I solicitó una visita a los autores para revisar unos daños que se vienen presentando en el conjunto y se enfocó en las humedades de los sótanos y los daños en los muros perimetrales de cerramiento que se encuentran sobre la terraza de primer piso en los patios de los apartamentos de esta zona.

Se observaron los daños y se deja sentado lo apreciado en la inspección, en el acta de visita de acuerdo con los daños en zonas solicitadas por la administración del conjunto.

Una vez creada la necesidad de obtener un buen paciente para desarrollar el TPI, se tiene en cuenta la estructura en mención ya que posee diferentes lesiones en la zona de sótano y terrazas de piso 1, contando muro de cerramiento lateral, allí se evidencian diferentes daños como, humedades, erosión, desprendimiento, corrosión de acero, fisuras grietas, asentamientos diferenciales. Se le informó a la administradora del conjunto residencial la posibilidad de realizar el proyecto de TPI en las zonas donde se muestran los daños, de lo anterior se indicó en qué consistía el trabajo y los posibles pasos o etapas a realizar, así como la posibilidad de realizar unos ensayos en campo para una mejor valoración de las causas y estado de los elementos que presentan los daños y lesiones; a lo anterior, la respuesta fue positiva.

5.2 Descripción Y Planteamiento Del Estudio

5.2.1 Inspección preliminar de la edificación.

El conjunto residencial la Estancia I consta de dos naves cada una con dos módulos de edificios de cinco pisos con altillo (Figura 3) y sótano este último funciona como parqueadero vehicular en medio de las dos naves se tiene una zona de terraza donde funciona zona peatonal comunal con áreas duras las cuales no tiene cubierta alguna, en el ala occidental se desprende una terraza que funciona como patios de cinco apartamentos en primer piso, se observa que es una sola edificación, no tiene juntas de dilatación que demuestren varias estructuras, el conjunto colinda por el costado sur con la calle 163 vía vehicular doble carril, por el occidente con el conjunto residencial estancia II y por el costado norte y oriental con un parque vecinal.



Figura 3. Frente conjunto residencial la Estancia I. Foto tomada de Google Earth

Se observa en la zona de los sótanos bajo la plazoleta y los patios de primer piso una serie de lesiones como humedades, erosiones, desprendimientos, corrosión de acero, fisuras y grietas, además en los muros de cerramiento de los patios costado occidental se

observa una fisuración, agrietamiento y deformación, como se puede apreciar en las Figuras 4, 5, 6 y 7.



Figura 4. Sótano bajo terraza plazoleta. Tomada por los integrantes de la investigación.



Figura 5. Sótano bajo patios Aptos piso. Tomada por los integrantes de la investigación



Figura 6. Terrazas patios primer piso. Tomada por los integrantes de la investigación



Figura 7. Muro perimetral patios aptos primer piso. Tomada por los integrantes de la investigación

5.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.

Para la ejecución del estudio se validó con la administradora del conjunto residencial La estancia la información técnica y administrativa que se tiene de la construcción del conjunto, de esto se obtuvo la siguiente información:

1. Planos Arquitectónicos. (Anexos A-1 y A-2)
2. Planos Eléctricos.
3. Documento licencia Inicial de Construcción del Conjunto-1990.

De la Investigación en entidades Públicas se obtuvo la siguiente Información:

4. Consolidado que recopila la información relevante para el desarrollo urbanístico de la ciudad.
5. Estratificación.
6. Licencia 2011.
7. Norma
8. Ronda.

De la exploración en campo se realizó las siguientes actividades:

9. Visita preliminar con recolección de registro fotográfico.
10. Levantamiento arquitectónico y estructural de la edificación.
11. Levantamiento de lesiones en el sótano bajo zona de terrazas de primer piso, levantamiento de fisuras.
12. Ensayos a tener en cuenta en la investigación toma de medida de fisuras con fisurómetro, esclerómetro, toma de un núcleo, detección de acero y un sondeo a 8 metros de profundidad con muestreo y ensayos de laboratorio.

5.2.3 Permisos y autorizaciones para la realización del estudio en la zona afectada.

A continuación, se relaciona la carta de solicitud de permiso al conjunto y la respuesta positiva por parte del conjunto ver figura 8.

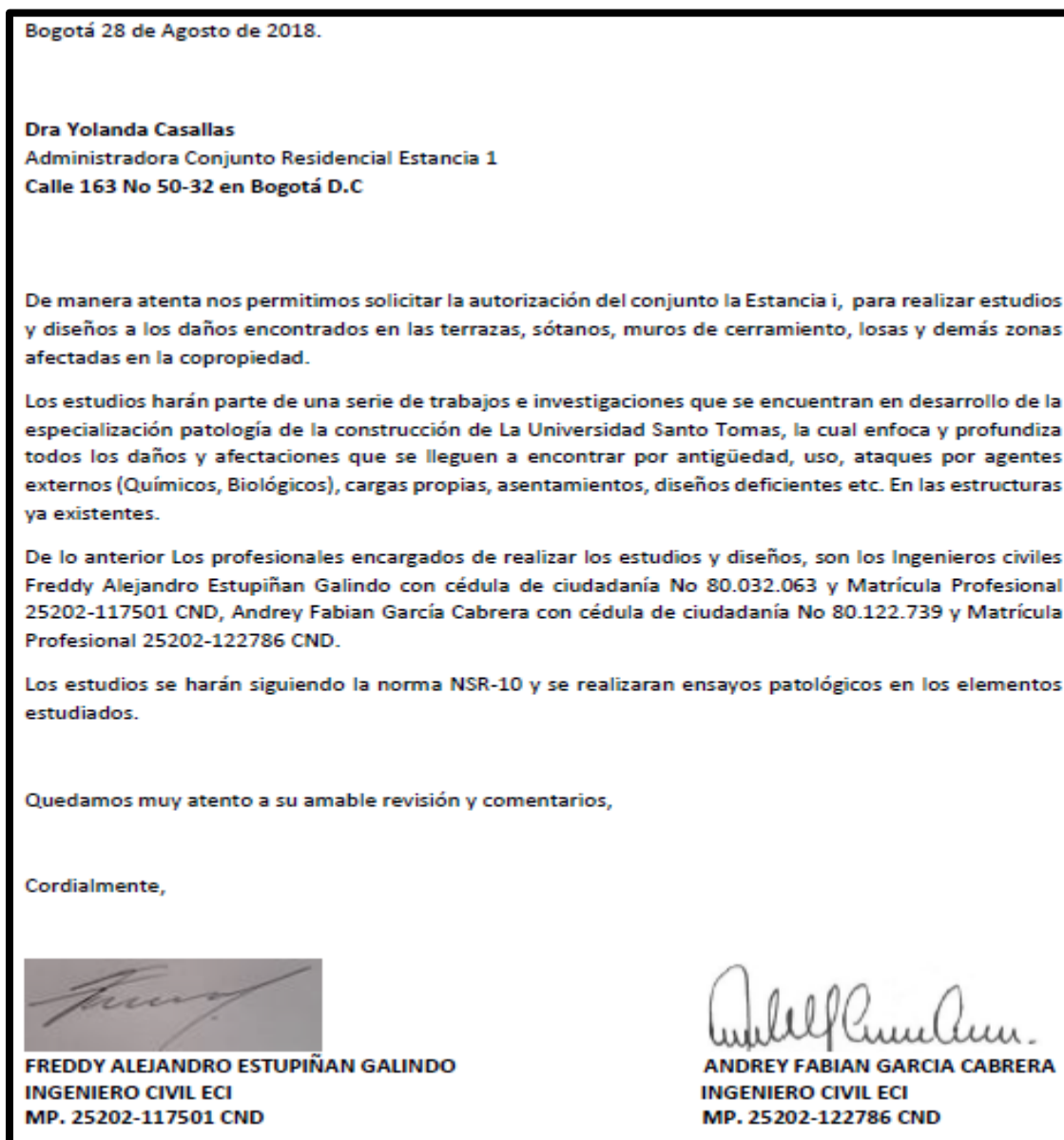


Figura 8. Carta solicitud estudio al conjunto. Elaborada por la administradora del conjunto.

5.2.4 Parámetros y equipo de trabajo que realizará la exploración.

La exploración se realizará en dos tipos de trabajo uno en el cual se realizó el levantamiento arquitectónico, estructural y de lesiones encontradas en la edificación en la zona de sótanos y terrazas de primer piso, el segundo tipo de trabajo son los ensayos de patología.

- ✓ Levantamiento arquitectónico, estructural y de lesiones en la estructura se realizó con los ingenieros Freddy Estupiñán, Andrey García y los auxiliares Daniel García y Jefferson Cifuentes, la digitalización del levantamiento estuvo a cargo de los ingenieros.
- ✓ Para verificación de elementos de estructura en cuanto a daños y estado actual se realizarán los ensayos mediante equipos de la empresa SOEING SAS, con los operarios Jefferson Cifuentes.

5.2.5 Equipo y procedimiento para realizar la exploración.

- ✓ El Levantamiento arquitectónico, estructural y de lesiones en la estructura se ejecutó mediante distanciómetro láser marca Bosch, flexómetro y cámara fotográfica.
- ✓ Se realizó medición de resistencia del concreto con esclerómetro marca esclerómetro tipo N marca Controls 58C0181/N, revisión de acero con detector de metales en concreto con equipo WALLSCANNER D - tect 150-reinforced concrete, medición de fisuras con fisurómetro, equipo de toma de núcleos.

6. Historia Clínica Y Levantamiento De Lesiones

6.1 Responsables del estudio.

Equipo conformado por:

Ing. Civil, Freddy Alejandro Estupiñán Galindo M.P. 25202-117501CND

Ing. Civil, Andrey Fabián García Cabrera M.P. 25202-122786CND

6.2 Fecha de realización del estudio

Septiembre de 2018, Cohorte 2018 - 2

6.3 Datos generales de la edificación:

Nombre: Conjunto Residencial La Estancia I

Localización: Calle 163B No 50-32, Bogotá D.C

Uso: Residencial

Fecha de construcción: Tiempo aproximado de construcción 28 años, según información suministrada por la administración del Edificio año 1990.

Sistema constructivo: Estructuralmente el conjunto se conforma por un sistema estructural de pórticos en concreto reforzado resistente a momentos, el cual es un sistema aprobado por la norma NSR-10 para zonas de riesgo sísmico intermedio, el pórtico se considera como DMO con capacidad de disipación de energía moderada, en sótanos se muestra un sistema de losas aligeradas en una dirección con viguetas en concreto reforzado con losetas superior e inferior, la cubierta es liviana con sistema de canalización y bajantes en buen funcionamiento, en muros se tiene mampostería a la vista en fachadas combinada con muros pañetados, estucados y pintados.

Uso actual y previsto del sector: Residencial, compatible según lo previsto en el POT.

Importancia del paciente: Según el Título A.2.5 de la NSR- 10, nuestro paciente pertenece al grupo I, Estructuras de Ocupación Normal. Coeficiente de importancia: 1. Normativa actual que lo rige: Ajustado a NSR10.

6.4 En la edificación y/o construcción civil:

Tipo de cimentación: Dados cabezal con pilotes de diámetro 30 cm a 12m

Altura: Total 17,38m. Altura Sótano: 2,40m

Área (número de pisos): 5 pisos, Altillo, Sótano.

Estado general de construcción

Información existente: Para el alcance de la presente investigación descrito en el numeral 5, la conformación estructural de esta zona es la siguiente: Pórticos de concreto reforzado resistente a momentos.

Los planos

6.5 Datos generales del entorno:

6.5.1 Edificaciones u obras aledañas.

Las edificaciones aledañas del conjunto residencial La Estancia I el cual se ubica en la Calle 163B No 50-32 de Bogotá Figura 9, es urbana basándose en parques vecinales y conjuntos residenciales de aproximadamente la misma altura como se aprecia en las figuras 10, 11 y 12, edificios en 5 y pisos de altura de tipo residencial con apartamentos y áreas comunales, esto se conjuga con zonas de viviendas de arquitectura variable, en el costado sur colina con la vía el 163 B la cual separa al conjunto del club El Carmel, este manifiesta grandes áreas verdes campestres. A continuación, se muestran imágenes que describe la zona.



Figura 9. Localización de conjunto la Estancia con zonas y predios colíndales. Foto adaptada tomada de <http://idiger.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fa4b277533584c3a95a9208b4d542e19>

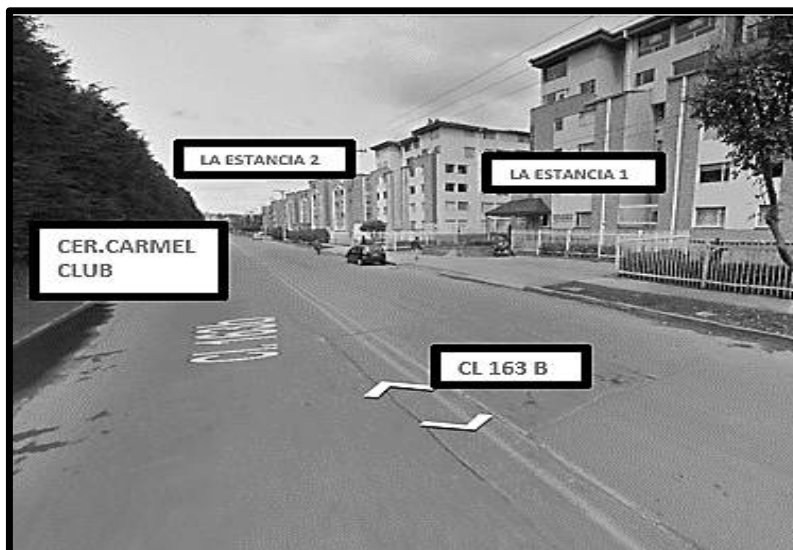


Figura 10. Colindancia por calle 163B. Foto adaptada tomada de <http://idiger.maps.arcgis.com>



Figura 11. Colindancia por carrera 50. Foto adaptada tomada de <http://idiger.maps.arcgis.com>



Figura 12. Parque colinda por el norte. Foto adaptada tomada de <http://idiger.maps.arcgis.com>

6.5.2 Medio ambiente

Como se mostró y se describió en el ítem anterior es una zona urbana con parques vecinas y se hace una mención especial ya que enfrente tiene la vía V1 163 B la cual separa al conjunto del Carmel Club que se nota con grandes zonas verdes campestres, como se aprecia en la figura 13.



Figura 13. Zonas verdes aledañas al conjunto Residencial la Estancia I.
Foto tomada de google earth

Tiene cerca parques vecinales donde se muestran zonas verdes con vegetación tradicional de la sabana de Bogotá, el conjunto colinda por el sur con la cl 163B, por el oriente con la CR 50, por el occidente con el conjunto residencial La Estancia II, por el Norte con un parque vecinal, aproximadamente a 4 cuadras hacia el oriente se encuentra al autopista norte donde circula el sistema masivo de transporte urbano Transmilenio. A cinco cuadras hacia el occidente se encuentra el canal Córdoba.

6.5.3 Precipitaciones en Bogotá

Tabla 1. Tabla Promedio de Precipitación. <https://es.climate-data.org/americadel-sur/colombia/bogota/bogota-5115/>

TABLA CLIMÁTICA // DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO BOGOTA												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	13.2	13.5	13.9	14	13.8	13.4	13.1	13.1	13.2	13.3	13.5	13.4
Temperatura min. (°C)	7.2	7.6	8.6	9.2	9.3	9.1	8.7	8.5	8.2	8.5	8.6	8
Temperatura máx. (°C)	19.2	19.4	19.3	18.8	18.4	17.8	17.6	17.8	18.2	18.2	18.4	18.8
Temperatura media (°F)	55.8	56.3	57.0	57.2	56.8	56.1	55.6	55.6	55.8	55.9	56.3	56.1
Temperatura min. (°F)	45.0	45.7	47.5	48.6	48.7	48.4	47.7	47.3	46.8	47.3	47.5	46.4
Temperatura máx. (°F)	66.6	66.9	66.7	65.8	65.1	64.0	63.7	64.0	64.8	64.8	65.1	65.8
Precipitación (mm)	34	46	67	113	102	63	47	47	56	119	112	60

6.5.4 Nivel freático y escorrentías

Los niveles freáticos en esta zona son altos y varían entre 1.50 y 2.80m de profundidad, escorrentía la cerca cómo se mencionó anteriormente está a 5 cuadras aproximadamente hacia el occidente del conjunto y es el canal Córdoba, también tenemos el parque y zonas verdes aledañas que filtran agua hacia el suelo, en especial el parque con el colinda el conjunto por la zona Norte que está causando humedades y lesiones en el muro de ese costado del conjunto en el sótano.

6.6 Arquitectura (descripción general)

6.6.1 Estilo arquitectónico.

Calificación: Arquitectónicamente el conjunto se basa en dos módulos principales cada uno de cinco pisos y altillo, en medio de los módulos se tiene una zona en plazoleta en la terraza de primer piso, debajo de todas estas áreas se tiene un sótano con depósitos y parqueaderos. El conjunto tiene un uso residencial, con zonas comunales, la fachada maneja una jerarquía a nivel de materialidad con unos volúmenes que resalta debido a su acabado en mampostería. En planta, maneja simetría en su eje longitudinal y asimetría en su eje transversal, al tener una plazoleta central maneja un estilo tipo claustro basando en esta zona su centralidad generando alrededor de estas zonas de circulación comunal.

Por temas de habitabilidad se observa una adecuada implantación y localización de sus patios ya que están ubicados en las zonas donde sale y se oculta el sol, brindando así una adecuada iluminación y ventilación de espacios como cocinas y baños.

En este caso, el acceso al conjunto esta por la cl 163 B, la cual se considera como la principal, como se ve en la figura 14. Es conveniente dejar accesos por la vía secundarios dados los temas de congestión vehicular y con esto mantener una óptima circulación.



Figura 14. Fachada principal lado sur conjunto. Fuente los autores



Figura 15. Fachada oriental conjunto. Fuente los autores

6.6.2 Contexto histórico y demográfico.

Dentro del contexto histórico y demográfico del desarrollo de la construcción en Colombia, es importante resaltar según: Lean Construcción Enterprise, LCE. 2012 *Historia del sector de la construcción en Colombia: 1972-2012*. Recuperado de <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/historia-del-sector>.

A comienzos de los ochentas la vivienda de interés social (VIS) recibió una atención particular por parte de las políticas gubernamentales, no sólo a través del ICT sino mediante la regulación de la composición del crédito ofrecido por las CAV, de manera que éstas destinaran parte de aquel a la VIS (Dávila, No publicada). Asimismo, las entidades financieras - las CAV incluidas - tuvieron que hacer inversiones forzosas en bonos del ICT. Sin embargo, entre 1987 y 1990 el déficit habitacional continuó creciendo en más de 200.000 hogares (Hommes et al., 1994).

En 1990 las reformas en el modelo de desarrollo económico abarcaron también a la VIS, buscando incentivar tanto la demanda mediante subsidios estatales directos a los hogares de menores ingresos, como mayor participación del sector privado – el sistema financiero y empresas constructoras - en la atención a la VIS (Hommes et al., 1994). Entre 1991 y 1994 se promovieron 400.000 soluciones de vivienda, cifra que triplicó los promedios del ICT y otras entidades gubernamentales. En este periodo se

presentó un crecimiento inusitado del sector de la construcción, tanto en VIS como en no VIS (Hommes et al., 1994).

Entre 1990 y 1997 el crédito hipotecario creció 165% en términos reales.

En 1996 comenzaron a caer los precios de la finca raíz, produciendo un rezago del crédito y la construcción (Urrutia & Namen, 2011). (p1)

6.6.3 Materiales, sistema constructivo, proceso constructivo (técnico y tecnológico)

En la construcción se utilizaron materiales tradicionales como lo son a nivel estructural concreto reforzado, con una resistencia a la compresión del concreto de 21 MPa, acero de 42 MPa, el sistema estructural es en pórticos resistente a momentos en las dos direcciones, la losa de entrepiso es aligerada en un sentido con espesores de 30 cm, con aligeramientos en casetón doble torta superior e inferior con malla electrosoldada, la cimentación es en dados cabezal con pilotes profundos, la losa de contrapiso es maciza en concreto reforzado con dilataciones para inducir fisuras y controlar la retracción de fraguado. Se utilizó formaleta en madera, se termina en cubierta liviana con correas en perfilería metálica.

A nivel arquitectónico tiene mampostería en arcilla en bloque No 5, enchapes en cerámica, acabados interno con estuco y pintura, en algunas zonas de la fachada se nota acabado en ladrillo a la vista, los pisos son de cerámica tipo gres, los entrepisos son en placa aligerada con recubrimiento en mortero con estuco y pintura. Tienes zonas comunales como salón comunal, área administrativa, portería, cuartos de almacén.

A la plazoleta central se le realizó una remodelación con jardineras y áreas con recubrimiento en césped sintético, enchapes en cerámica tipo gres, algunas zonas con granito. La teja es en asbesto cemento, carpintería metálica para ventanearía y puertas en acero pintado.

6.7 Aplicación patológica:

Geriátrica: es de aplicación geriátrica por tratarse de una edificación de más de 5 años de antigüedad

6.8 Levantamiento, afectaciones y evaluación de la lesión identificando materiales y dimensiones.

Para la ejecución del levantamiento de lesiones se realizó varias visitas de campo al edificio del proyecto donde se relacionaron las lesiones en las fichas y formatos con su descripción, registro fotográfico y localización estas fichas se anexan al presente informe, en la tabla 2, se relaciona descripción y cantidad de lesiones observadas en el paciente y las fichas se muestran en el anexo A-1.

Tabla 2. Tabla Convenciones Descripción y Cantidades por lesión

CONVENCIONES	DESCRIPCION			CANTIDAD
SMD	Sótano	Mecánica	Deformación	2
SMDP	Sótano	Mecánica	Desprendimiento	3
SMF	Sótano	Mecánica	Fisuras	1
SMG	Sótano	Mecánica	Grietas	1
SME	Sótano	Mecánica	Erosiones	1
SFH	Sótano	Física	Humedades	7
SQC	Sótano	Química	Corrosión	2
SBV	Sótano	Biológica	Vegetal	1
TMD	Terraza Patios	Mecánica	Deformación	2
TMF	Terraza Patios	Mecánica	Fisuras	2
TFS	Terraza Patios	Física	Suciedad	1
TFDP	Terraza Patios	Física	Desprendimiento Pintura	1
SFH	Sótano	Física	Humedades	1
TBV	Terraza Patios	Biológica	Vegetal	1

6.8.1 Mapas de Localización de los daños.

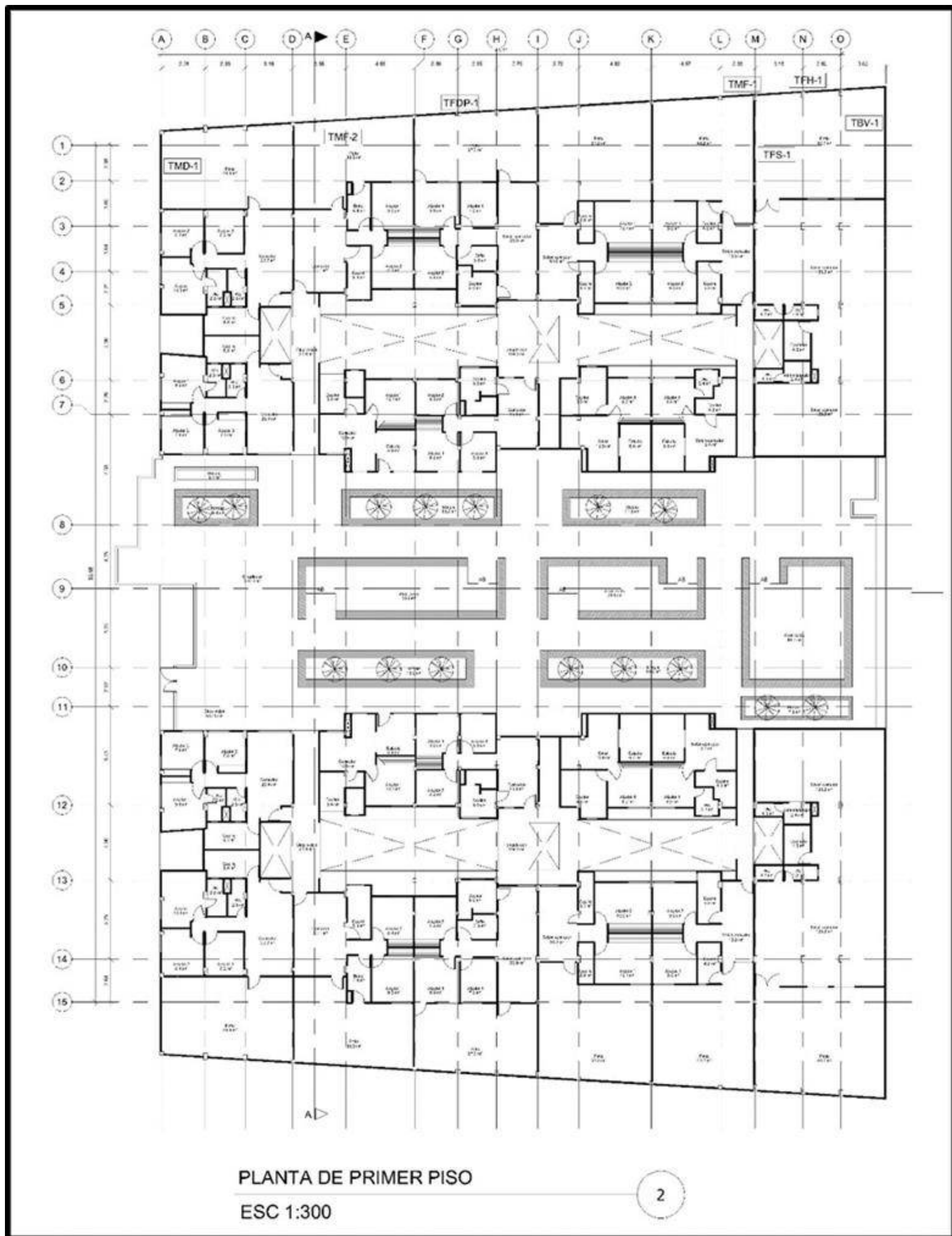


Figura 16. Localización de daños primer piso. Fuente los autores

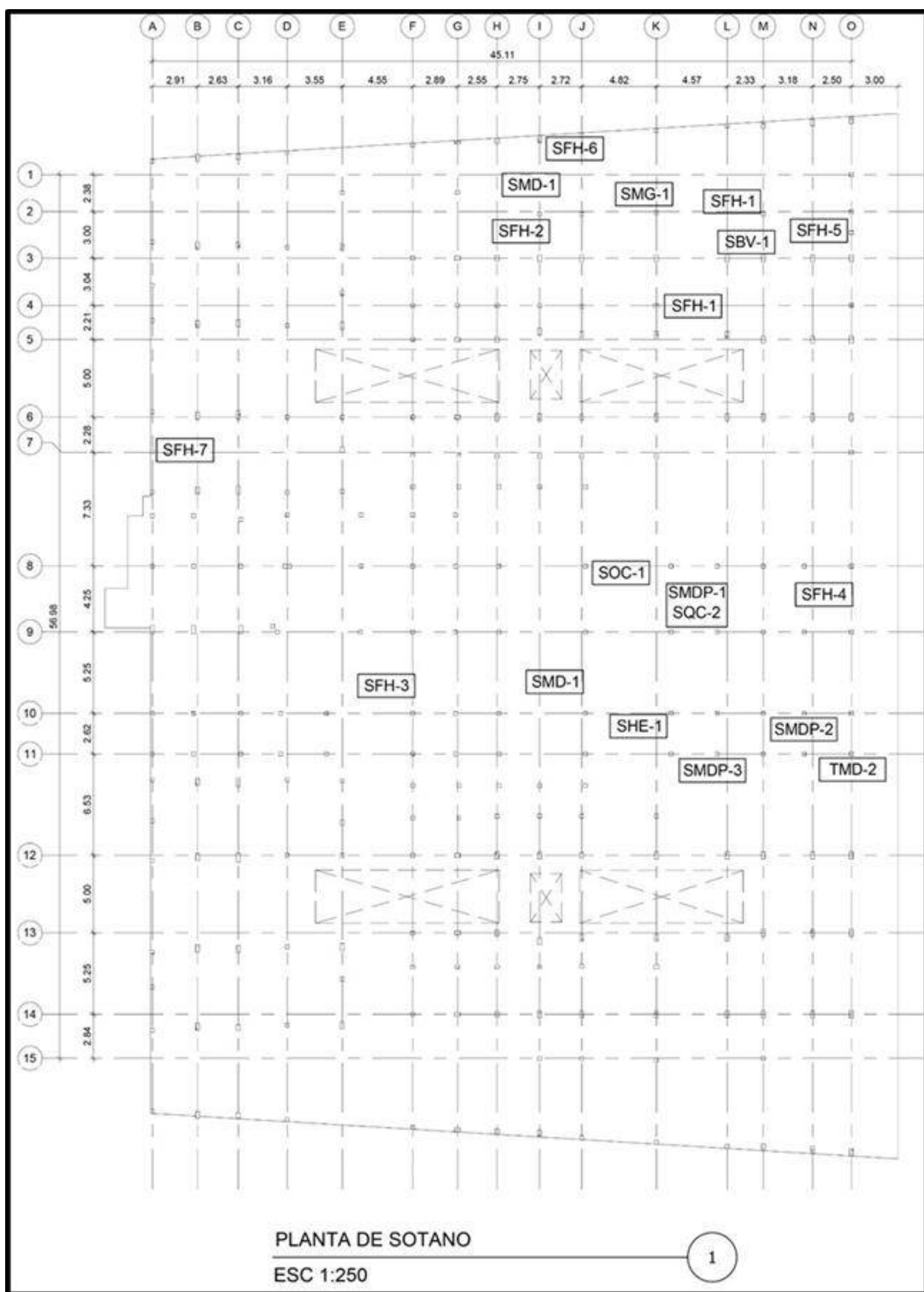


Figura 17. Localización de daños en el sótano de la edificación. Fuente los autores

7. Estructura

7.1 Estructura (descripción general)

Estructuralmente el conjunto se considera con uso residencial está dentro del grupo de uso 1 según la NSR-10, se conforma por sistema de pórticos en concreto reforzado resistente a momentos el cual es un sistema aprobado por la norma NSR-10 para zonas de riesgo sísmico intermedio, el pórtico se considera como DMO con capacidad de disipación de energía moderada, en sótanos se muestra un sistema de losas aligeradas en una dirección con viguetas en concreto reforzado con losetas superior e inferior, la cubierta es liviana con sistema de canalización y bajantes en buen funcionamiento, en muros se tiene mampostería a la vista en fachadas combinada con muros pañetados, estucados y pintados.

En los sótanos se tienen zonas de contención en el costado norte, sur y oriental en lado occidental da con el sótano del conjunto residencial la estancia dos.

No se tiene la mayoría de planos estructurales de la edificación se realizó un levantamiento estructural en campo que junto con los planos arquitectónicos y ensayos en las estructuras, se digitalizaron unos planos estructurales partiendo de la experiencia para generar o dilucidar como se compone la estructura además de contar con la asesoría de un propietario que indico que la cimentación se componía de dados cabezal y pilotaje, lo anterior también partiendo de la investigación del proyecto de los ensayos, observación e inspección en campo, los planos dibujados se anexan . (Se aclara que se realizó la

investigación en varias dependencias como el Archivo Distrital de Planeación y no se encontró documentación técnica de la edificación).

Dentro de cambios a la licencia inicial se tiene una modificación en portería y en la plazoleta central de primer piso.

La estructura en general son pórticos de concreto reforzado armado en dos direcciones. Las columnas van de secciones entre 0,25 x 0,25 m hasta 0,45 x 0,25 m, vigas de 0,25 x 0,35 m, la losa de entrepiso tiene 0,35 m de altura y es aligerada con viguetas y loseta superior en inferior, las viguetas se apoyan en las vigas, el muro lateral es mampostería pañetada, la losa de contrapiso es en concreto reforzado con dilataciones en los dos sentidos, la cimentación está construida con dados cabezal y pilotes de 0,30 m de diámetro y 30 metros de profundidad. Anexos C-1 al C-6 planos estructurales digitalizados por Freddy Estupiñan y Andrey García.


8. Suelos Y Cimentaciones

8.1 Información existente de estudio geotécnico y análisis de cimentación.

No se tiene información del estudio geotécnico y de la cimentación tanto en curaduría como en el archivo distrital de planeación no se encontró documentación alguna, en campo se realizó un sondeo a Ocho m de profundidad del cual se realizaron ensayos en laboratorio y se estableció una posible capacidad para generar un análisis de cimentación en pilotes, se aclara que este sistema de cimentación se basa en las inspecciones y observaciones al sitio, así como a los testimonios de un propietario que indica unos cabezales y pilotaje como cimentación.

8.2 Registro de Perforación (Estudio contratado por los autores, propiedad)

Tabla 3. Tabla Registro Estratigráfico. Fuente: Los autores

		SIERRA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.			REGISTRO ESTRATIGRÁFICO SONDEO/APIQUE			Formato: SLSP-EC-001-TEC Revisado: 14-Mar-12		
PROYECTO: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I SONDEO / APIQUE: S-1 LOCALIZACIÓN: CALLE 163B # 50 - 32 FECHA INICIO: 22-marzo-2019 INTERESADO: SOEING SAS										
PROFUNDIDAD (m): 8,00 FECHA TERMINACIÓN: 22-marzo-2019 NIVEL FREÁTICO (m): 3,00										
PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO FOTOGRÁFICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	PENETRACIÓN SPT			MUESTRAS			OTROS ENSAYOS	NIVEL DE AGUA
			GOLPES (Plg)			PROFUNDIDAD		TIPO		
			6"	12"	18"	DE	A			
0,00		Limo organico color marron oscuro.								
0,25		Recebo color amarillo								
0,55										
0,75		Limo orgánico, color marrón oscuro con raíces, humedad media, consistencia media				0,55	1,50	SH		
1,00										
1,25										
1,50										
1,75										
2,00		Avance								
2,25		Limo Arcilloso color marron claro								
2,50										
2,75										
3,00										
3,25										
3,50						2,50	3,20	SH		
3,75										
4,00		Arcilla, color gris claro, humedad media a alta, consistencia baja							3,00	
4,20										
4,50										
4,75										
5,00						4,20	4,80	SH		
5,25										
5,50										
5,75										
6,00						5,50	6,10	SH		
6,25										
6,50		Arcilla, color gris oscuro, humedad media a alta, consistencia baja.								
6,75										
7,00						6,70	7,30	SH		
7,25										
7,65										
7,75										
8,00		Arcilla, color gris, humedad alta, consistencia firme	2	2	2	7,65	8,00	SPT		
FIN DE LA PERFORACIÓN										

8.3 Registro fotográfico perforación



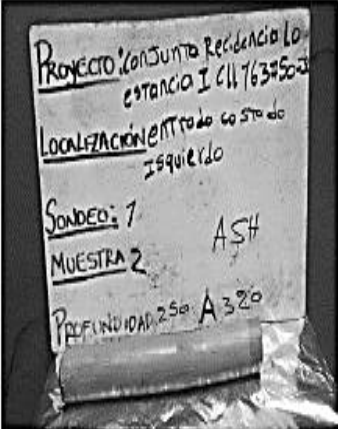
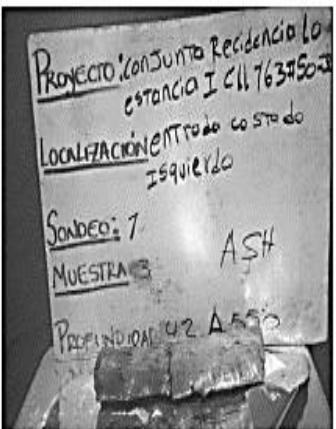
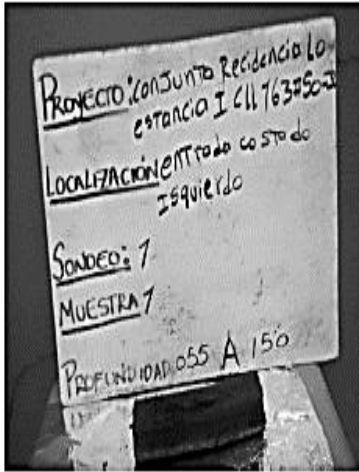
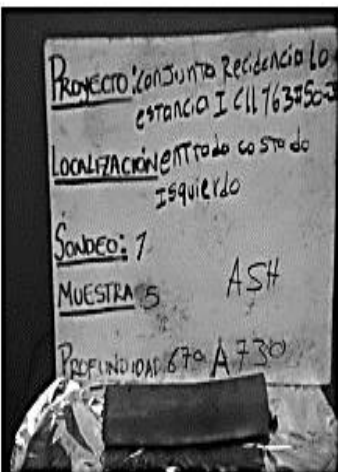
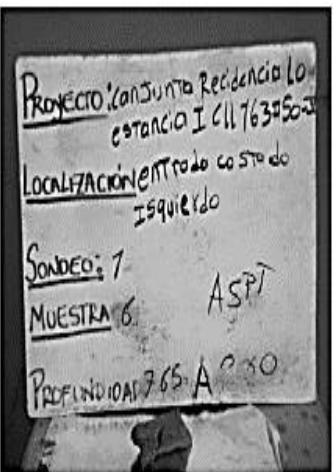
	<p>SIERRA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.</p>	<p>REGISTRO FOTOGRÁFICO SONDEO/APIQUE</p>	<p>Formato: SLSP-EC-001-TEC-FOT Revisado: 14-Abr-12</p>
<p>PROYECTO:</p>		<p>CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I</p>	
<p>UBICACIÓN</p>		<p>CALLE 183B # 50 - 32</p>	
			
			
<p>Carraera 86a N° 84a-52 Telefax (1) 2526640 Celular: 3118558121 Bogotá D.C. E - Mail: sierra.laboratorio@gmail.com</p>			

Figura 18. Registro Fotográfico sondeo/pique (Fuente: Los autores)

8.4 Ensayos de laboratorio.

Tabla 4. Tabla Ensayo de Compresión Inconfinada (Muestra 2) Fuente: Los Autores

	SIERRA LABORATORIO DE SUELOS PAVIMENTOS S.A.S	ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA NORMA I.N.V. E - 152	Versión: 1 Vigencia: 01/03/2019			
PROYECTO: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I						
LOCALIZACION: CALLE 1638 N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO IZQUIERDO)						
SONDEO: S-1		MUESTRA: 2				
DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR GRIS CLARO CON RAICES		PROFUNDIDAD m: 2,50 - 3,20				
INTERESADO : SOEING SAS		FECHA: 27-Mar-19				
PROBETA		HUMEDAD				
DIMENSION	INICIAL	RECIPIENTE No	146			
Ø PROMEDIO	6,00	P1 GRAMOS	142,2			
ALTURA cm	12,10	P2 GRAMOS	85,5			
ÁREA cm²	28,27	P3 GRAMOS	23,3			
PESO GRAMOS	508,00	HUMEDAD %	91,16			
VOLUMEN cm³	342,12					
ANILLO No:	CELDA	PESO UNITARIO				
FACTOR K:	1	HUMEDO:	1,485 GRAMOS / cm³			
		SECO:	0,777 GRAMOS / cm³			
OBSERVACIONES						
LECT. DIAL CARGA Kgf	CARGA APLICADA (Kg)	LECT. DEFORM. 0.001"	DEFORMACION UNITARIA	1 - DEFORM UNITARIA	AREA CORREG cm2	RESISTENCIA Kg/cm2
0	0,00	0	0,0000	1,00	28,27	0,000
0,15	0,15	10	0,0021	1,00	28,33	0,005
0,92	0,92	20	0,0042	1,00	28,39	0,032
1,49	1,49	30	0,0063	0,99	28,45	0,052
2,02	2,02	40	0,0084	0,99	28,51	0,071
2,56	2,56	50	0,0105	0,99	28,57	0,090
2,98	2,98	60	0,0126	0,99	28,63	0,104
3,43	3,43	70	0,0147	0,99	28,70	0,120
3,71	3,71	80	0,0168	0,98	28,76	0,129
4,16	4,16	90	0,0189	0,98	28,82	0,144
4,55	4,55	100	0,0210	0,98	28,88	0,158
5,13	5,13	120	0,0252	0,97	29,00	0,177
5,78	5,78	140	0,0294	0,97	29,13	0,198
6,44	6,44	160	0,0336	0,97	29,26	0,220
6,89	6,89	180	0,0378	0,96	29,38	0,234
7,36	7,36	200	0,0420	0,96	29,51	0,249
7,92	7,92	230	0,0483	0,95	29,71	0,267
8,06	8,06	250	0,0546	0,95	29,91	0,270
8,18	8,18	290	0,0609	0,94	30,11	0,272
8,10	8,10	320	0,0672	0,93	30,31	0,267
8,06	8,06	350	0,0735	0,93	30,52	0,264
7,97	7,97	380	0,0798	0,92	30,73	0,259
qu = <u>0,27</u> Kg/cm2		Su = <u>0,14</u> Kg/cm2				
Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.						
Ensayó: A.M. FECHA: 27-Mar-19	Calculó: A.S. FECHA: 28-Mar-19	Revisó: FECHA: 28-Mar-19	Aprobó: J.E.S.P FECHA: 28-Mar-19			
Carrera 86a N°. 84a-52 Telefax (1) 2526640 Celular: 3118556121 Bogotá D.C. E - Mail: sierra.laboratorio@gmail.com						



Tabla 5. Tabla Ensayo de Compresión Inconfinada (Muestra 4) Fuente: Los Autores

	SIERRA LABORATORIO DE SUELOS PAVIMENTOS S.A.S	ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA NORMA I.N.V. E - 152	Versión: 1 Vigencia: 01/03/2019			
PROYECTO: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I						
LOCALIZACION: CALLE 163B N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO (IZQUIERDO))						
SONDEO: S-1		MUESTRA: 4				
		PROFUNDIDAD m: 5,50 - 6,10				
DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR GRIS CLARO CON RAÍCES						
INTERESADO: SOEING SAS		FECHA: 27-Mar-19				
PROBETA		HUMEDAD				
DIMENSION	INICIAL	RECIPIENTE No	23			
Ø PROMEDIO	6,06	P1 GRAMOS	142,6			
ALTURA cm	12,46	P2 GRAMOS	72,5			
ÁREA cm ²	28,75	P3 GRAMOS	22,7			
PESO GRAMOS	477,80	HUMEDAD %	140,78			
VOLUMEN cm ³	356,19					
ANILLO No:	CELDA	PESO UNITARIO				
FACTOR K:	1	HUMEDO:	1,334 GRAMOS / cm ³			
		SECO:	0,654 GRAMOS / cm ³			
OBSERVACIONES						
LECT. DIAL CARGA Kgf	CARGA APLICADA (Kg)	LECT. DEFORM. 0,001"	DEFORMACION UNITARIA	1 - DEFORM UNITARIA	AREA CORREG cm ²	RESISTENCIA Kglcm ²
0	0,00	0	0,0000	1,00	28,75	0,000
0,16	0,16	10	0,0020	1,00	28,81	0,006
0,50	0,50	20	0,0041	1,00	28,87	0,017
0,97	0,97	30	0,0061	0,99	28,92	0,034
1,42	1,42	40	0,0082	0,99	28,98	0,049
1,95	1,95	50	0,0102	0,99	29,04	0,067
2,29	2,29	60	0,0122	0,99	29,10	0,079
2,56	2,56	70	0,0143	0,99	29,16	0,088
2,82	2,82	80	0,0163	0,98	29,22	0,096
3,06	3,06	90	0,0183	0,98	29,28	0,104
3,24	3,24	100	0,0204	0,98	29,35	0,110
3,64	3,64	120	0,0245	0,98	29,47	0,124
3,89	3,89	140	0,0285	0,97	29,59	0,131
4,16	4,16	160	0,0326	0,97	29,72	0,140
4,40	4,40	180	0,0367	0,96	29,84	0,147
4,63	4,63	200	0,0408	0,96	29,97	0,154
4,86	4,86	230	0,0469	0,95	30,16	0,161
5,12	5,12	260	0,0530	0,95	30,36	0,169
5,31	5,31	290	0,0591	0,94	30,55	0,174
5,53	5,53	320	0,0652	0,93	30,75	0,180
5,72	5,72	350	0,0713	0,93	30,96	0,185
5,91	5,91	380	0,0775	0,92	31,16	0,190
6,11	6,11	410	0,0836	0,92	31,37	0,195
6,26	6,26	440	0,0897	0,91	31,58	0,198
6,36	6,36	470	0,0958	0,90	31,79	0,200
6,50	6,50	500	0,1019	0,90	32,01	0,203
6,61	6,61	530	0,1080	0,89	32,23	0,205
6,71	6,71	560	0,1142	0,89	32,45	0,207
6,78	6,78	590	0,1203	0,88	32,68	0,207
6,82	6,82	620	0,1264	0,87	32,91	0,207
6,94	6,94	650	0,1325	0,87	33,14	0,209
7,04	7,04	680	0,1386	0,86	33,37	0,211
7,12	7,12	710	0,1447	0,86	33,61	0,212
7,18	7,18	740	0,1509	0,85	33,85	0,212
7,16	7,16	770	0,1570	0,84	34,10	0,210
7,02	7,02	800	0,1631	0,84	34,35	0,204

q_v = 0,21 Kglcm ²	S_u = 0,11 Kglcm ²
<p>Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.</p>	
Ensayó: A.M. FECHA: 27-Mar-19	Calculó: A.D. FECHA: 28-Mar-19
Revisó: FECHA: 28-Mar-19	Aprobó: J.E.S.P. FECHA: 28-Mar-19


Carrera 86a N°. 84a-52 Telefax (1) 2526640 Celular: 3118556121 Bogotá D.C.
E - Mail: sierra.laboratorio@gmail.com

Tabla 6. Tabla Ensayo de Compresión Incofinada (Muestra 5). Fuente: Los Autores

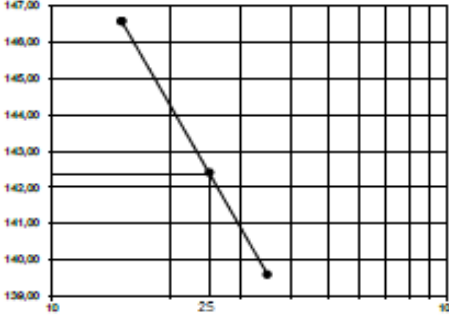
	SIERRA LABORATORIO DE SUELOS PAVIMENTOS S.A.S	ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA NORMA I.N.V. E - 152	Versión: 1 Vigencia: 01/03/2019												
PROYECTO: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I															
LOCALIZACIÓN: CALLE 163B N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO IZQUIERDO)															
SONDEO: S-1		MUESTRA: 5													
DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR GRIS, PLASTICIDAD ALTA		PROFUNDIDAD m: 6,70 - 7,30													
INTERESADO : SOEING SAS		FECHA: 27-Mar-19													
PROBETA		HUMEDAD													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>DIMENSION</th> <th>INICIAL</th> </tr> <tr> <td>Ø PROMEDIO</td> <td>6,12</td> </tr> <tr> <td>ALTURA cm</td> <td>12,25</td> </tr> <tr> <td>ÁREA cm²</td> <td>29,42</td> </tr> <tr> <td>PESO GRAMOS</td> <td>464,10</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN cm³</td> <td>360,35</td> </tr> </table>		DIMENSION	INICIAL	Ø PROMEDIO	6,12	ALTURA cm	12,25	ÁREA cm ²	29,42	PESO GRAMOS	464,10	VOLUMEN cm ³	360,35		
DIMENSION	INICIAL														
Ø PROMEDIO	6,12														
ALTURA cm	12,25														
ÁREA cm ²	29,42														
PESO GRAMOS	464,10														
VOLUMEN cm ³	360,35														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>RECIPIENTE No</td> <td>174</td> </tr> <tr> <td>P1 GRAMOS</td> <td>153,1</td> </tr> <tr> <td>P2 GRAMOS</td> <td>80,5</td> </tr> <tr> <td>P3 GRAMOS</td> <td>23,2</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD %</td> <td>126,70</td> </tr> </table>		RECIPIENTE No	174	P1 GRAMOS	153,1	P2 GRAMOS	80,5	P3 GRAMOS	23,2	HUMEDAD %	126,70				
RECIPIENTE No	174														
P1 GRAMOS	153,1														
P2 GRAMOS	80,5														
P3 GRAMOS	23,2														
HUMEDAD %	126,70														
ANILLO No: CELDA		PESO UNITARIO													
FACTOR K: 1		HUMEDO: 1,288 GRAMOS / cm ³													
		SECO: 0,688 GRAMOS / cm ³													
OBSERVACIONES															
LECT. DIAL CARGA	CARGA APLICADA	LECT. DEFORM.	DEFORMACION	1 - DEFORM	AREA CORREG	RESISTENCIA									
Kgf	(Kg)	0,001"	UNITARIA	UNITARIA	cm2	Kg/cm2									
0	0,00	0	0,0000	1,00	29,42	0,000									
0,56	0,56	10	0,0021	1,00	29,48	0,019									
1,02	1,02	20	0,0041	1,00	29,54	0,035									
1,37	1,37	30	0,0062	0,99	29,60	0,046									
1,62	1,62	40	0,0083	0,99	29,66	0,055									
1,89	1,89	50	0,0104	0,99	29,72	0,064									
2,12	2,12	60	0,0124	0,99	29,79	0,071									
2,30	2,30	70	0,0145	0,99	29,85	0,077									
2,50	2,50	80	0,0166	0,98	29,91	0,084									
2,64	2,64	90	0,0187	0,98	29,98	0,088									
2,75	2,75	100	0,0207	0,98	30,04	0,092									
3,09	3,09	120	0,0249	0,98	30,17	0,102									
3,32	3,32	140	0,0290	0,97	30,30	0,110									
3,58	3,58	160	0,0332	0,97	30,43	0,118									
3,79	3,79	180	0,0373	0,96	30,56	0,124									
4,01	4,01	200	0,0415	0,96	30,69	0,131									
4,28	4,28	230	0,0477	0,95	30,89	0,139									
4,52	4,52	260	0,0539	0,95	31,09	0,145									
4,78	4,78	290	0,0601	0,94	31,30	0,153									
4,94	4,94	320	0,0664	0,93	31,51	0,157									
5,11	5,11	350	0,0726	0,93	31,72	0,161									
5,32	5,32	380	0,0788	0,92	31,93	0,167									
5,44	5,44	410	0,0850	0,91	32,15	0,169									
5,63	5,63	440	0,0912	0,91	32,37	0,174									
5,70	5,70	470	0,0975	0,90	32,59	0,175									
5,82	5,82	500	0,1037	0,90	32,82	0,177									
5,91	5,91	530	0,1099	0,89	33,05	0,179									
6,01	6,01	560	0,1161	0,88	33,28	0,181									
6,09	6,09	590	0,1223	0,88	33,52	0,182									
6,13	6,13	620	0,1286	0,87	33,76	0,182									
6,20	6,20	650	0,1348	0,87	34,00	0,182									
6,18	6,18	680	0,1410	0,86	34,25	0,180									
6,04	6,04	710	0,1472	0,85	34,49	0,175									

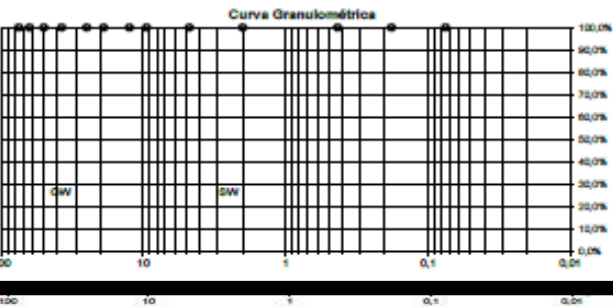
q_u = 0,18 Kg/cm² S_u = 0,08 Kg/cm²			
Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.			
Ensayó: A.M. FECHA: 27-Mar-19		Calculó: A.S. FECHA: 26-Mar-19	
Revisó: FECHA: 26-Mar-19		Aprobó: J.E.S.P. FECHA: 26-Mar-19	
Camera 85a N°. 84a-52 Telefax (1) 2526640 Celular: 3118556121 Bogotá D.C. E - Mail: sierra.laboratorio@gmail.com			

Tabla 7. Tabla Ensayo para clasificación de suelos (Muestra 1). Fuente: Los Autores

	SIERRA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.	ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE UN SUELO	Versión: 1 Vigencia: 01/03/2019
OBRA: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I			
SONDEO/PIQUE: S-1		MUESTRA: 1	
LOCALIZACIÓN: CALLE 1638 N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO IZQUIERDO)		PROFUNDIDAD m: 0,55 - 1,50	
DESCRIPCIÓN: LIMO COLOR MARRÓN OSCURO, PLASTICIDAD ALTA			
INTERESADO: SOEING SAS		FECHA: 27-mar-19	ORDEN DE ENSAYO No: 217-058

LIMITES DE CONSISTENCIA	GRADACIÓN																																																																																																																																																																																										
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																																																																											
NORMA INV E - 125																																																																																																																																																																																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Determinación No.</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Número de Golpes</td> <td>35</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Recipiente No.</td> <td>227</td> <td>235</td> <td>321</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)</td> <td>26,10</td> <td>30,14</td> <td>31,54</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Seco (g)</td> <td>19,85</td> <td>20,57</td> <td>21,03</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente (g)</td> <td>13,94</td> <td>13,85</td> <td>13,86</td> </tr> <tr> <td>Masa del Agua (g)</td> <td>8,25</td> <td>9,57</td> <td>10,51</td> </tr> <tr> <td>Masa Suelo Seco (g)</td> <td>5,91</td> <td>6,72</td> <td>7,17</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Agua %</td> <td>139,59</td> <td>142,41</td> <td>148,58</td> </tr> </table>	Determinación No.	1	2	3	Número de Golpes	35	25	15	Recipiente No.	227	235	321	Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	26,10	30,14	31,54	Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,85	20,57	21,03	Masa recipiente (g)	13,94	13,85	13,86	Masa del Agua (g)	8,25	9,57	10,51	Masa Suelo Seco (g)	5,91	6,72	7,17	Contenido de Agua %	139,59	142,41	148,58	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="6">Masa muestra después de lavado (g)</th> </tr> <tr> <th colspan="6">Masa muestra antes de lavado (g)</th> </tr> <tr> <th>Abertura (mm)</th> <th>Malla</th> <th>Masa Reten.</th> <th>% Reten.</th> <th>%Ret.Acum.</th> <th>%Pasa</th> </tr> <tr><td>75,00</td><td>3"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>83,00</td><td>2 1/2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50,00</td><td>2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>37,50</td><td>1 1/2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25,00</td><td>1"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19,00</td><td>3/4"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12,50</td><td>1/2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9,50</td><td>3/8"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8,00</td><td>1/4"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4,75</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2,00</td><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,85</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,60</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,43</td><td>40</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,25</td><td>60</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,18</td><td>80</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,15</td><td>100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,11</td><td>140</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,08</td><td>200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Pasa 200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Lavado</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>total</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Masa muestra después de lavado (g)						Masa muestra antes de lavado (g)						Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	%Ret.Acum.	%Pasa	75,00	3"					83,00	2 1/2"					50,00	2"					37,50	1 1/2"					25,00	1"					19,00	3/4"					12,50	1/2"					9,50	3/8"					8,00	1/4"					4,75	4					2,00	10					0,85	20					0,60	30					0,43	40					0,25	60					0,18	80					0,15	100					0,11	140					0,08	200						Pasa 200						Lavado						total				
Determinación No.	1	2	3																																																																																																																																																																																								
Número de Golpes	35	25	15																																																																																																																																																																																								
Recipiente No.	227	235	321																																																																																																																																																																																								
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	26,10	30,14	31,54																																																																																																																																																																																								
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,85	20,57	21,03																																																																																																																																																																																								
Masa recipiente (g)	13,94	13,85	13,86																																																																																																																																																																																								
Masa del Agua (g)	8,25	9,57	10,51																																																																																																																																																																																								
Masa Suelo Seco (g)	5,91	6,72	7,17																																																																																																																																																																																								
Contenido de Agua %	139,59	142,41	148,58																																																																																																																																																																																								
Masa muestra después de lavado (g)																																																																																																																																																																																											
Masa muestra antes de lavado (g)																																																																																																																																																																																											
Abertura (mm)	Malla	Masa Reten.	% Reten.	%Ret.Acum.	%Pasa																																																																																																																																																																																						
75,00	3"																																																																																																																																																																																										
83,00	2 1/2"																																																																																																																																																																																										
50,00	2"																																																																																																																																																																																										
37,50	1 1/2"																																																																																																																																																																																										
25,00	1"																																																																																																																																																																																										
19,00	3/4"																																																																																																																																																																																										
12,50	1/2"																																																																																																																																																																																										
9,50	3/8"																																																																																																																																																																																										
8,00	1/4"																																																																																																																																																																																										
4,75	4																																																																																																																																																																																										
2,00	10																																																																																																																																																																																										
0,85	20																																																																																																																																																																																										
0,60	30																																																																																																																																																																																										
0,43	40																																																																																																																																																																																										
0,25	60																																																																																																																																																																																										
0,18	80																																																																																																																																																																																										
0,15	100																																																																																																																																																																																										
0,11	140																																																																																																																																																																																										
0,08	200																																																																																																																																																																																										
	Pasa 200																																																																																																																																																																																										
	Lavado																																																																																																																																																																																										
	total																																																																																																																																																																																										
LÍMITE PLÁSTICO	HW																																																																																																																																																																																										
NORMA INV E - 128	NTC 1495 E - 122																																																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Recipiente No.</td> <td>240</td> <td>278</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)</td> <td>23,58</td> <td>23,08</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Seco (g)</td> <td>19,00</td> <td>18,39</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente (g)</td> <td>13,90</td> <td>13,15</td> </tr> <tr> <td>Masa del Agua (g)</td> <td>4,58</td> <td>4,69</td> </tr> <tr> <td>Masa Suelo Seco (g)</td> <td>5,10</td> <td>5,24</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Agua %</td> <td>89,80</td> <td>89,50</td> </tr> </table>	Recipiente No.	240	278	Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	23,58	23,08	Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,00	18,39	Masa recipiente (g)	13,90	13,15	Masa del Agua (g)	4,58	4,69	Masa Suelo Seco (g)	5,10	5,24	Contenido de Agua %	89,80	89,50																																																																																																																																																																						
Recipiente No.	240	278																																																																																																																																																																																									
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	23,58	23,08																																																																																																																																																																																									
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,00	18,39																																																																																																																																																																																									
Masa recipiente (g)	13,90	13,15																																																																																																																																																																																									
Masa del Agua (g)	4,58	4,69																																																																																																																																																																																									
Masa Suelo Seco (g)	5,10	5,24																																																																																																																																																																																									
Contenido de Agua %	89,80	89,50																																																																																																																																																																																									





RESULTADOS			
Limite Líquido	142	%	Cu = _____
Limite Plástico	90	%	Cc = _____
Índice Plástico	53	%	GRAVAS _____
Humedad		%	ARENA _____
Clasificación U.S.C	MH		FINOS _____
Índice de Liquidez			
Índice de Consistencia			2,700
Índice de Fluidéz			8,235
Contenido Orgánico (Si o No)			A.A.S.H.T.O.
A.A.S.H.T.O.			A - 7 - 5
Índice de Grupo			20

OBSERVACIONES

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo.
Este Informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.


Ensayó: A.M.	Digitó: A.S.	Revisó: J.E.S.P.	Aprobó: J.E.S.P.
Fecha: 27-mar-19	Fecha: 28-mar-19	Fecha: 28-mar-19	Fecha: 28-mar-19

Carretera 86a N° 84a-52 Telefax (1) 252640 Celular: 3118556121 Bogotá D.C.
E - Mail: sierra.laboratorio@gmail.com

Tabla 8. Tabla Ensayo para clasificación de suelos (Muestra5). Fuente: Los Autores

SIERRA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.		ENSAYOS PARA CLASIFICACIÓN DE UN SUELO		Versión: 1 Vigencia: 01/03/2019																																																																																																																																																																																					
OBRA: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I																																																																																																																																																																																									
SONDEO/PIQUE: S-1			MUESTRA: 5																																																																																																																																																																																						
LOCALIZACIÓN: CALLE 163B N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO IZQUIERDO)			PROFUNDIDAD m: 6,70 - 7,30																																																																																																																																																																																						
DESCRIPCIÓN: ARCILLA COLOR GRIS, PLASTICIDAD ALTA																																																																																																																																																																																									
INTERESADO: SOEING SAS			FECHA: 27-mar-19		ORDEN DE ENSAYO No: 217-058																																																																																																																																																																																				
LIMITES DE CONSISTENCIA LIMITE LIQUIDO			GRADACIÓN																																																																																																																																																																																						
NORMA INV E - 125			Masa muestra después de lavado (g)																																																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Determinación No.</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de Golpes</td> <td>35</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Recipiente No.</td> <td>264</td> <td>302</td> <td>275</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)</td> <td>28,38</td> <td>30,61</td> <td>31,21</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Seco (g)</td> <td>20,00</td> <td>20,87</td> <td>20,49</td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente (g)</td> <td>14,22</td> <td>14,37</td> <td>13,62</td> </tr> <tr> <td>Masa del Agua (g)</td> <td>8,38</td> <td>9,74</td> <td>10,72</td> </tr> <tr> <td>Masa Suelo Seco (g)</td> <td>5,78</td> <td>6,50</td> <td>6,87</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Agua %</td> <td>144,98</td> <td>149,85</td> <td>156,04</td> </tr> </tbody> </table>			Determinación No.	1	2	3	Número de Golpes	35	25	15	Recipiente No.	264	302	275	Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	28,38	30,61	31,21	Masa recipiente + Suelo Seco (g)	20,00	20,87	20,49	Masa recipiente (g)	14,22	14,37	13,62	Masa del Agua (g)	8,38	9,74	10,72	Masa Suelo Seco (g)	5,78	6,50	6,87	Contenido de Agua %	144,98	149,85	156,04	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Masa muestra antes de lavado (g)</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>Abertura (mm)</th> <th>Masa</th> <th>Masa Reten.</th> <th>% Reten.</th> <th>%Ret.Acum.</th> <th>%Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75,00</td><td>3"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>63,00</td><td>2 1/2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50,00</td><td>2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>37,50</td><td>1 1/2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25,00</td><td>1"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19,00</td><td>3/4"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12,50</td><td>1/2"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9,50</td><td>3/8"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8,00</td><td>1/4"</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4,75</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2,00</td><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,85</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,60</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,43</td><td>40</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,25</td><td>60</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,18</td><td>80</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,15</td><td>100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,11</td><td>140</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,08</td><td>200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Pasa 200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Lavado</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>total</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Masa muestra antes de lavado (g)						Abertura (mm)	Masa	Masa Reten.	% Reten.	%Ret.Acum.	%Pasa	75,00	3"					63,00	2 1/2"					50,00	2"					37,50	1 1/2"					25,00	1"					19,00	3/4"					12,50	1/2"					9,50	3/8"					8,00	1/4"					4,75	4					2,00	10					0,85	20					0,60	30					0,43	40					0,25	60					0,18	80					0,15	100					0,11	140					0,08	200						Pasa 200						Lavado						total				
Determinación No.	1	2	3																																																																																																																																																																																						
Número de Golpes	35	25	15																																																																																																																																																																																						
Recipiente No.	264	302	275																																																																																																																																																																																						
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	28,38	30,61	31,21																																																																																																																																																																																						
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	20,00	20,87	20,49																																																																																																																																																																																						
Masa recipiente (g)	14,22	14,37	13,62																																																																																																																																																																																						
Masa del Agua (g)	8,38	9,74	10,72																																																																																																																																																																																						
Masa Suelo Seco (g)	5,78	6,50	6,87																																																																																																																																																																																						
Contenido de Agua %	144,98	149,85	156,04																																																																																																																																																																																						
Masa muestra antes de lavado (g)																																																																																																																																																																																									
Abertura (mm)	Masa	Masa Reten.	% Reten.	%Ret.Acum.	%Pasa																																																																																																																																																																																				
75,00	3"																																																																																																																																																																																								
63,00	2 1/2"																																																																																																																																																																																								
50,00	2"																																																																																																																																																																																								
37,50	1 1/2"																																																																																																																																																																																								
25,00	1"																																																																																																																																																																																								
19,00	3/4"																																																																																																																																																																																								
12,50	1/2"																																																																																																																																																																																								
9,50	3/8"																																																																																																																																																																																								
8,00	1/4"																																																																																																																																																																																								
4,75	4																																																																																																																																																																																								
2,00	10																																																																																																																																																																																								
0,85	20																																																																																																																																																																																								
0,60	30																																																																																																																																																																																								
0,43	40																																																																																																																																																																																								
0,25	60																																																																																																																																																																																								
0,18	80																																																																																																																																																																																								
0,15	100																																																																																																																																																																																								
0,11	140																																																																																																																																																																																								
0,08	200																																																																																																																																																																																								
	Pasa 200																																																																																																																																																																																								
	Lavado																																																																																																																																																																																								
	total																																																																																																																																																																																								
LIMITE PLÁSTICO			HW																																																																																																																																																																																						
NORMA INV E - 126			NTC 1495																																																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente No.</th> <th>384</th> <th>342</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)</td> <td>22,36</td> <td>22,78</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Seco (g)</td> <td>19,15</td> <td>19,53</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente (g)</td> <td>13,27</td> <td>13,63</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa del Agua (g)</td> <td>3,21</td> <td>3,23</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa Suelo Seco (g)</td> <td>5,88</td> <td>5,90</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Agua %</td> <td>54,59</td> <td>54,75</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente No.	384	342		Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	22,36	22,78		Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,15	19,53		Masa recipiente (g)	13,27	13,63		Masa del Agua (g)	3,21	3,23		Masa Suelo Seco (g)	5,88	5,90		Contenido de Agua %	54,59	54,75		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente No.</th> <th>384</th> <th>342</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)</td> <td>22,36</td> <td>22,78</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente + Suelo Seco (g)</td> <td>19,15</td> <td>19,53</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa recipiente (g)</td> <td>13,27</td> <td>13,63</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa del Agua (g)</td> <td>3,21</td> <td>3,23</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa Suelo Seco (g)</td> <td>5,88</td> <td>5,90</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Agua %</td> <td>54,59</td> <td>54,75</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente No.	384	342		Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	22,36	22,78		Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,15	19,53		Masa recipiente (g)	13,27	13,63		Masa del Agua (g)	3,21	3,23		Masa Suelo Seco (g)	5,88	5,90		Contenido de Agua %	54,59	54,75																																																																																																																													
Recipiente No.	384	342																																																																																																																																																																																							
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	22,36	22,78																																																																																																																																																																																							
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,15	19,53																																																																																																																																																																																							
Masa recipiente (g)	13,27	13,63																																																																																																																																																																																							
Masa del Agua (g)	3,21	3,23																																																																																																																																																																																							
Masa Suelo Seco (g)	5,88	5,90																																																																																																																																																																																							
Contenido de Agua %	54,59	54,75																																																																																																																																																																																							
Recipiente No.	384	342																																																																																																																																																																																							
Masa recipiente + Suelo Húmedo (g)	22,36	22,78																																																																																																																																																																																							
Masa recipiente + Suelo Seco (g)	19,15	19,53																																																																																																																																																																																							
Masa recipiente (g)	13,27	13,63																																																																																																																																																																																							
Masa del Agua (g)	3,21	3,23																																																																																																																																																																																							
Masa Suelo Seco (g)	5,88	5,90																																																																																																																																																																																							
Contenido de Agua %	54,59	54,75																																																																																																																																																																																							
RESULTADOS																																																																																																																																																																																									
Limite Líquido	150	%	Cu = _____	Índice de Consistencia	1,576																																																																																																																																																																																				
Limite Plástico	55	%	Cc = _____	Índice de Fluidéz	12,895																																																																																																																																																																																				
Índice Plásticidad	95	%	GRAVAS _____	Contenido Orgánico (Si ó No)	A.A.S.H.T.O.																																																																																																																																																																																				
Humedad		%	ARENA _____	A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5																																																																																																																																																																																				
Clasificación U.S.C	CH		FINOS _____	Índice de Grupo	20																																																																																																																																																																																				
Índice de Líquidez																																																																																																																																																																																									
OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																									
Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.																																																																																																																																																																																									
Ensayó:	A.M.	Digitó:	A.S.	Revisó:	J.E.S.P.																																																																																																																																																																																				
Fecha:	27-mar-19	Fecha:	28-mar-19	Fecha:	28-mar-19																																																																																																																																																																																				
Carrera 86a N°. 84a-52 Teléfax (1) 2529640 Celular: 3118558121 Bogotá D.C. E - Mail: sierra.laboratorio@gmail.com																																																																																																																																																																																									

Tabla 9. Tabla Ensayo para el peso unitario de un suelo. Fuente: Los Autores

	SIERRA LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.S.			ENSAYO PARA EL PESO UNITARIO DE UN SUELO		Versión: 1
						Vigencia: 01/03/2019
PROYECTO: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA I						
CLIENTE: SOEING SAS			FECHA: 27-Mar-19			
PESO UNITARIO CON PARAFINA						
SONDEO/APIQUE:	S-1	S-1	S-1	-	-	-
MUESTRA:	1	3	6	-	-	-
PROFUNDIDAD m:	0,55 - 1,50	4,20 - 4,80	7,65 - 8,00	-	-	-
LOCALIZACIÓN:	CALLE 1638 N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO IZQUIERDO)	CALLE 1638 N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO IZQUIERDO)	CALLE 1638 N° 50 - 32 (ENTRADA COSTADO IZQUIERDO)	-	-	-
CÓDIGO MUESTRA	0261	0263	0266	-	-	-
PESO MUESTRA SOLA AL AIRE gr.	192,2	119,2	77,7	-	-	-
PESO MUESTRA + PARAFINA, AL AIRE gr.	198,8	124,2	82,8	-	-	-
PESO PARAFINA gr.	6,6	5,0	5,1	-	-	-
VOLUMEN PARAFINA cm ³	7,3	5,6	5,7	-	-	-
PESO MUESTRA + PARAFINA, EN AGUA	45,0	22,4	19,2	-	-	-
VOLUMEN MUESTRA + PARAFINA cm ³	153,8	101,8	63,6	-	-	-
VOLUMEN MUESTRA SOLA cm ³	147,2	96,8	58,5	-	-	-
PESO UNITARIO HÚMEDO gr/cm ³	1,306	1,231	1,328	-	-	-
PESO UNITARIO SECO gr/cm ³	0,881	0,471	0,667	-	-	-
HUMEDAD NATURAL						
RECIPIENTE No	86	25	38	-	-	-
P1 GRAMOS	114,20	121,20	82,60	-	-	-
P2 GRAMOS	70,90	60,90	48,90	-	-	-
P3 GRAMOS	23,70	23,60	23,80	-	-	-
HUMEDAD %	91,7	161,7	134,3	-	-	-
OBSERVACIONES						
Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no es válido sin la firma original del Jefe de Laboratorio y el sello.						
Ensayó: A.M.	Calculó: A.S.	Revisó:	Aprobó: J.E.S.P.			
FECHA: 27-Mar-19	FECHA: 28-Mar-19	FECHA: 28-Mar-19	FECHA: 28-Mar-19			
Carrera 86a N°. 84a-52 Telefax (1) 2526640 Celular: 3118556121 Bogotá D.C. E - Mail: sierra.laboratorio@gmail.com						
058-0261-0266						

9.5 Resumen ensayos de laboratorio

Tabla 10. Tabla Resumen Ensayos Realizados. Fuente: Los Autores

RESUMEN RESULTADOS		(CORRELACIONES CON SPT Y ENSAYOS)																																		
Proyecto: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA BOGOTA CL 163B#50- Fecha: 27/03/2019		Fecha: 27/03/2019																																		
Sondeo	Muestra	Tipo	Prof ini (m)	Prof fin (m)	Descripción	$\frac{WU}{(U_2)} / \frac{WU}{(U_1)}$ (CNP) (CNP)	$\frac{WU}{(U_2)}$ (CNP)	$\frac{WU}{(U_1)}$ (CNP)	ASHTO	ic	USC	Clasificaciones	Gravel	Arenas	Finos	W_n (%)	NF	Limites	SPT medido	Factor Corrección	Corrección NF	Corrección Profundidad (TK)	σ_v (tmf)	RS	Cn	NI 45	NI 60	ϕ (°) NI SI	ϕ (°) NI SI	T (tmf)	ϕ (°) Estimado PHT					
SI	1	SH	0.50	1.10	LIMO COLOR MARRÓN OSCURO, PLASTICIDAD ALTA				A-7-5	20	MH						NO	142.0	90.0	53.0																
SI	2	SH	2.50	3.20	ARCILLA COLOR GRIS CLARO CON RAICES	0.27	0.14	1.465	A-7-6	20	CH					91.16	SI																			
SI	3	SH	4.20	4.80	ARCILLA GRIS CLARA CONSISTENCIA BAJA			1.231	A-7-5	20	CH					161.7	SI																			
SI	4	SH	5.50	6.10	ARCILLA COLOR GRIS CLARO CON RAICES	0.21	0.11	1.334	A-7-6	20	CH					140.8	NO																			
SI	5	SH	6.70	7.30	ARCILLA COLOR GRIS PLASTICIDAD ALTA	0.18	0.09	1.288	A-7-6	20	CH					126.7	NO																			
SI	5	SH	6.70	7.30	ARCILLA COLOR GRIS PLASTICIDAD ALTA				A-7-5	20	CH						SI	150.0	55.0	95.0																
SI	6	SP	7.65	8.00	ARCILLA GRIS CONSISTENCIA FRME			1.328	A-7-5	20	CH					134.3	SI				2.00	0.17	0.24	1.62	14.87	1.44	0.8	0.8	0.3	0	0	17.0	11.0	16.7	4.5	16.7

8.6 Zona de Microzonificación Sísmica

De acuerdo a la microzonificación sísmica de Bogotá el suelo de esta zona se conoce como lacustre 200, el cual en general es blando de tipo arcilloso y limoso con sectores de turba esta es la descripción general de suelo mas no particular del lugar de la edificación.

Tabla 11. Descripción del suelo lacustre 200, según microzonificación sísmica de Bogotá

“Continuación del Decreto ‘Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.’.”

Tabla 2. Descripción de las zonas de respuesta sísmica.

Zona	Espesor del depósito (m)	Periodo fundamental del suelo (s)	Descripción Geotécnica General	Velocidad onda promedio 50 m Vs (m/s)	Humedad Promedio 50 m Hn (%)	Efectos de sitio relacionados
Cerro	-	< 0.3	Rocas sedimentarias y depósitos de ladera con espesores inferiores a 6 m	> 750	< 10	Topográfico
Piedemonte A	< 50	0.3-0.6	Suelo coluvial y aluvial con intercalaciones de arcillas blandas: Bloques, cantos y gravas con matriz arcillo arenosa o areno arcillosa, capas de arcillas blandas.	200 - 750	10 - 80	Topográfico, amplificación
Piedemonte B	< 50	0.3-0.6	Suelo coluvial y aluvial con espesor superior a 12 m: Bloques, cantos y gravas con matriz arcillo arenosa o areno arcillosa	300 - 750	10 - 30	Topográfico, amplificación
Piedemonte C	< 50	0.3-0.6	Suelo coluvial y aluvial con espesor superior a 12 m: Bloques, cantos y gravas con matriz arcillo arenosa o areno arcillosa	300 - 750	10 - 30	Topográfico, amplificación
Lacustre-50	< 50	1.0-1.5	Suelo lacustre blando: Arcillas limosas o limos arcillosos, en algunos sectores con intercalaciones de lentes de turba	< 175	> 80	Amplificación
Lacustre-100	50-100	1.5-2.5				Amplificación
Lacustre-200	100-200	2.5-3.5				Amplificación
Lacustre-300	200-300	3.5-4.5				Amplificación
Lacustre-500	300-500	4.5-6.5				Amplificación

8.7 Análisis de Pilotes y sus características geotécnicas

Según lo indicado y estudiado en campo se tienen pilotes de 0,30 m de diámetro, partiendo de lo anterior establecemos un ábaco de diferentes profundidades y la capacidad de soporte en toneladas por pilote.

Tabla 12. *Tabla Análisis de Capacidad de Pilotes. Fuente: Los Autores*

ANALISIS DE CAPACIDAD DE PILOTES						
PROFUNDIDAD (m)		CU(KN/m2)	α	Nc*		
0.00	5.00	14.00	0.90	9.00		
5.00	10.00	11.00	0.90	9.00		
10.00	15.00	11.00	0.90	9.00		
15.00	30.00	25.00	0.90	9.00		
Qp=	Ap*Cu*Nc*					
Qs=	$\Sigma\alpha^* \times Cu \ As \ x \ \Delta L$					
ANALISIS DE PILOTES DIAMETRO 0.30 METROS						
DIAMETRO(m)=	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
Ap(m2)=	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	
Profundidad(m)=	5.00	10.00	15.00	20.00	30.00	
Qp (KN-punta)=	7.00	7.00	7.00	15.90	15.90	
As(m2)=	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
Qs (KN-friccion)=	59.38	106.03	152.68	199.33	527.68	
FS=	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
Qw (KN)=	22.12	37.68	53.23	71.75	181.20	
CAPACIDAD (TON)=	2.21	3.77	5.32	7.17	18.12	

La capacidad establecida con las condiciones del suelo encontradas es de 18 Ton para un diámetro de 0,30 m y una profundidad de 30 m, profundidad establecida en el edificio.

De acuerdo a lo anterior, los pilotes son insuficientes.

Los resultados de laboratorio y perfiles de suelos muestran las siguientes condiciones y características en los suelos, se tiene un gran estrato de arcilla con baja capacidad o resistencia al corte del suelo ya que, los valores en el ensayo de compresión inconfiada arrojaron resultados bajos de S_u (entre 0.09-0.14 Kg / cm²), también se estableció con el ensayo de límites de consistencia un límite de líquido bastante alto (155) lo cual refleja que el suelo tiene gran capacidad de absorber agua y por tanto puede ser más líquido que plástico; según los ensayos de peso unitario muestra que la densidad del suelo es baja (entre 1.00 – 1.30 Ton/m³); también, el porcentaje de humedad es alto (entre el 90-160%).

Con los parámetros mostrados en los ensayos se concluye, que el suelo es blando, de baja resistencia y bastante compresible relacionándolo con la falta de pilotes como cimentación en columnas, se establece que se esperan asentamientos mayores a los que debería presentar la edificación en cuanto a los factores de seguridad geotécnica.

9. Vulnerabilidad Sísmica Siguiendo La NSR-10

9.1 Verificación intervención según NSR-10 A.10.1.3

La estructura a evaluar establece los siguientes alcances primero una evaluación de vulnerabilidad sísmica y se tendrá un reforzamiento estructural, partiendo de esto según la Comisión Asesora para el régimen de construcciones, según (NSR_10, 2010)

“Los alcances son .A.10.1.3.3 Vulnerabilidad sísmica. Los criterios presentados en este Capítulo se pueden utilizar en el diagnóstico o evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento A.10.1.3.5 Reforzamiento estructural. Los requisitos del Capítulo A.10 y en especial los de A.10.9 deben ser empleados en actualización y rehabilitación sísmica de edificaciones existentes”(p A-98)

9.2 Calificación según NSR-10.

Según la Comisión Asesora para el régimen de construcciones, NSR_10. (2010), en el item A.10.2.1.

Se deben investigar antecedentes de la construcción existente, para la determinación de parámetros de entrada e información del paciente así:

Según (NSR_10, 2010), “(a) Cuando se disponga de documentos técnicos, planos as built y otros, se debe verificar en el sitio su idoneidad y fidelidad al momento de la inspección. Deben hacerse exploraciones en lugares representativos y dejar constancia del alcance de estas exploraciones” (p A-100).

De acuerdo a este ítem, para nuestro paciente se realizan levantamientos y ensayos de exploración, ya que contamos como información de entrada únicamente con los planos arquitectónicos.

Según (NSR_10, 2010), “(b) La calidad de la construcción de la estructura original debe determinarse de una manera cualitativa” (p A-100).

La estructura fue visitada y revisada por los ingenieros responsables de este proyecto. En la revisión ejecutada, se evidenciaron lesiones como humedades y daños que se desprenden de las mismas, fisuras en elementos no estructurales, asentamientos diferenciales normales. No se observaron elementos estructurales con daños o lesiones de consideración. A nivel estructural, estaría en un término intermedio donde se debe realizar un mantenimiento para sanar elementos con afectaciones por la humedad.

Según (NSR_10, 2010), “(c) El estado de conservación de la estructura debe evaluarse de una manera cualitativa” (p A-100).

Se debe realizar mantenimiento de la estructura para tener un saneamiento de las afectaciones que se están causando en la zona de sótanos en terraza y en zona de patios.

Según (NSR_10, 2010), “(d) Debe investigarse la estructura con el fin de determinar su estado a través de evidencia de fallas locales, deflexiones excesivas, corrosión de las armaduras y otros indicios de su comportamiento” (p A-100).

Como tal los elementos estructurales no muestran fallas ni lesiones de consideración, pero de nuevo se reitera la necesidad del mantenimiento y reparación de las zonas descritas en el informe.

Según (NSR_10, 2010), “(e) Debe investigarse la ocurrencia de asentamientos de la cimentación y su efecto en la estructura” (p A-100).

Se presentan asentamientos diferenciales entre el módulo principal y terraza de patios de primer piso, los cuales están causando deformaciones en la losa de los patios.

Según (NSR_10, 2010), “(f) Debe determinarse la posible ocurrencia en el pasado de eventos extraordinarios que hayan podido afectar la integridad de la estructura, debidos a explosión, incendio, sismo, remodelaciones previas, colocación de acabados que hayan aumentado las cargas, y otras modificaciones” (p A-100).

Se tiene una remodelación e impermeabilización en el 2013 de la plazoleta central y portería, sin embargo de nuevo se está filtrando el agua lluvia entre la losa y hacia el sótano, mostrando grandes humedades que ocasionan otras lesiones derivadas de la misma.

En general la estructural está en términos regulares donde se hace necesario generar los mantenimientos y reparaciones para evitar que evolucionen negativamente las lesiones descritas en el presente informe.

NSR-10. A.10.2.2. ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.

Según (NSR_10, 2010), “Debe calificarse el estado del sistema estructural de la edificación de una manera totalmente cualitativa con base en la calidad del diseño y construcción de la estructura. Original y en su estado actual. Esta calificación se debe realizar de la manera prescrita a continuación”: (p A-100)

Según (NSR_10, 2010), “NSR-10. A.10.2.2.1. Calidad del diseño y la construcción de la estructura original. Esta calificación se define en términos de la mejor tecnología existente en la época en que se construyó la edificación. Al respecto se puede utilizar información tal como: registros de interventoría la construcción y ensayos realizados especialmente para ello. Dentro de la calificación debe tenerse en cuenta el potencial de mal comportamiento de la edificación debido a distribución irregular de la masa o la rigidez, ausencia de diafragmas, anclajes, amarres y otros elementos necesarios para garantizar su buen comportamiento de ella ante las distintas solicitaciones. La calidad del diseño y la construcción de la estructura original deben calificarse como buena, regular o mala” (p A-100)

Se revisa la estructura y maneja pórticos en dos direcciones lo cual es un sistema estructural habilitado por la NSR-10, aquí observamos dos escenarios en cuanto a los elementos encontrados con sus respectivas dimensiones, la primera es que tiene unas dimensiones no tan grandes para el número de pisos, pero las luces entre columnas son cortas en algunas zonas, por tanto es necesario revisar con una modelación el comportamiento de la estructura.

Las columnas y vigas muestran recubrimientos y acabados en buenas condiciones, no se observan pandeos ni deflexiones en vigas, las columnas muestran buena verticalidad, con buena calidad del concreto exceso en las zonas de filtración en sótano.

Según (NSR_10, 2010), “A.10.2.2.2. Estado de la estructura. Debe hacerse una calificación del estado actual de la estructura de la edificación, basada en aspectos tales como: sismos que la puedan haber afectado, fisuración por cambios de temperatura, corrosión de las armaduras, asentamientos diferenciales, reformas, deflexiones excesivas, estado de elementos de unión y otros aspectos que permitan determinar su estado actual. El estado de la estructura existente debe calificarse como bueno, regular o malo” (p A-100)

Los elementos estructurales como vigas y columnas no muestran fisuras, grietas ni pandeos, el concreto se observa en buen estado los recubrimientos están correctos no se ven aceros expuestos a la intemperie.

Las lesiones que se muestran se encuentran en el sótano bajo áreas de terrazas descubiertas de un piso, estas lesiones se dan especialmente en la losa de entrepiso, loseta inferior con aceros descubiertos, humedades y corrosión de la malla electrosoldada de la loseta.

En general la estructura se encuentra en regular estado es necesario general el mantenimiento y reparación en la zona de sótano y primer piso áreas de terraza, con el muro de cerramiento lateral para evitar que continúen los daños en los elementos identificados y mostrados en el presente informe.

Según (NSR_10, 2010), “Etapa 3. El estado del sistema estructural debe calificarse con respecto a: (a) la calidad del diseño de la estructura original y su sistema de cimentación y de la construcción de la misma y (b) el estado de mantenimiento y conservación. Esta calificación debe hacerse de acuerdo con los requisitos de A.10.2.” (p A-98)

En esta etapa tenemos (a) la calidad del diseño de la estructura original y su sistema de cimentación y de la construcción de la misma. Para esta calificación podemos expresar que el diseño es un sistema de pórticos resistente a momentos, no se muestran deflexiones, elementos con gran fisuración así como asentamientos significados que hayan ocasionado daños a nivel general de la estructura, los daños se muestran en las zona de sótanos en terrazas de un piso donde hay filtración de agua, generando humedades y daños en la losa, también tenemos un efecto de asentamiento diferencial típico en los conjuntos con volúmenes de varios pisos con respecto a las zonas de un piso aquí hay asentamientos diferenciales por el cambio de peso entre zonas. Estos daños se muestran en la placa de primer piso arrojando lesiones en la cubierta de sótano, según lo anterior y partiendo que los daños se han dado al pasar del tiempo de la vida útil de la estructura y que los demás elementos de los diferentes muestran buena conservación, la podríamos calificar como buena.

Según (NSR_10, 2010), “(b) el estado de mantenimiento y conservación. Esta calificación debe hacerse de acuerdo con los requisitos de A.10.2. Del estado de mantenimiento y conservación vemos que las humedades han crecido hasta el punto de ocasionar lesiones secundarias por tanto estimamos este punto regular” (p A-98)

9.3 Evaluación de la estructura existente NSR-10 A.10.4

9.3.1 Solicitaciones equivalentes NSR-10 – A.10.4.2

Según NSR-10. A.10.4.2 solicitaciones equivalentes. Debe establecerse una equivalencia entre las solicitaciones que prescriben este Reglamento y las que la estructura está en capacidad de resistir en su estado actual. Al respecto se deben utilizar los siguientes criterios:

Según (NSR_10, 2010), “A.10.4.2.1. Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva. Se deben utilizar los movimientos sísmicos de diseño que prescribe el Capítulo A.2 para el lugar en que se encuentre la edificación, para el Grupo de Uso que va a tener una vez se lleve a cabo la modificación, con el fin de analizar la estructura como si fuera una edificación nueva” (p A-103)

De acuerdo con lo enunciado se establece los siguientes movimientos sísmicos, según la microzonificación sísmica de Bogotá partiendo de la ubicación del proyecto que se encuentra en la Calle 163B No 50-32. Se utilizará en este análisis el espectro elástico tomado por la ubicación del predio como lacustre 200 basándonos en la Microzonificación de Bogotá.

A continuación se presenta este espectro de respuesta construido con un coeficiente de importancia $I = 1$, A.2.5.1.4. Grupo I. Estructuras de ocupación normal.

Todas la edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV. El cual corresponde la estructura en análisis.

Tabla 13. *Parámetros Sísmicos. Espectro de Respuesta*

ESPECTRO ELASTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO	
Zona de amenaza sísmica	Intermedia
Zona	Lacustre - 200
Grupo de uso	1
Coefficiente de importancia, I	1
Aa (g)	0.15
Av (g)	0.2
Ao (g)	0.18
Fa	1.2
Fv	3.5
Tc	1.87
TL	4

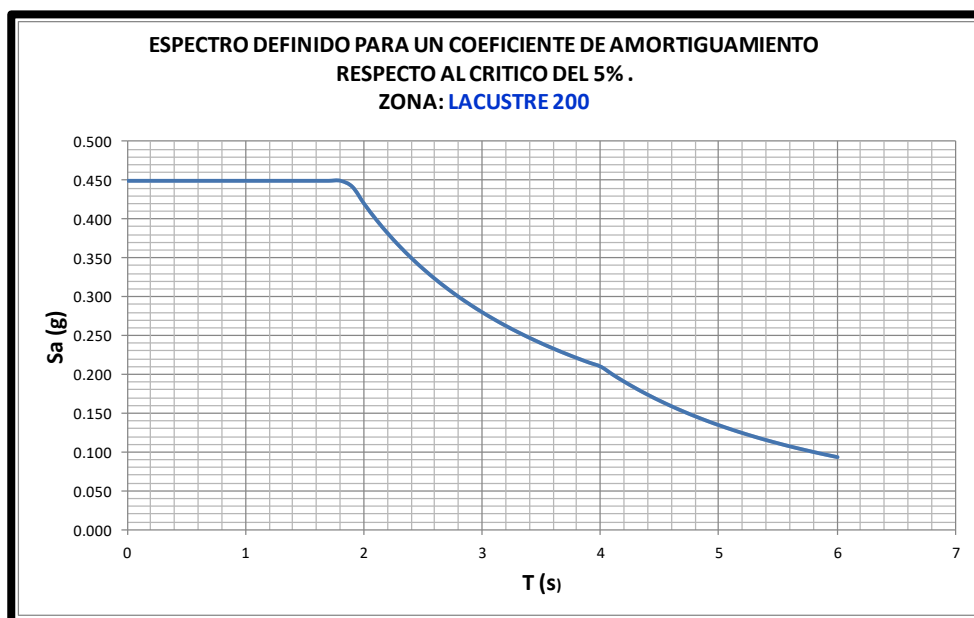


Figura 19. Espectro. Fuente: Los autores

Según (NSR_10, 2010), “A.10.4.2.2 Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad limitada. Se deben utilizar los movimientos sísmicos de diseño que prescribe A.10.3 para el lugar en que se encuentre la edificación, para el Grupo de Uso que va a tener una vez se lleve a cabo la modificación, cuando de acuerdo al A.10.9 este Reglamento explícitamente permita que el análisis de la estructura se realice para un nivel de seguridad limitada” (p A-103)

Los Movimientos sísmicos de la estructura se verificarán para un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva y no para un nivel de seguridad limitada.

Según (NSR_10, 2010), “A.10.4.2.3. Clasificación del sistema estructural. El sistema estructural debe clasificarse dentro de uno de los sistemas estructurales que define el Capítulo A.3.” (p A-103)

El sistema estructural del proyecto es pórtico de concreto reforzado resistente a momentos y según la tabla A 3-3 sería con capacidad moderada de energía el cual está habilitado para Bogotá lugar de ubicación del proyecto ya que es una zona de riesgo sísmico intermedio.

Tabla 14. Sistema Estructural de Pórtico Resistente a Momentos. Fuente NSR-10. Tabla A3A

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			Alta		Intermedia		baja	
		uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.		
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES)									
a. De concreto (DES)	el mismo	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DES)	el mismo	7.0 (Nota-3)	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
d. De acero con cerchas dúctiles (DES)	Pórticos de acero resistentes o no a momentos	6.0	3.0	si	30 m	si	45 m	si	sin límite
2. Pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)									
a. De concreto (DMO)	el mismo	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DMO)	el mismo	5.0 (Nota-3)	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos con conexiones rígidas (DMO)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite

Según NSR-10 A.10.4.2.4. Coeficiente de capacidad de disipación de energía, Para esto tomamos R_0 como 5 según la tabla A 3-3 y se evaluarán las irregularidades en planta, en altura y por ausencia de redundancia y por características de la estructura actual para definir el R' , esto se mostrará en el análisis elástico de la estructura.

Según (NSR_10, 2010), “A.10.4.2.5. Fuerzas sísmicas. Las fuerzas sísmicas, F_s , que el sismo de diseño impone a la edificación se deben determinar por medio del método de la fuerza horizontal equivalente, tal como lo prescribe el Capítulo A.4. Estas fuerzas sísmicas deben distribuirse en la altura de acuerdo con el mismo método de la fuerza horizontal equivalente. Se permite utilizar el método del análisis dinámico dado en el Capítulo A.5, si a juicio del diseñador hay suficiente información para permitir su uso” (p A-104)

Se utilizará el método de análisis dinámico modelando la estructura bajo un software estructural STAAD PRO V8ISS6, esto se mostrara en el análisis elástico de la estructura.

Según (NSR_10, 2010), “A.10.4.2.6. Cargas diferentes a las solicitaciones sísmicas. Las otras solicitaciones diferentes a las solicitaciones sísmicas deben determinarse siguiendo los requisitos del Título B, con excepción de las cargas muertas, las cuales deben evaluarse con base en observaciones y mediciones de campo. Las cargas muertas en ningún caso, para efectos de determinar las solicitaciones equivalentes, pueden ser menores a las prescritas en el Título B” (p A-104)

Las cargas muertas las tomamos de la estructura existente, las cargas vivas dependen del uso final que se le a la estructura y se tendrá en cuenta cargas de granizo en cubierta, a continuación, se muestra el avalúo de cargas.

Tabla 15. *Avalúo de cargas losa de entrepiso. Fuente: Los autores*

PROYECTO: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA			
LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION			
ELEMENTO: ENTREPISO			
<u>Peso por módulo</u>			
Volumen de macizo=	8.23	2.881 m ³	
Aligeramientos=		-1.995 m ³	
		Volumen total	0.885 m ³
		Peso por módulo	21.243 KN
<u>SEGUNDO TERCER PISO</u>			
Peso propio de la losa:		2.581 KN/m ²	
Piso en mortero afinado:	0.03 x 1.00 x 1.00 x 22 =	0.660 KN/m ²	
Baldosa cerámica (20 mm) sobre 12 mm de mortero		0.800 KN/m ²	
Afinado cielo raso		0.220 KN/m ²	
Muros		1.678 KN/m ²	
		CARGA MUERTA	5.939 KN/m ²
		CARGA VIVA	1.800 KN/m ²
		TOTAL	7.739 KN/m²
CT/ vta=	5.42 KN/m		
CM/vta=	4.16 KN/m		
CV/vta=	1.26 KN/m		
Area muros		35.51	m ²
espesor muros		0.1	m
long muros		355.1	m
Area losa		837.98	
LONGITUD MUROS PANEL CRITICO			
L=	355.10 m.		
H=	2.20 m.		
Tabla B.3.4.2-4 NSR-10			
0.10 m.	1.800 KN/m ²		
0.15 m.	2.500 KN/m ²		
ESPEJOR MUROS			
0.10 m.	1.800 KN/m ²		
CARGA MUROS			
1406.196 KN	837.98	m ²	
1.678 KN/m ²			
AREA		8.23	m ²
Aligeramientos			
Long(m)	Largo(m)	Cant	
0.81	2.81	1	2.2761
0.67	2.81	1	1.8827
0.67	2.81	1	1.8827
0.48	2.81	1	1.3488
		area aligue	7.3903

Tabla 16. *Tabla Avalúo de Cargas Losa de Cubiertas. Fuente: Los autores*

PROYECTO: CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA	
<u>CUBIERTA RESIDENCIAL</u>	
Peso propio Teja liviana:	0.150 KN/m ²
Piso elementos metalicos:	0.250 KN/m ²
Sistema de suspensión de madera.	0.150 KN/m ²
Muros o cuchillas	0.400 KN/m ²
	CARGA MUERTA 0.950 KN/m ²
	CARGA VIVA O GRANIZO 1.000 KN/m ²
	TOTAL 1.950 KN/m²

9.3.2 Análisis elástico de la estructura y su cimentación para solicitaciones equivalentes NSR-10 – A.10.4.2

Según (NSR_10, 2010), “A.10.4.2.7. Análisis estructural. Con el fin de determinar las fuerzas y esfuerzos internos de la estructura debe llevarse a cabo un análisis estructural por medio de uno de los modelos matemáticos permitidos por este Reglamento” (p A-104)

Estas fuerzas y esfuerzos se tomaran del modelo estructural que sigue las condiciones dadas en la NSR-10 y el cual se realizara para nuestra estructura y se relaciona a continuación.

9.3.3 Características de los materiales a utilizar en la modelación.

- Concreto $f'_c = 20.4$ MPa. Columnas vigas losas, cimentación
- Acero $F_y = 420$ Mpa, (para todos los diámetros nuevo y antiguo).
- Platinas A-36 $F_y = 253$ MPa.
- Acero correas A-36 $F_y = 253$ MPa.

9.3.4 Análisis Matemático

A continuación, se presentan los listados de entrada y salida y gráficos generados por el programa STAAD.V8ISS6

Las fuerzas sísmicas que el sismo de diseño impone a la edificación fueron analizadas y calculadas por el método del ANALISIS DINAMICO ESPECTRAL.

El procedimiento de análisis elástico de la estructura se realizó construyendo un modelo espacial (tres dimensiones), en donde están definidas las características

geométricas de los elementos estructurales (secciones transversales, luces, apoyos), y las cargas estáticas y sísmicas sobre los elementos estructurales.

Las vigas, columnas y correas de cubierta se modelaron usando elementos tipo frame.

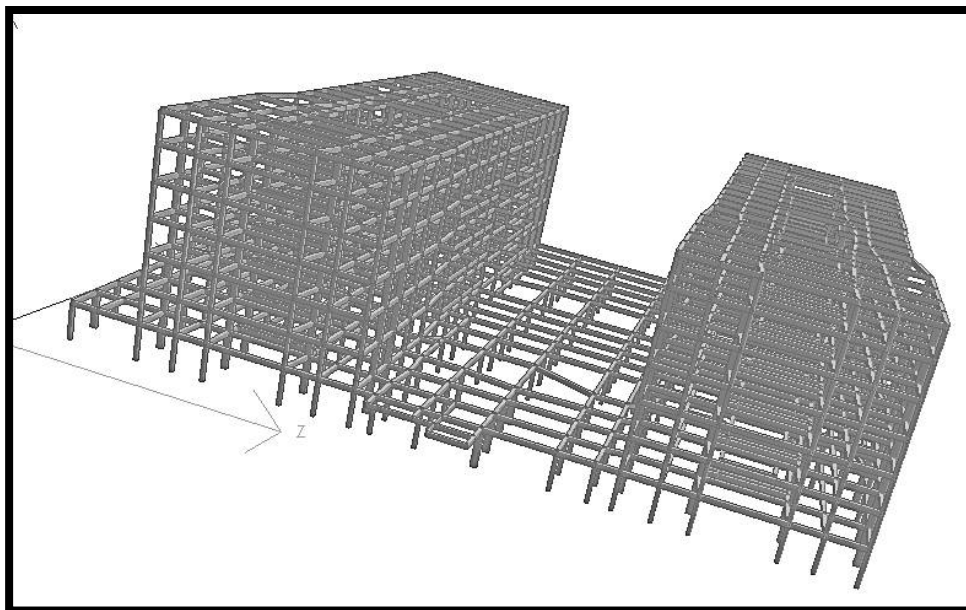


Figura 20. Diseño toda la estructura. Fuente: Los autores. STAAD-PRO V8ISS6 [Software]

9.4 Análisis de vulnerabilidad (NSR-10 A.10.5)

9.4.1 Descripción estructural

La edificación consta de varias torres, 1 sótano y 6 pisos cada una con 8 (ocho) niveles, cuya estructura está basada en un sistema de pórtico viga-columna, el análisis de vulnerabilidad sísmica sigue los parámetros de la Norma NSR-10.

9.4.2 Hipótesis De secuencia de Falla

9.4.2.1 Hipótesis De secuencia de Falla Sótano Nivel 1

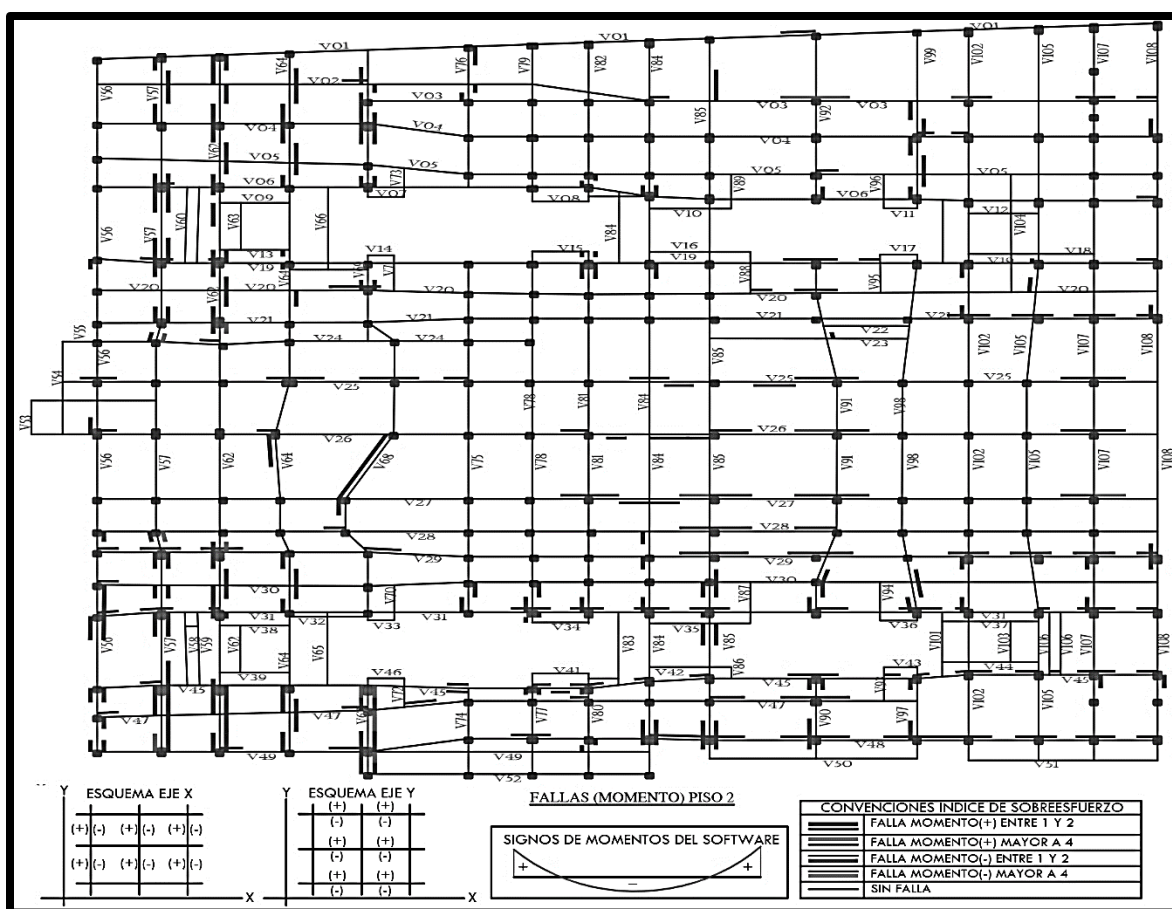


Figura 21. Plano de la secuencia de falla (Momento). Fuente: Los autores

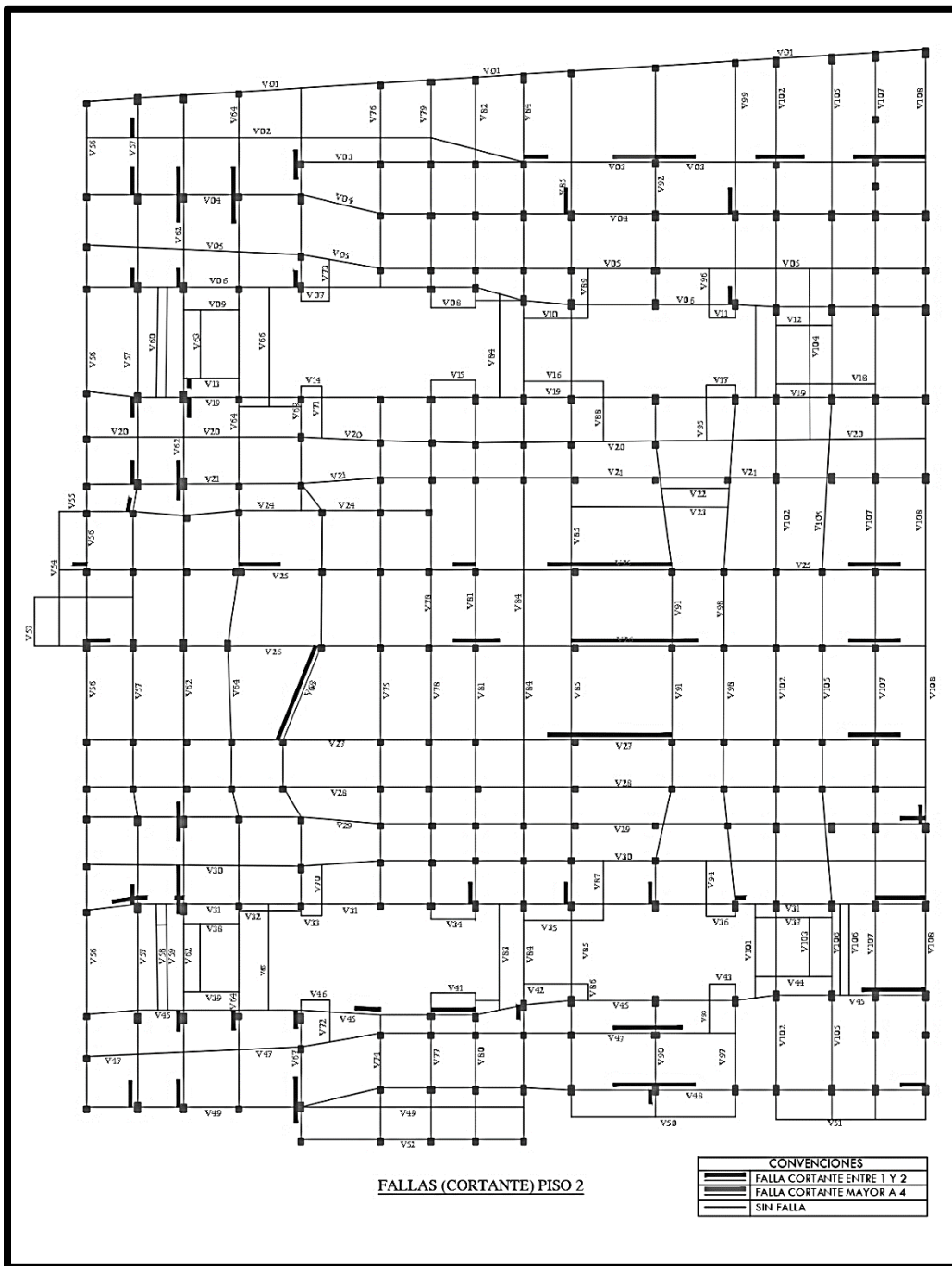


Figura 22. Plano de secuencia de falla (Cortante). Fuente: Los autores



Figura 23. Sobre Esfuerzos de Columnas en el Sótano. Fuente: Los autores

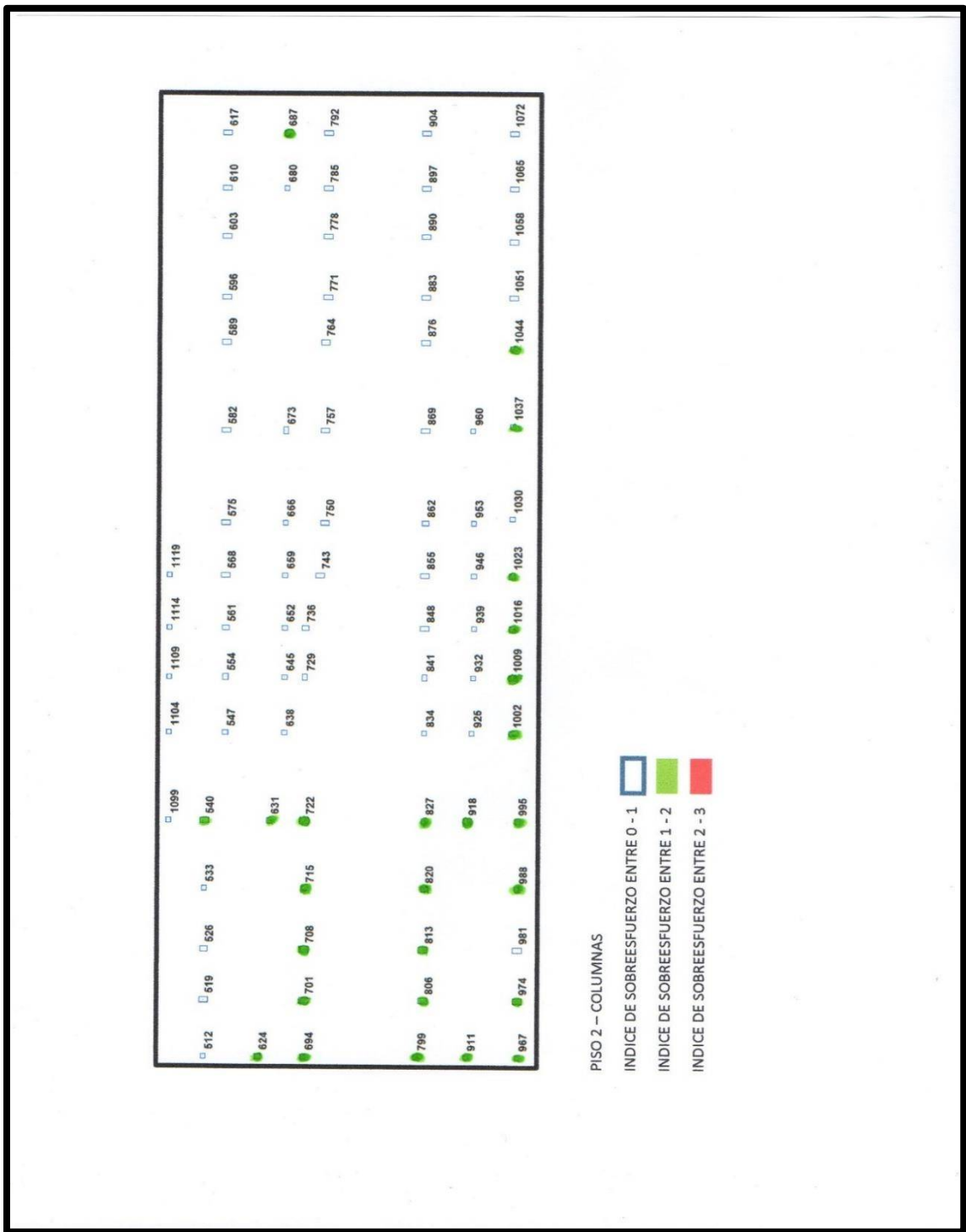


Figura 24. Sobre esfuerzos de columnas piso 2. Fuente: Los autores

9.4.2.2 Hipótesis De secuencia de Falla Piso 4

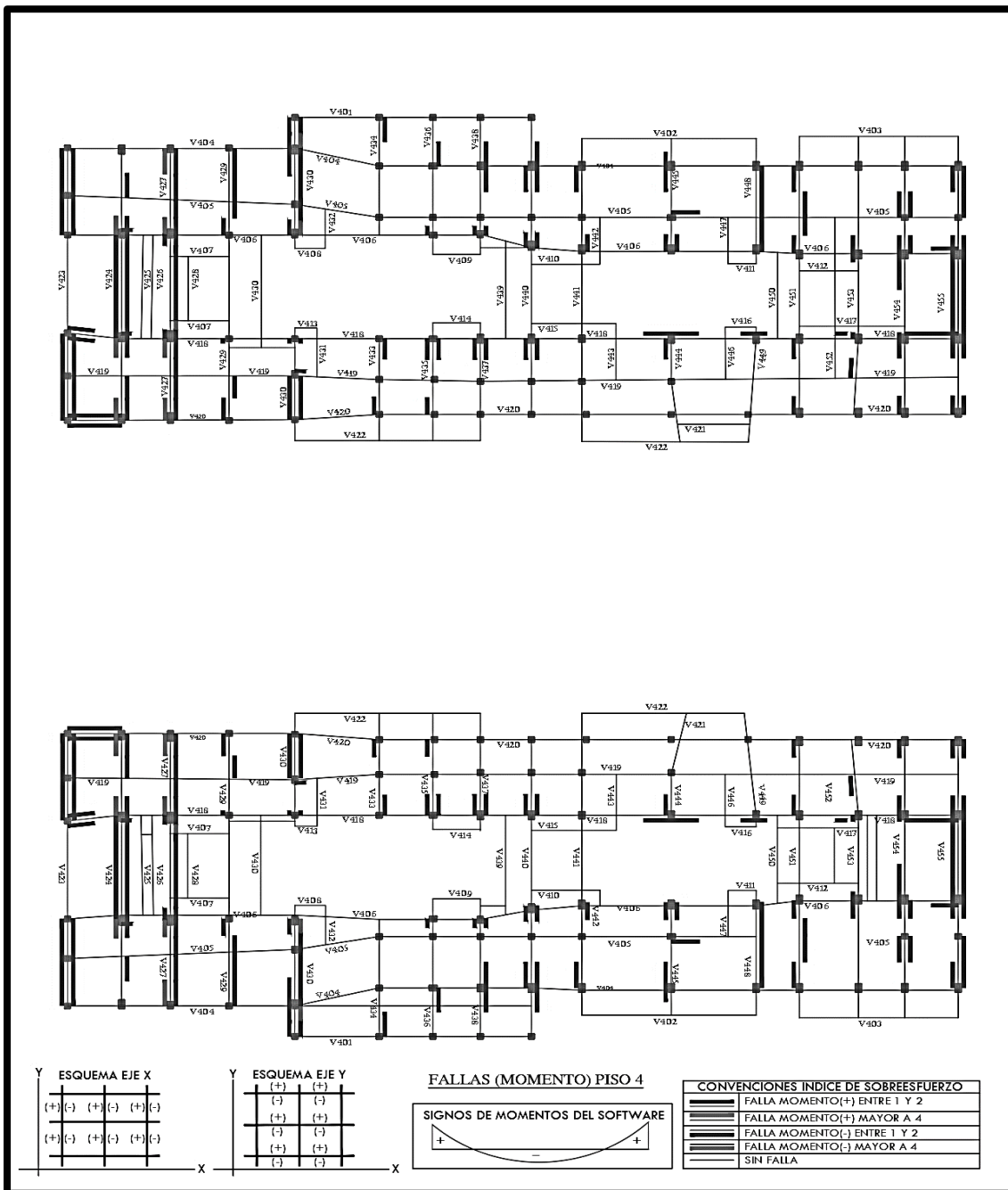


Figura 25. Plano secuencia de fallas (Momento) piso 4. Fuente: Los autores

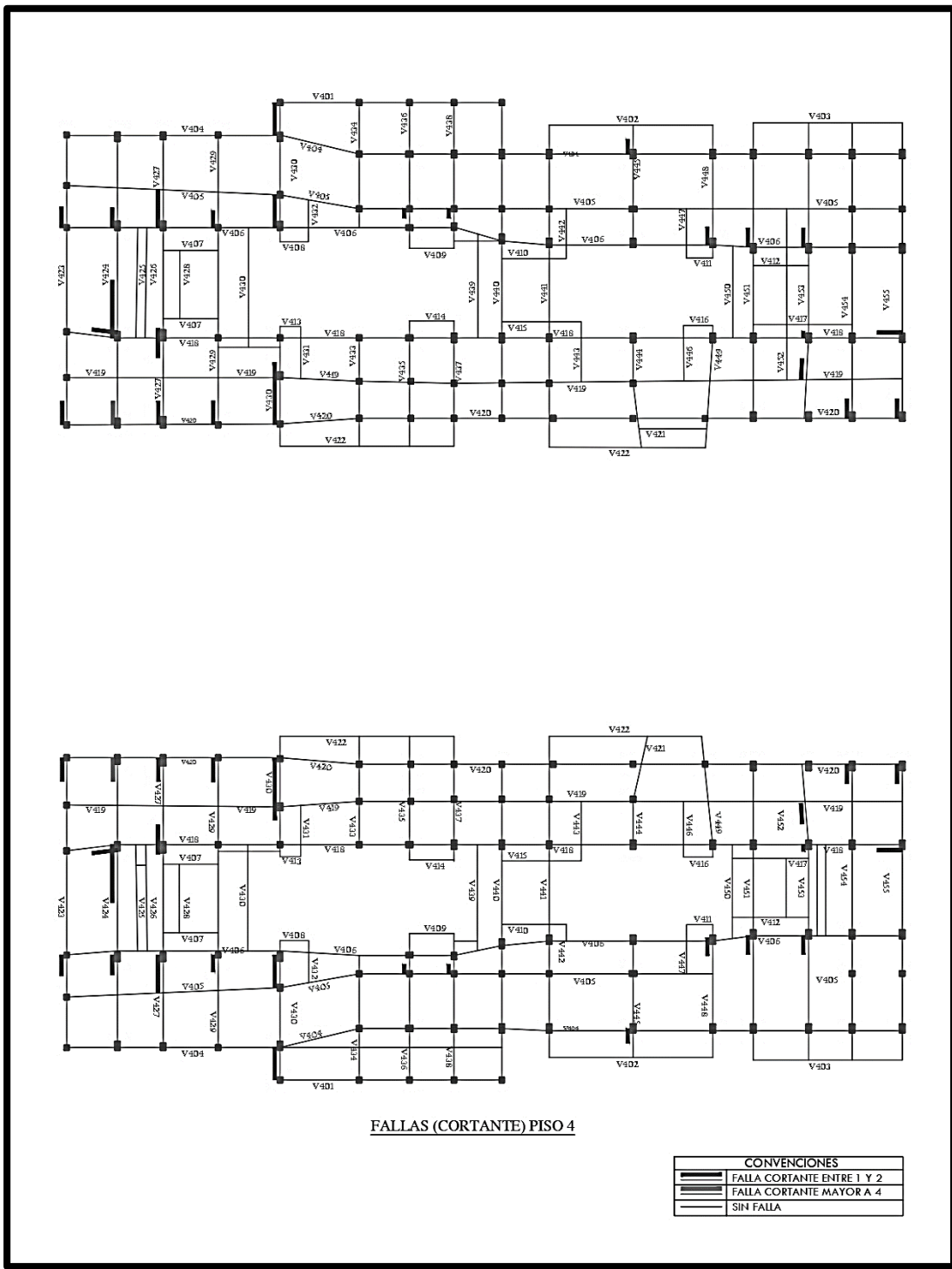


Figura 26. Plano de secuencia de fallas (Cortante) 4 piso. Fuente: Los autores

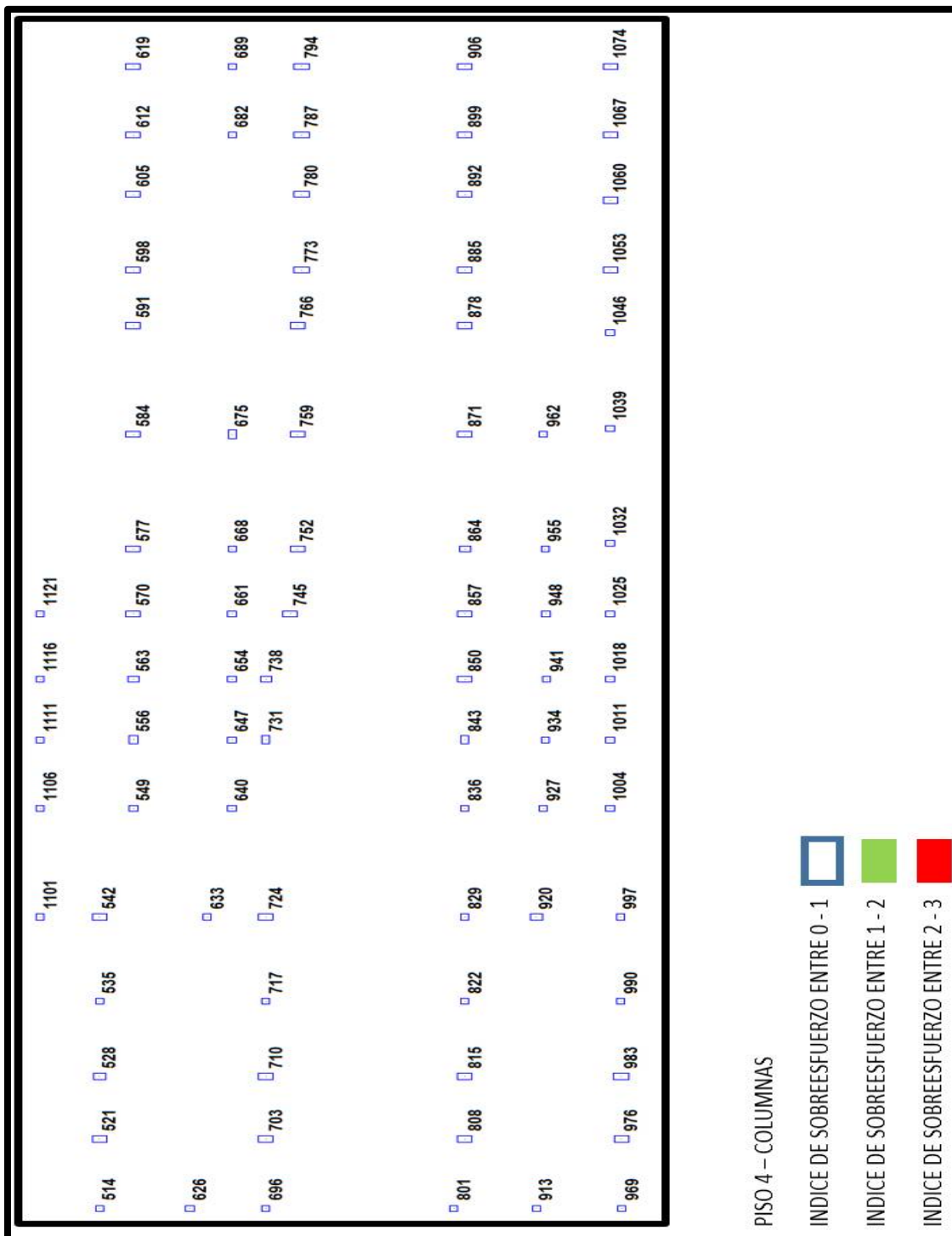


Figura 27. Sobre esfuerzos columnas piso 4. Fuente: Los autores

9.4.2.3 Hipótesis De secuencia de Falla Piso 6

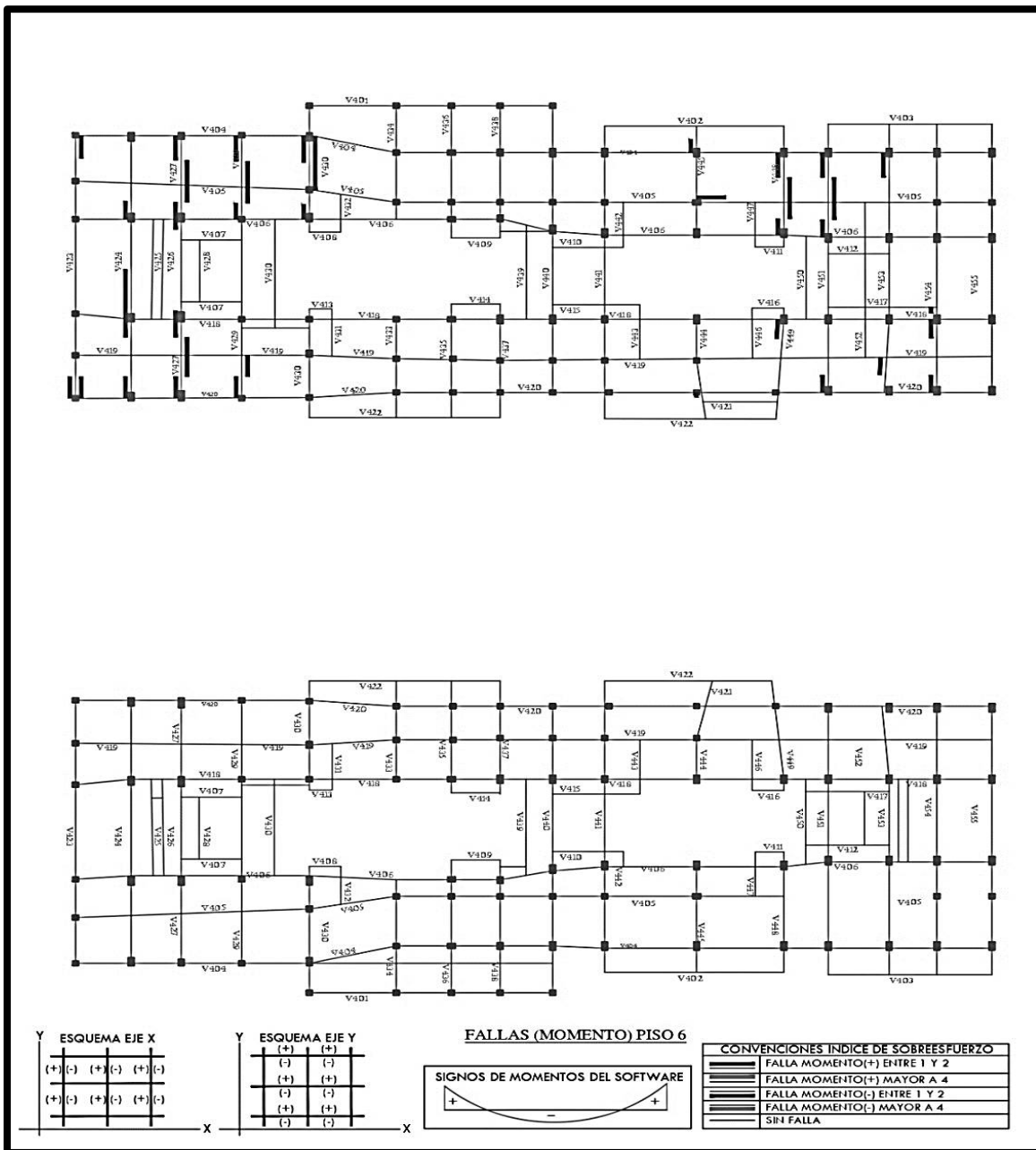


Figura 28. Plano de secuencia de fallas (momento) piso 6. Fuente: Los autores

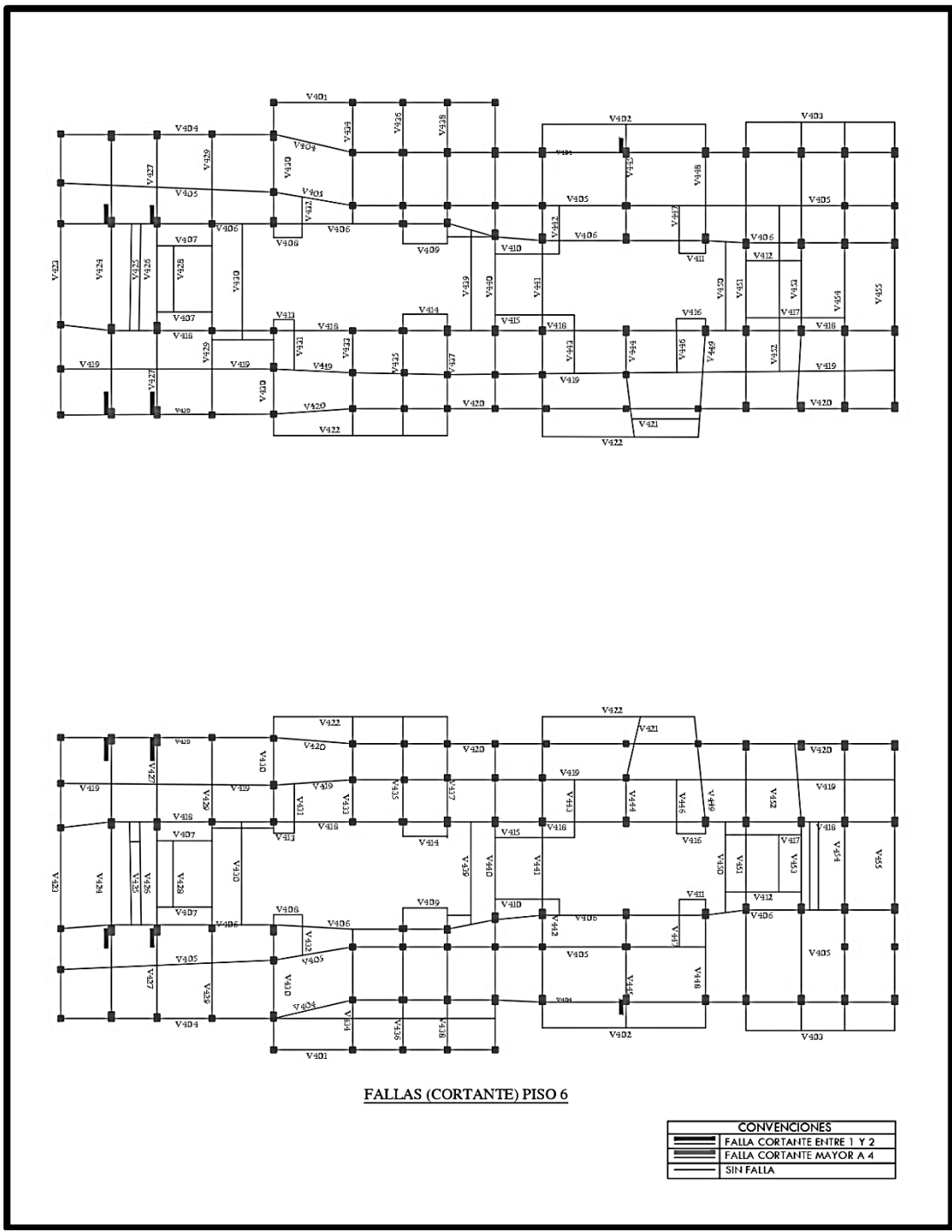


Figura 29. Plano de secuencia de fallas (Cortante) piso 6. Fuente: Los autores

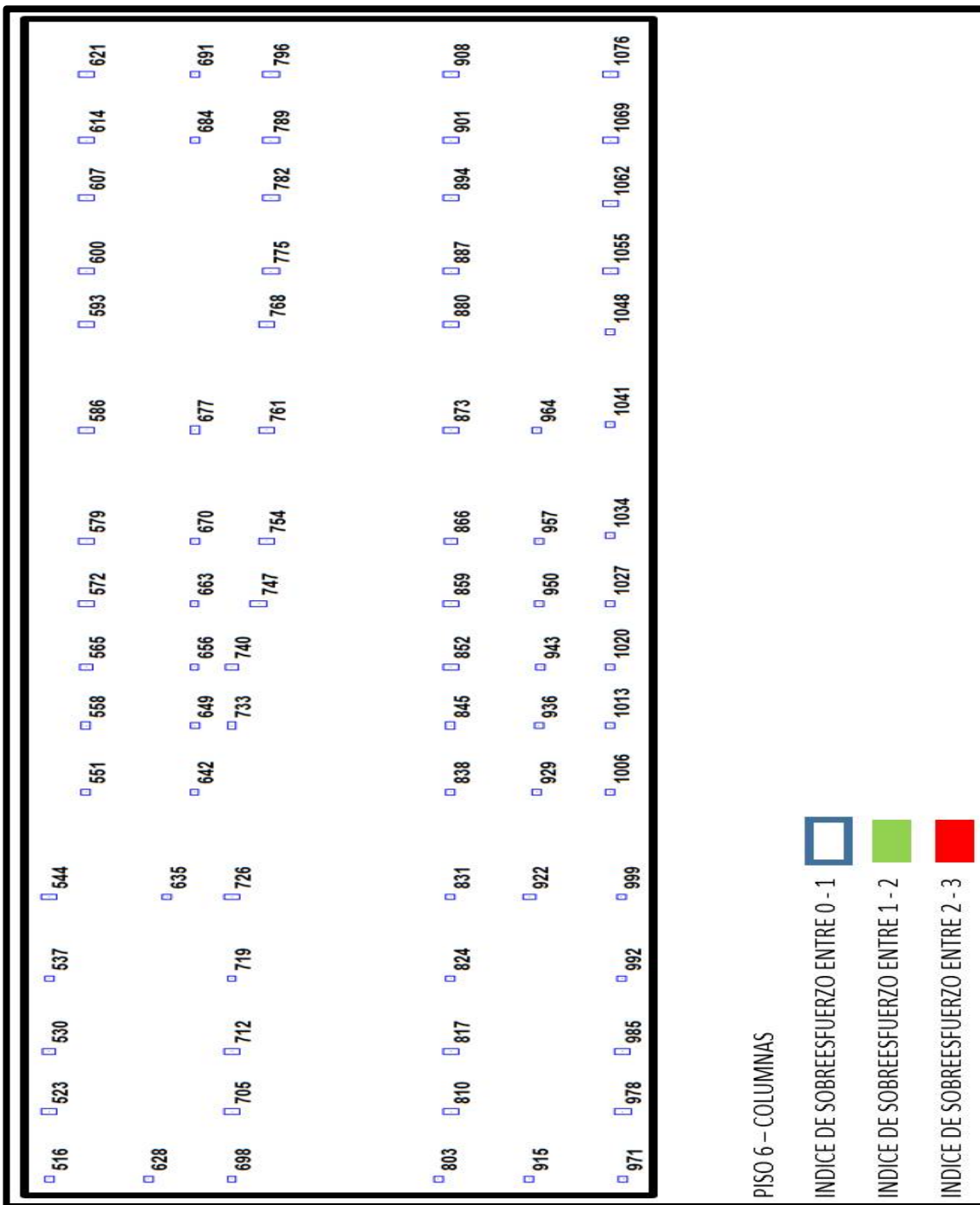


Figura 30. Sobre esfuerzos columnas piso 6. Fuente: Los autores

9.4.2.4 Hipótesis De secuencia de Falla Cubierta

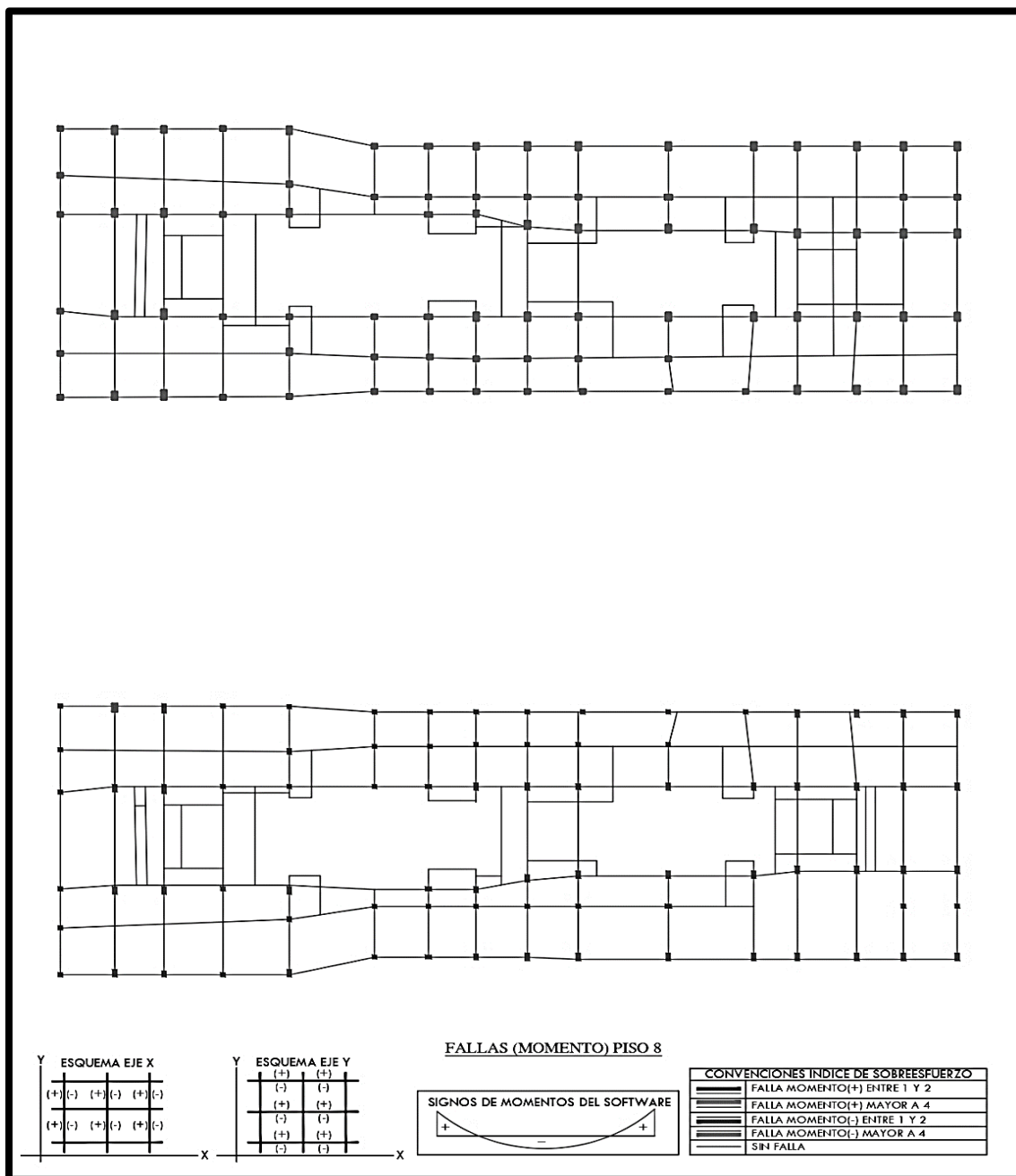


Figura 31. Plano de secuencia de fallas (Momento) nivel 8. Fuente: Los autores

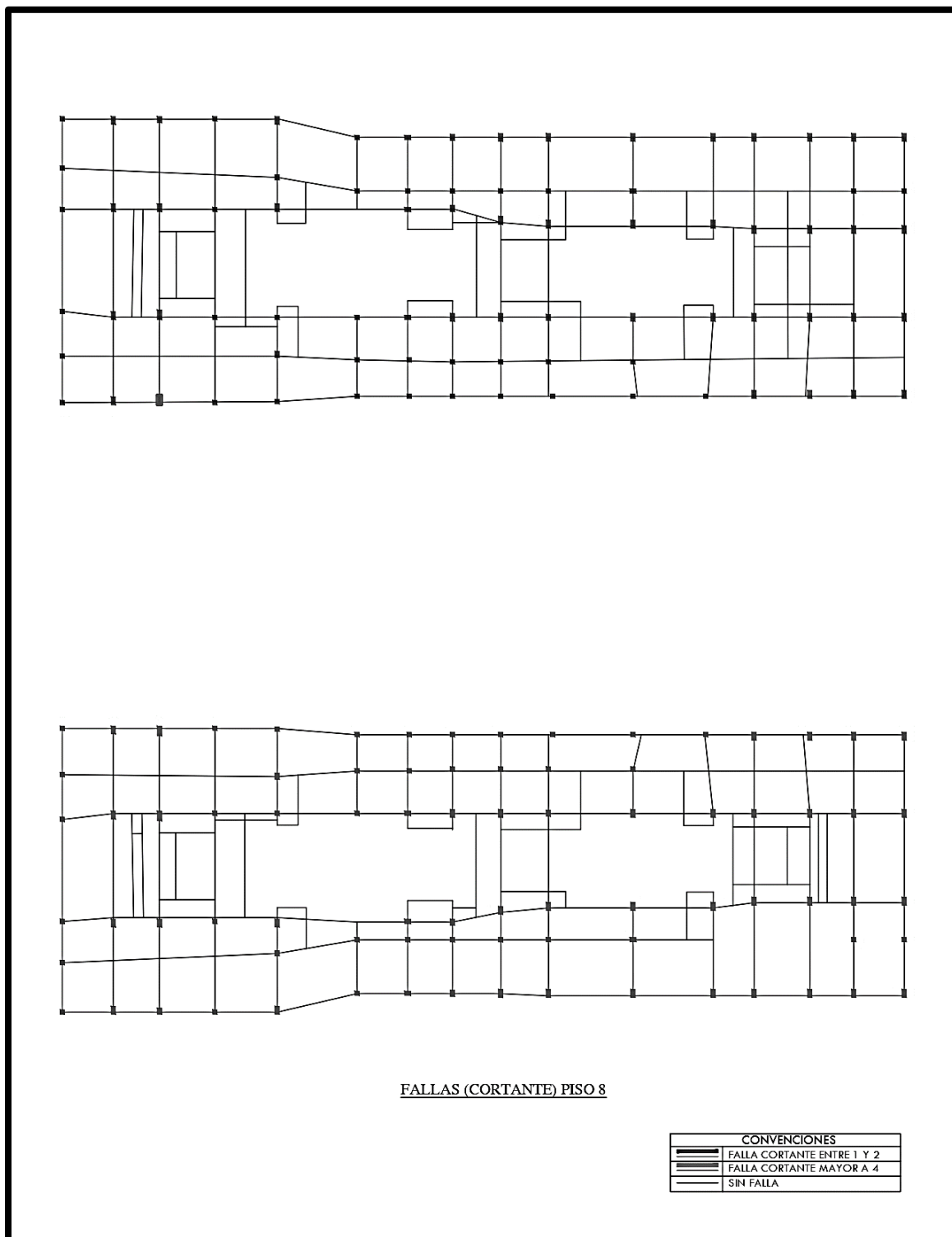


Figura 32. Plano se secuencia de fallas (Cortante) nivel 8. Fuente: Los autores

9.5 Vulnerabilidad como fracción de la resistencia de la edificación

Vulnerabilidad como fracción de la resistencia de la edificación	
Indice de Sobreesfuerzo Momento Vigas	2.59
Indice de Sobreesfuerzo Cortante Vigas	2.21
Indice de Sobreesfuerzo Momento Columnas	2.77
Indice de Sobreesfuerzo Cortante Columnas	1.42

9.6 Vulnerabilidad como fracción de la rigidez de la edificación.

Vulnerabilidad como fracción de la rigidez de la edificación.	
Indice Por desplazamientos horizontales en nudos de Columnas en X	3.29
Indice Por desplazamientos horizontales en nudos de Columnas en X	3.09
Indice Por deflexiones verticales en Vigas	3.01

Se tiene entonces, que según el análisis de vulnerabilidad sísmica los índices pasan de sobremanera la unidad, y esto se origina por la esbeltez de los elementos estructurales con los cuales está compuesto el pórtico resistente a momentos el cual es el sistema de la estructura encargado de soportar las cargas verticales y horizontales a las que se pueda ver sometida la misma, por tanto para el número de pisos no son coherentes las dimensiones de columnas y vigas, además de que se obtuvo un valor de resistencia a la compresión de concreto de 20.4 MPa y ahora se está trabajando con concretos de 28 MPa para columnas y pantallas.

10. Ensayos En La Edificación

10.1 Ensayos Calidad de concreto resistencia a la compresión y detector de acero.

Ver Anexo A-2 Ensayos esclerómetro y detector de acero.

Tabla 17. Resumen de resultados. Fuente: Los Autores

RESUMEN RESULTADOS PRUEBA DE ESCLEROMETRIA COLUMNAS							
CONSECUTIVO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
LOCALIZACION	Sótano	Sótano	Sótano	Sótano	Sótano	Sótano	Sótano
TIPO	Col 1p	Col 1p	Col 1p	Col 1p	Col 1p	Col 1p	Col 1p
Mpa	20.0	25.0	24.0	22.0	21.4	20.0	21.4
PSI	2857	3571	3429	3143	3057	2857	3057

RESUMEN RESULTADOS PRUEBA DE ESCLEROMETRIA VIGAS										
CONSECUTIVO	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
LOCALIZACION	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga
TIPO	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p	Viga 2p
Mpa	19.0	20.0	20.0	25.0	20.0	19.0	22.8	27.0	20.0	21.4
PSI	2714	2857	2857	3571	2857	2714	3257	3857	2857	3057

PROMEDIO RESISTENCIA		
TIPO	Columnas	Vigas
Mpa	22.0	21.4
PSI	3139	3060

RESUMEN ACEROS			
ACERO EN COLUMNAS	25X25 cm	8 VAR 5/8"	EST
	25x35 cm	10 VAR 3/4"	3/8"
	25x45 cm	10 VAR 3/4"	3/8"
ACERO EN VIGAS	25X35 cm	ARRIBA 2 VAR 3/4" + 1 VAR 5/8"	3/8"
		ABAJO 3 VAR 5/8"	3/8"

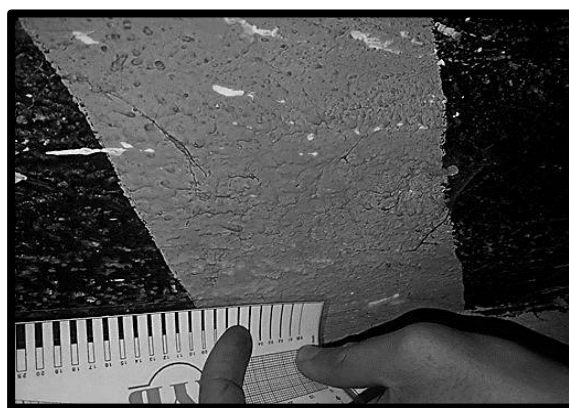


Figura 33 .Fisuras. Fuente: los autores

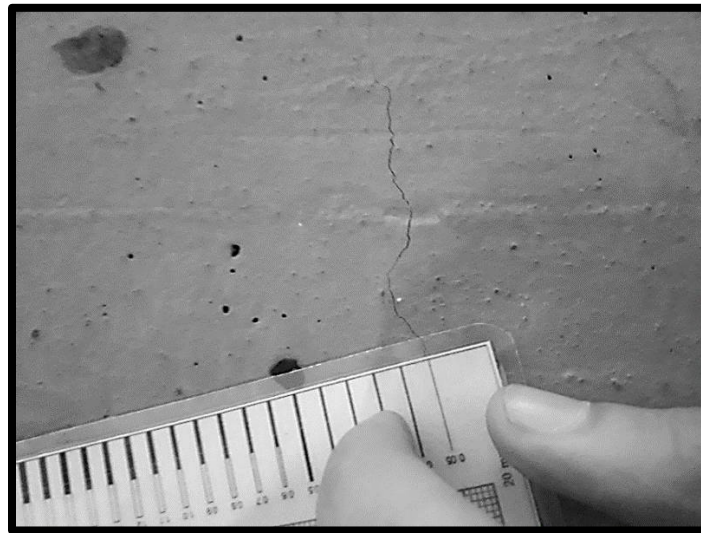
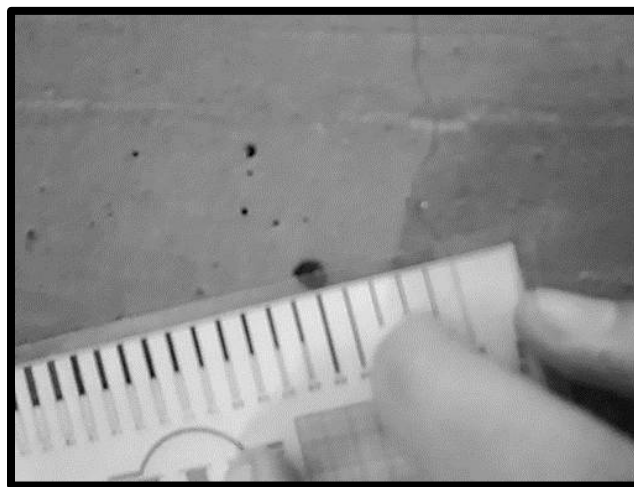


Figura 34. Fisuras en columna (a)



(b)

Partiendo de los ensayos realizados, en campo se trabajó con una capacidad de resistencia a la compresión del concreto de 20.4 Mpa, este es un concreto de capacidad normal para la época de construcción, los acabados de los materiales se observan en buen estado.

Los aceros detectados en su mayoría son de 5 / 8'', 3 / 4'' de diámetro y varia su cantidad y ubicación según las dimensiones de los elementos, para cada elemento se tuvo

en cuenta lo encontrado en el ensayos para establecer la esfuerzos resistentes al momento de evaluar los índices de sobreesfuerzo en el análisis de vulnerabilidad.

En cuanto a las fisuras son menores a 1 mm, las cuales posiblemente están presentes en la zona exterior de los elementos, cuando se realiza la inspección en las diferentes zonas de la edificación (Figura 27 y 28) se concluye que no se evidencian fisuras importantes a tener en cuenta.

Ver anexos C-1 a C-6 planos estructurales levantados y digitalizados por Ing. Andrey García e Ing. Freddy Estupiñan

11. Análisis De Resultados De Lesiones Patológicas Y Vulnerabilidad Sísmica

De acuerdo a lo mostrado en capítulos anteriores tenemos una revisión de lesiones existentes en la edificación y tenemos un análisis de vulnerabilidad sísmica que muestra una fragilidad y riesgo de la edificación ante cargas horizontales ya que los índices de sobreesfuerzo y de deformación muestran que pasan de la unidad.

De acuerdo a lo anterior se muestra el análisis en dos subcapítulos, uno corresponde al análisis de los daños reportados en la historia clínica y otro a las falencias encontrados de acuerdo al estudio de vulnerabilidad sísmica.

11.1 Descripción de daños reportados en Historia clínica.

11.1.1 Análisis de daños reportados en Historia clínica.

En el capítulo de historia clínica se muestra una serie de lesiones como humedades, deformaciones, desprendimientos, fisuras, corrosión, ensuciamiento, ataque vegetal de esto tenemos unas fichas (Anexo A-1 fichas levantamiento de daños) por cada lesión y un resumen tabla 2, de las convenciones y cantidad por lesión de lo que vamos a concluir:

- ✓ Dentro de las patologías encontradas las más notorias son las humedades que como se mostró en la tabla 2 tenemos una cantidad de ocho, que se observan en la losa de primer piso y de las cuales derivan en otras patologías.
- ✓ Los desprendimientos de loseta inferior de la placa también muestra tres puntos afectados.
- ✓ La Deformación también es una lesión importante ya que se da a lo largo de las uniones de las estructuras principales de seis pisos con respecto a la terraza y patios de primer piso.
- ✓ Fisuración y deformación de muro de cerramiento de los patios de primer piso costado occidental.

11.1.2 Clasificación y origen de las patologías

11.1.2.1 Zona Sótano Bajo Plazoleta

La clasificación del tipo de lesión se da en el ítem 7.6 donde se establece el tipo de lesión con todas sus características, ahora analizando el origen de estas patologías iniciamos considerando que esta zona de caracterización geotécnica donde se encuentra el proyecto Bogotá la establece en su microzonificación sísmica como lacustre 200, donde se manifiestan arcillas, limos y probablemente turbas, suelos con niveles freáticos altos, características que conllevan a que sean altamente compresibles, además en varios artículos se ha establecido que Bogotá tiene un proceso de asentamiento progresivo en cual la mayoría de la ciudad está sufriendo asentamientos en una condición generalizada, aquí se establece que el conjunto se ha seguido asentando a través de los años y dichos asentamientos no son uniformes en todas las columnas por lo tanto se tienen asentamientos

diferenciales lo que muestra ciertas deformaciones en las terrazas de un piso las cuales en su mayoría no tienen cubierta y están abiertas al agua lluvia.

Con los asentamientos diferenciales se dan deformaciones que conllevan a las fisuras en la losa de primer piso la cual no cuenta con un sistema de impermeabilización de losa eficiente y dado que se tienen áreas no cubiertas aparecen filtraciones y goteos de agua lluvia o en los lavados de pisos también muestra paso de agua a través de la losa hacia el sótano lo cual generan altas humedades que conllevan al desprendimiento y erosión de materiales de las losas, generando pérdida de concretos, que dejan descubiertos los aceros haciendo que estos se oxiden y tengan corrosión.

También la humedad activa causa la aparición de moho y hongos en las losetas de la placa, los muros de mampostería también presentan humedades con desprendimiento de pañete y pintura.

Se establece que a nivel de diseño estructural se puede plantear módulos estructurales independientes para mitigar este problema de asentamiento diferencial entre torres donde cambian el número de pisos como es el caso de la edificación en estudio que tenemos zonas de seis pisos y otras de un piso, de esta manera establecemos que se tuvo una falencia en el diseño estructural de la edificación. En la figura 35 se muestra la zona de plazoleta bajo la cual se encuentra el sótano.



Figura 35. Vista de la plazoleta en primer piso, bajo esta zona se encuentra el sótano con las patologías ya mostradas y relacionadas. Fuente: Los autores

11.1.2.2 Zona Primer Piso en Patios y sótano bajo estos.

Tenemos que los daños aparecen en la zona de terraza de los patios donde solo hay un piso, este sector conecta las torres que son de cinco pisos con altillo, este último tiene un peso mucho mayor que la que la terraza de un piso, por lo tanto se están dando unos asentamientos diferenciales entre el eje de columnas laterales y las centrales, generando las deformaciones, fisuras y grietas dadas en esta zona, tanto en elementos estructurales como vigas, losas de entrepiso, contrapiso y los elementos no estructurales como lo son muros en mampostería y sus respectivos acabados como es el pañete, estuco y pintura.

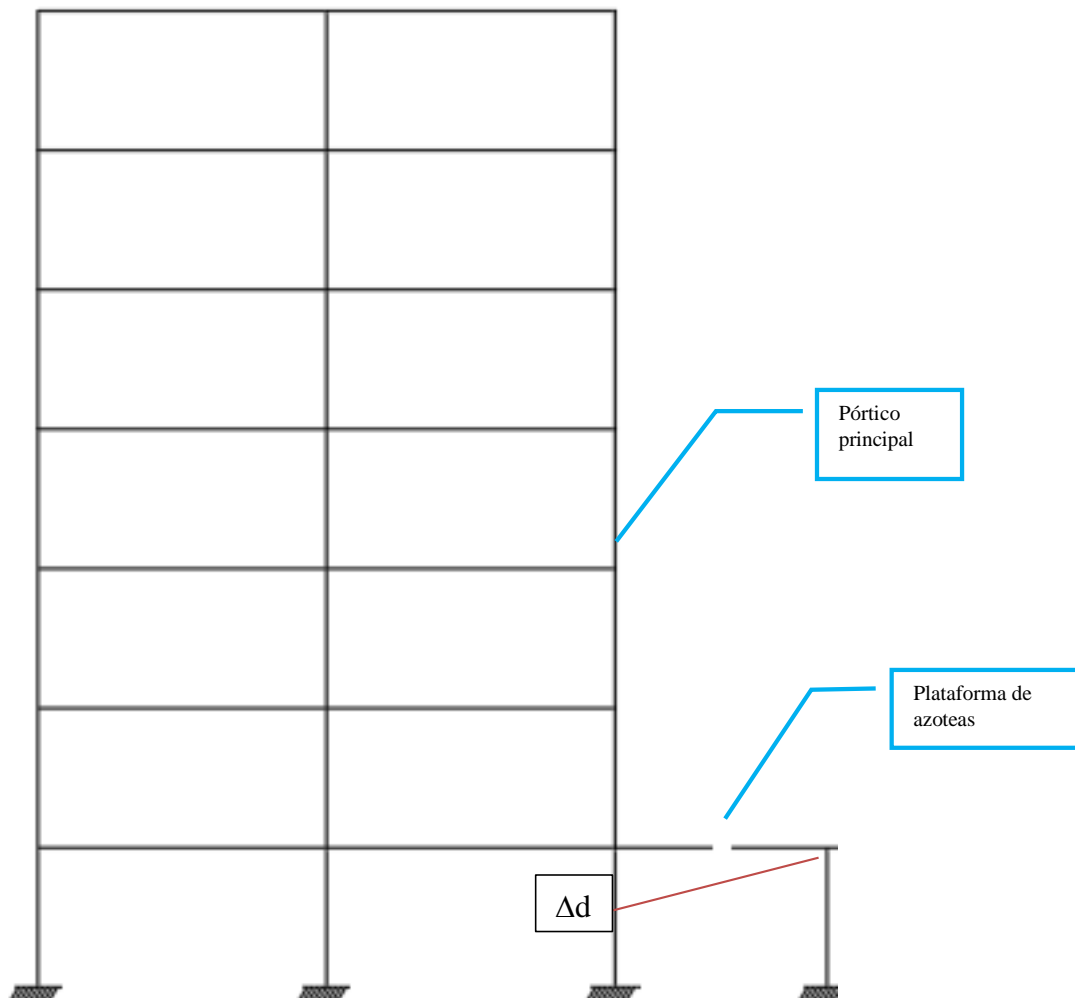


Figura 36. Muestra diferencia de pisos entre modulo principal y terrazas de un piso

De nuevo retomamos que la zona de caracterización geotécnica donde se encuentra el proyecto, la microzonificación sísmica de Bogotá la considera como lacustre 200, donde se manifiestan arcillas, limos y probablemente turbas, suelos con niveles freáticos altos, características que conllevan a que sean altamente compresibles, además Bogotá tiene un proceso de asentamiento progresivo en el cual la mayoría de la ciudad está sufriendo

asentamientos en una condición generalizada, aquí se establece que el paciente se ha seguido asentando a través de los años y dichos asentamientos no son uniformes en esta como ya se mencionó tenemos una zona de seis pisos y otra con un piso donde la diferencia de cargas es significativa entre estas zonas generando así asentamientos diferenciales, además de que la cimentación muestra que se tenía que tener más pilotes por columna.

En la zona de colindancia con el conjunto residencial de la estancia II, este tiene un área dura que recoge aguas lluvias de los parqueaderos y las lleva hacia la pata del muro del sótano de nuestro proyecto, se aclara esta agua se está filtrando ya que no tiene canal o algún elemento hidráulico que conduzca las aguas lluvias a algún sumidero de aguas lluvias, dado lo anterior se está dando una saturación de agua en el suelo que aumenta el grado de deformaciones y asentamientos en el muro, también este muro en la parte interior tiene humedades y apozamiento de aguas.

Por otra parte, el muro de cerramiento de los patios está conformado por mampostería no reforzada, es decir, está constituido únicamente con bloque y mortero de pega sin dovelas, columnetas y/o viguetas de confinamiento; por lo tanto, es incapaz de asumir las deformaciones causadas por los asentamientos diferenciales o movimientos que sufre la edificación, por otra parte los muros están expuestos a la intemperie sin ningún tipo de protección; del mismo modo, durante la lluvia el agua se filtra a través de las fisuras y las agravaba, facilitando el paso del agua a la otra cara del muro donde se encuentran las azoteas mencionadas. El agua que logra escurrir a lo largo de la pared del muro de sótano

no encuentra un canal adecuado para su evacuación y se filtra directamente en la cimentación.

Cerca al área de salón comunal en el parque contiguo se tiene un árbol de un tamaño considerable, se debe identificar qué tipo de árbol y si sus raíces y consumo de agua causa algún daño en el suelo y cimentación de la edificación.

En cuanto al diseño y construcción del conjunto se debe revisar las capacidades y secciones de los elementos ya que se observan con secciones reducidas para la cantidad de pisos, además en el sótano se tiene un muro que en algunas columnas las confina hasta cierta altura, lo que conllevaría a un fenómeno de columna corta ante cargas horizontales, también se tuvo que tener en cuenta módulos estructurales independientes para zonas de un piso y zonas de seis pisos.



Figura 37. Zona externa patios. Fuente: Los autores



Figura 38. Patio en el primer nivel. Fuente: Los autores

11.2 Descripción De la vulnerabilidad sísmica de la edificación

11.2.1 Análisis Vulnerabilidad de la edificación.

En el ítem 9.5 y 9.6 del análisis de vulnerabilidad se muestra como los índices de sobreesfuerzo, deformación y deflexión sobrepasan la unidad mostrando que la estructura es vulnerable sísmicamente.

11.2.2 Clasificación y origen de la patología de vulnerabilidad ante condiciones sísmicas.

Se da que según el análisis de vulnerabilidad sísmica los índices pasan de sobremanera la unidad, y esto se origina por la esbeltez de los elementos estructurales con la cual está compuesto el pórtico resistente a momentos el cual es el sistema estructura encargado de soportar las cargas verticales y horizontales a las cuales se pueda ver sometida la estructura, por tanto para el número de pisos no son coherentes las dimensiones de columnas y vigas, además de que se obtuvo un valor de resistencia a la compresión de concreto de 20.4 MPa y ahora se está trabajando con concretos de 28 MPa para columnas y pantallas.

También se tiene que no se generaron módulos independientes para zonas de un piso y zonas de seis pisos, por el contrario se tiene un solo modulo estructural que genera grandes irregularidades y masas en la estructura que amplifican las cargas horizontales que se aplican sobre la estructura.

12. Propuesta De Intervenciones Lesiones Sótano Y Terrazas

12.1 Intervención para reparación de humedades, fisuras, erosiones, deformación, suciedades y desprendimiento de acuerdo a las lesiones mostradas en la historia clínica.



Figura 39. Muestra imágenes de a) Plazoleta a intervenir b) Patios a intervenir. Fuente: Los autores

Las lesiones para reparar mediante el procedimiento se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Tabla Convenciones Descripción y Cantidades por lesión para sótano. Fuente: Los autores

CONVERSIONES	DESCRIPCION			CANTIDAD
SMD	Sótano	Mecánica	Deformación	2
SMDP	Sótano	Mecánica	Desprendimiento	3
SMF	Sótano	Mecánica	Fisuras	1
SMG	Sótano	Mecánica	Grietas	1
SME	Sótano	Mecánica	Erosiones	1
SFH	Sótano	Física	Humedades	7
SQC	Sótano	Química	Corrosión	2

El proceso de impermeabilización se llevará a cabo en tres etapas:

12.1.1. Realizar un proceso retiro de acabados, alistado y de limpieza del área a intervenir.

Se demuelen y retiran los acabados actuales así como el alistado en mortero que se tenga, eliminando los residuos si es que se evidencia algún proceso previo de impermeabilización; con cepillos, espátula y demás herramientas. Limpiar de restos de polvo, material vegetal, elementos extraños y otras suciedades que puedan impedir el sellado de fisuras y la aplicación de materiales de impermeabilización.

12.1.2 Luego ruteo de las fisuras.

Las figuras 40 y 41, permiten apreciar un mejor sellado de fisuras el cual se hace mediante la aplicación de inyección de epóxido tipo Sikadur Crack Weld el cual posee baja viscosidad y se prepara con dos componentes: uno de ellos es llamado resina de inyección y el otro es llamado resina de sello superficial de la fisura. Este no requiere un equipo especial de inyección ya que trae los elementos necesarios para su aplicación como boquillas, extensiones, conectores y puertos de inyección.



Figura 40. Ejemplo de ruteo de fisuras

https://www.youtube.com/watch?v=UpTxvDFx_eo

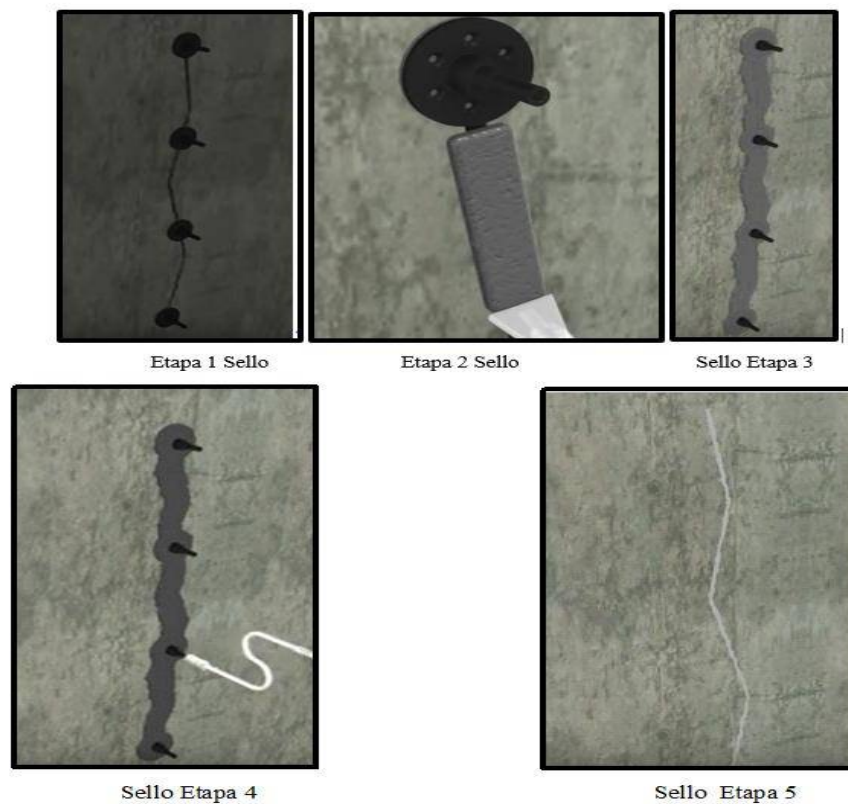


Figura 41. Etapas de sellos de fisuras

<https://www.youtube.com/watch?v=Ot8IOxlvWgY>

12.1.3 Instalación de membrana de Asfalto.

Una vez realizada la inyección de epóxico en las fisuras de la placa, procederemos a instalar una membrana de asfalto o manto (para nuestro caso se aplicaría una membrana asfáltica transitable por tratarse de una terraza) para evitar el flujo de agua hacia la placa. Se usará un manto tipo Sikamanto, (ver Figura 42) debido a que es recomendado para impermeabilizar cubiertas o terrazas que van a llevar un acabado duro superior de tipo pesado como morteros, losetas, ladrillos, etc. Su flexibilidad le permite soportar movimientos de la estructura y es ideal para grandes áreas de aplicación.

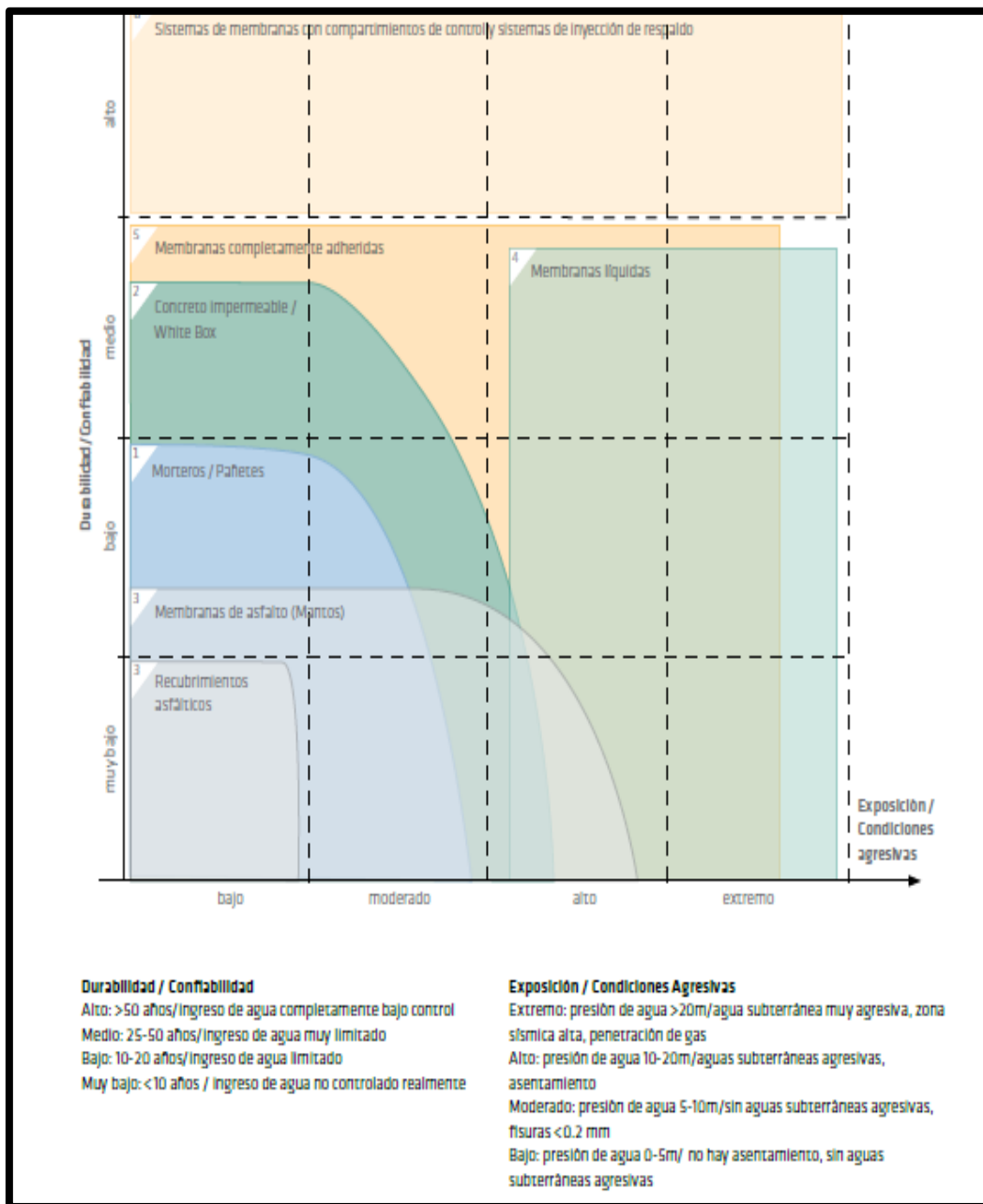


Figura 42. Muestra instalación de Sikamanto

https://www.youtube.com/watch?v=zGLE_FEdyul

En la tabla 19 obtenida de Sika, vemos que se obtendrá una durabilidad por un periodo entre 10 y 20 años que será aún mayor, dado que además del manto también se realizará sellado de fisuras con epóxido.

Tabla 19. Durabilidad y confiabilidad del Sika, en diferentes materiales de aplicación. Fuente: Sika.



Una vez realizado el proceso de impermeabilización, se realizara mantenimiento, cambio y o emboquillado de sifones, luego se colocarán los acabados teniendo especial cuidado en dejar el desnivel necesario (Este se da en el cargue en mortero) para que las aguas lluvias fluyan hacia los sifones existentes, ya que se posee de un sistema de drenaje perimetral que conducirá las aguas hacia un colector de aguas lluvias.

De lo anterior se coloca plano anexo E-1 mostrara sifones y direcciones de pendientes para bombeo.

En la parte inferior de la loseta donde se muestra desprendimiento y corrosión de mallas electrosoldadas se retirara el acero y concreto húmedo, esta zona no se repondrá, para verificar el comportamiento de la placa ante flujos de agua sobre ella. Una vez verificada la eficacia de la impermeabilización, se repondrá en un material tipo PVC en vez de concreto.

Como parte arquitectónica se repondrá los acabados en la parte superior de la losa siguiendo las especificaciones dadas por los propietarios de la edificación. De esta manera, con el control adecuado de las humedades en la placa de primer piso, se controlan las demás lesiones asociadas. Sin embargo, cabe anotar que estas intervenciones son de mantenimiento, de las cuales su duración depende de asentamientos que pueda seguir teniendo la edificación.

12.1.4 Materiales para implementar solución Humedades

A continuación, se enuncia el listado de materiales a utilizar en la solución de humedades.

- Concreto con resistencia de $f'c= 21.1$ MPa
- Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa
- Sika Manto
- Mortero para cargue.
- Sikadur Crack Weld
- Sikadur 32 primer, para recuperación de losetas.
- Sikadur anchur fix 4
- Tuberías de desagües
- Morteros estructurales para nivelaciones
- Materiales como formaletas, alambres, puntales, parales y todo tipo de materiales de logística constructiva
- Herramientas y equipos.
- Materiales de Acabados para reposición de estos.

Esta intervención será curativa de mantenimiento (Depende de asentamientos en la edificación).

12.2.1 Materiales para implementar solución cerramiento

A continuación, se enuncia el listado de materiales a utilizar en el cerramiento perimetral.

- Concreto con resistencia de $f'c = 21.1$ MPa
- Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa
- Sikadur 32 primer
- Sikadur anchur fix 4
- Morteros estructurales para nivelaciones
- Mortero para pañete y pega
- Bloques No 5.
- Materiales como formaletas, alambres, puntales, parales y todo tipo de materiales de logística constructiva
- Herramientas y equipos.
- Materiales de Acabados para reposición de estos.

Esta intervención será curativa

13. Propuesta De Intervenciones Reforzamiento Para Cumplir Vulnerabilidad Sismica NSR-10

El alcance del proyecto está planteado hasta la vulnerabilidad sísmica, donde se da la valoración o diagnóstico de la edificación. Como complemento del presente proyecto se hace un planteamiento el cual permite revisar nuevamente la edificación con un reforzamiento para cumplir con la norma NSR-10; para esto se tiene en cuenta la estructura complementando unos muros de concreto en las dos direcciones que tendrán continuidad desde sótano hasta el piso 6, los muros deben colocarse en las dos direcciones del plano para controlar deformaciones de la estructuras y para que tomen esfuerzos y logren descargar de cargas sísmicas las vigas y columnas del pórtico estructural.

Teniendo en cuenta lo anterior se revisará que elementos continúan fallando para proponer posibles recalces o reforzamiento con fibras de carbono. En cuanto a la cimentación se propondrá incorporar los pilotes faltantes en cada dado que ayudara a mejorar las condiciones de asentamientos diferenciales en la zona de patios donde se muestra asentamiento diferencial.

13.1 Análisis de intervención para reforzamiento según análisis de vulnerabilidad

De manera inicial se planteará colocar muros de concreto reforzado de sótano a piso seis, ya que esta metodología hace que los nuevos muros absorban las solicitaciones sísmicas bajando así las deformaciones horizontales de la estructura mejorando así los índices de deflexión e índices de sobre esfuerzo.

De acuerdo a lo anterior se modeló la estructura incluyendo muros de concreto reforzando en puntos fijos alrededor de las escaleras y en las esquinas de los módulos de los seis pisos.

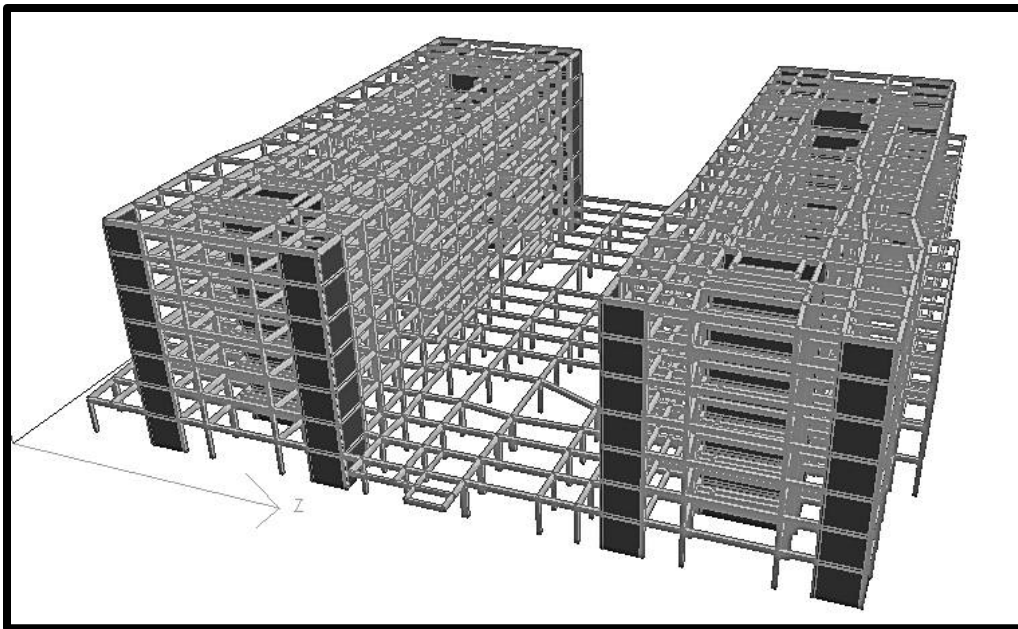


Figura 44. Modelo con muros de concreto a implementar. Fuente: Los autores

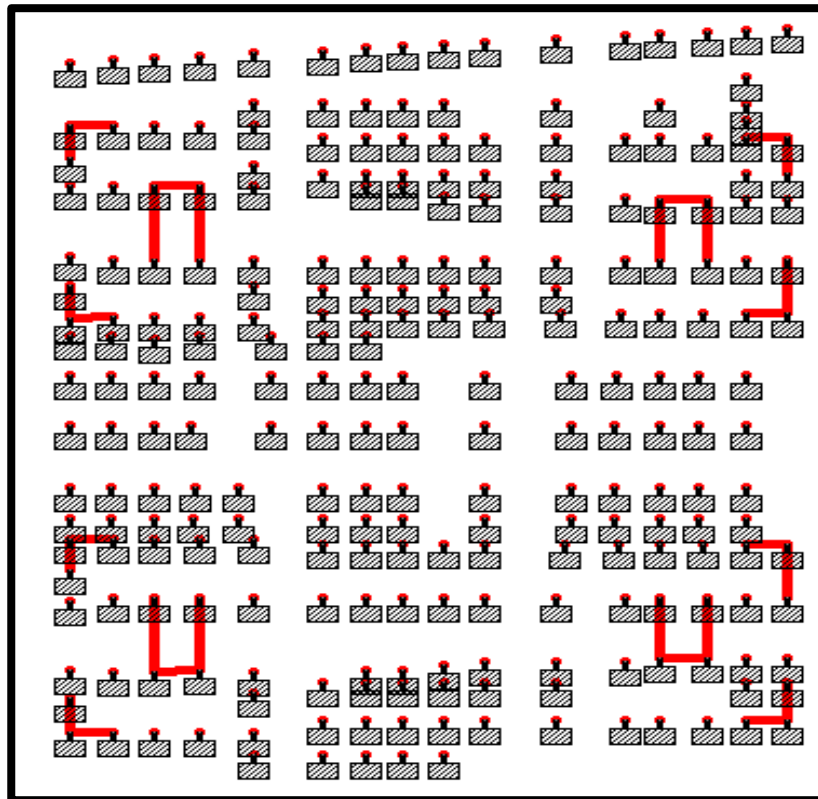


Figura 45. Muestra localización en planta de columnas. Fuente: Los autores

13.2 Ajuste de resultados

AJUSTE DE RESULTADOS		
$C_r=$	0.047	
$h_n=$	17.70 m	
$T_a=$	0.62 s	
$k=$	1.1 s	
$S_a=$	0.45 g	
PESO TOTAL DEL EDIFICIO		69254.37 KN
REVISION CORTANTE BASAL POR FHE		31164.47 KN
		A.5.4.5
		24931.57 KN
		FACTOR
CORTANTE BASAL PROGRAMA DE DISEÑO EN LA DIRECCION X	26807.00 KN OK	0.930
CORTANTE BASAL PROGRAMA DE DISEÑO EN LA DIRECCION Z	27011.00 KN OK	0.923

Al colocar los muros, el cortante basal que toma el modelo es mayor que el calculado con fuerza horizontal equivalente, por tanto no habrán factores de ajuste superiores a uno que incrementen las fuerzas sísmicas.

Luego, se mostrarán los resúmenes de índices de sobre esfuerzo e índices de deflexión con el planteamiento de los muros a incorporar en la estructura.

El valor de R_u se conserva igual dado que se verificó y aun se dan las mismas irregularidades teniendo en cuenta los muros de concreto reforzado.

Al revisar los índices de sobre esfuerzo se tiene que los índices de deflexión horizontales cumplen, los índices de resistencia y de desplazamiento vertical cumplen en su mayoría pero algunos pocos aun no cumplen por lo cual se deberán reforzar estos elementos puntualmente haciéndolo con fibras de carbono.

13.3 Análisis de Refuerzo a momento en Vigas

DISEÑO REFORZAMIENTO A FLEXION					
SikaWrap®-300 C					
Espesor de fibra seca		0,17 mm			
Resistencia a la tracción de la fibra seca		4 000 N/mm ²			
Módulo de elasticidad en tensión de la fibra seca		240 000 N/mm ²			
Alargamiento a la rotura de la fibra seca		1.5 %			
Empaques		Presentación: Rollos de 50 m ² / (Ancho: 0.50 m x Largo: 100 m) Peso por m ² : 300 g			
300	100	0.017	100	170	1.76470588
CALCULO DE LA RESISTENCIA A TENSION					
f=	4000	N/mm ²			
espesortf=	0.17	mm			
peso=	1.76	g/cm ³			
$P^*_{fu} = \frac{f^*_{fu} t_f}{\gamma_{f,A}}$		$P^*_{fu} = 385.33 \text{ N/mm}$			
CALCULO DEL MODULO DE TENSION POR ANCHO UNITARIO					
Ef=	240000	N/mm ²			
espesortf=	0.17	mm			
peso=	1.76	g/cm ³			

$$k_f = \frac{E_f t_f}{\gamma_{f,A}} = 23120 \text{ N/mm}$$

CALCULOS

Propiedades del Concreto

F_c= 20.4 N/mm²

F_y= 420 N/mm²

B₁= 1.09-0.008f_c

B₁= 0.9268

E_c= 21408.8542 N/mm²

PROPIEDADES DEL ACERO

A_s= 768 mm²

b= 250 mm

h= 350 mm

d= 310 mm

E_s= 200000 N/mm²

p_s= 0.00990968

n_s= 9.34192917

p_s n_s= 0.0925755

PROPIEDADES DEL FRP

Capas= 1

Long= 400 mm

$$A_f = n t_f w_f = 68 \text{ mm}^2$$

A_f= 68

b= 250

h= 350

d= 310

E_f= 240000

p_f= 0.01185958

n_f= 11.210315

p_s n_s= 0.13294966

MOMENTO DE INERCIA CONCRETO REFORZADO				
$\frac{b}{2}(kd)^2 + Aakd - nAad = 0$				
125	kd ² +	768	kd ² -	-2224126.5
kd=	130.353819 mm			
lx=	184582291	301489.748		
lx=	184883780 mm ⁴			
DETERMINACION ESTADO DE DEFORMACION				
$k = -n\rho + \sqrt{(n\rho)^2 + 2n\rho}$				
ns=	9.34192917			
ps=	0.00990968			
K=	0.34756224			
MDL=	93.27 kNm			
$\varepsilon_{bi} = \frac{M_{DL}(h - kd)}{I_{\sigma}E_c} = 0.00570852$				
PROFUNDIDAD EJE NEUTRO				
c=	62 mm			
DETERMINACION NIVEL EFECTIVO DE DEFORMACION				
$\varepsilon_{fe} = 0.003\left(\frac{h - c}{c}\right) - \varepsilon_{bi}$				
Ef=	0.00822696			
Ef=	240			
Cálculo del nivel de resistencia en el refuerzo de acero y FRP				
$f_{fe} = E_{fe}\varepsilon_{fe}$				
ffe=	1.97447061 KN/mm ²			

$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{f_c \beta_1 b} =$					
c=	113.703488				
$\phi M_n = \phi \left[A_s f_s \left(d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \psi A_{fe} f_{fe} \left(h - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \right]$					
	74698065.3	30537273.1			
$\phi M_n =$	105235338 Nmm		105.235338 KN M		
EL NUMERO DE CAPAS SON			1		
SIKAWRAP 300 C					

13.4 Detalles de Refuerzo a momento en vigas

En el Anexo D planos de reforzamiento donde se muestra la localización de los puntos a reforzar con las fibras de carbono.

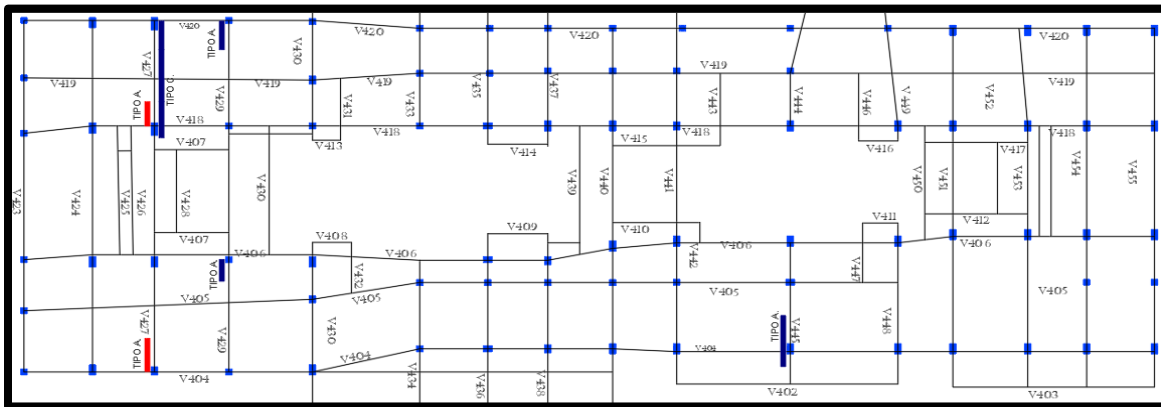


Figura 46. Muestra localización de zonas a reforzar en vigas con fibras de carbono. Fuente: Los autores

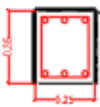
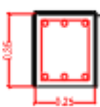
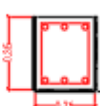
<p>REFORZAMIENTO EN FIBRAS DE CARBONO</p> <p>TIPO A.</p>  <p>SIKA WRAP 300 C</p> <p>1 etapa- capa 1 tejido de 850x800x17 mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Apuntalar la viga. -Retirar baldosas y cargues, se debe llegar al concreto. -Dejar superficie nivelada, limpia y sana con una textura rugosa no pueden haber apozamientos de agua. -El tejido de SikaWrap 300C debe impregnarse con sikadur 301. -La superficie del concreto debe estar impregnada y sellada con sikadur 301. -Por cada capa de tejido aplicar sikadur 301. -Los trabajos deben ser ejecutados por personal calificado.
<p>REFORZAMIENTO EN FIBRAS DE CARBONO</p> <p>TIPO B.</p>  <p>SIKA WRAP 300 C</p> <p>1 etapa- capa 1 tejido de 850x800x17 mm 2 etapa- capa 1 tejido de 850x800x17 mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Apuntalar la viga. -Retirar baldosas y cargues, se debe llegar al concreto. -Dejar superficie nivelada, limpia y sana con una textura rugosa no pueden haber apozamientos de agua. -El tejido de SikaWrap 300C debe impregnarse con sikadur 301. -La superficie del concreto debe estar impregnada y sellada con sikadur 301. -Por cada capa de tejido aplicar sikadur 301. -Los trabajos deben ser ejecutados por personal calificado.
<p>REFORZAMIENTO EN FIBRAS DE CARBONO</p> <p>TIPO C.</p>  <p>SIKA WRAP 300 C</p> <p>1 etapa- capa 1 tejido de 850x800x17 mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Apuntalar la viga. -Dejar superficie nivelada, limpia y sana con una textura rugosa no pueden haber apozamientos de agua. -El tejido de SikaWrap 300C debe impregnarse con sikadur 301. -La superficie del concreto debe estar impregnada y sellada con sikadur 301. -Por cada capa de tejido aplicar sikadur 301. -Los trabajos deben ser ejecutados por personal calificado.

Figura 47. Muestra tipos de reforzamiento en vigas. Fuente: Sika

13.5 Detalles de Refuerzo de muros de concreto reforzado

En los planos anexo D de reforzamiento se muestran ubicación, tipo, despieces en planta y corte de muros a implementar en la estructura.

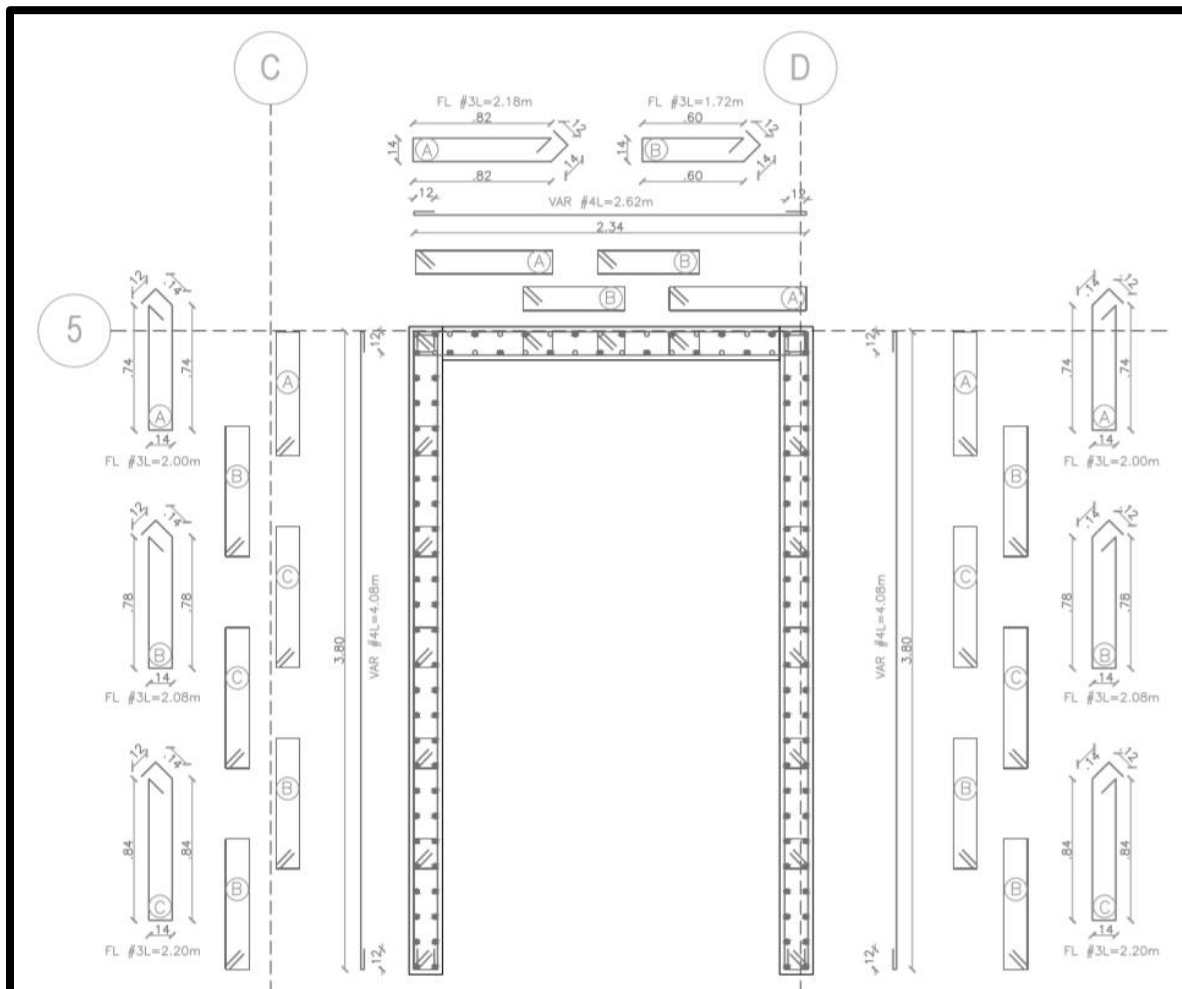


Figura 48. Muestra esquema despiece en planta de muros a implementar

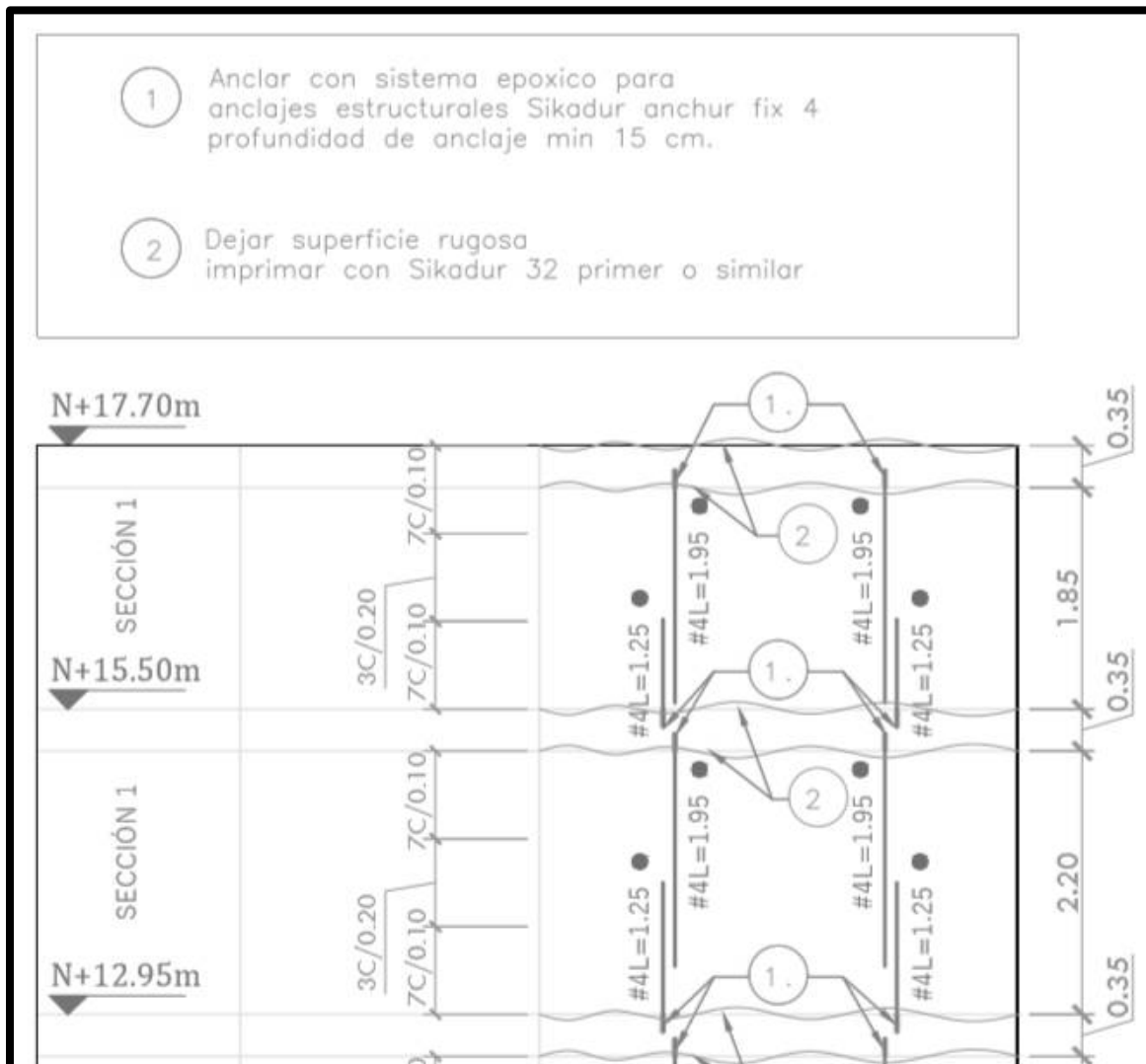


Figura 49. Muestra esquema despiece de muros a implementar. Fuente: Los autores

13.6 Análisis de refuerzo en cimentación implementar

En los patios se tiene una cimentación que consta de zarpa corrida la cual se analiza para determinar su capacidad ante la capacidad del suelo.

	Node	Fy kN	Mx kNm	Mz kNm
ZARPA	1285	41.233	6.400	0.727
	1287	96.888	28.301	3.809
	1289	95.463	23.394	1.971
	1291	93.685	13.731	1.773
	1293	95.974	8.605	1.045
	1295	88.616	6.871	3.360
	1297	65.428	6.941	4.793
	1299	71.516	6.954	2.693
	1301	71.531	10.019	4.057
	1303	126.356	10.305	0.000
	1305	139.935	3.250	2.168
	1307	117.447	7.785	5.031
	1309	84.516	8.897	1.964
	1311	105.432	13.265	5.220
	1313	93.018	4.717	2.697
1315	62.298	15.305	6.842	
Carga de Columnas		1449.336	KN	
Peso cimentacion		144.93	KN	
Carga Total		1594.27	KN	
DATOS ZARPA EXISTENTE				
LONG(m)	ANCHO(m)	ALTO(m)	AREA(m²)	
48.33	0.8		38.664	
Esfuerzo sobre el suelo		41.23	KN/m ³	
Capacidad Portante		70	KN/m ³	OK

En la zarpa zona de patios de un piso no se debe realizar ningún tipo de refuerzo.



Figura 50. Pilotes a Implementar. Fuente: Los Autores

De los pilotes a implementar en los anexos D planos de reforzamiento se muestran cantidad según localización en cada columna.

13.7 Vulnerabilidad como fracción de la resistencia de la edificación

Vulnerabilidad como fracción de la resistencia de la edificación	
Indice de Sobreefuerzo Momento Vigas	0.98
Indice de Sobreefuerzo Cortante Vigas	0.99
Indice de Sobreefuerzo Momento Columnas	0.98
Indice de Sobreefuerzo Cortante Columnas	0.98

13.8 Vulnerabilidad como fracción de la rigidez de la edificación

Vulnerabilidad como fracción de la rigidez de la edificación.	
Indice Por desplazamientos horizontales en nudos de Columnas en X	0.803
Indice Por desplazamientos horizontales en nudos de Columnas en Z	0.509
Indice Por deflexiones verticales en Vigas	0.99

Estos nuevos índices obtenidos luego de modelar nuestra estructura con las nuevas condiciones de reforzamiento propuestas, claramente arrojan resultados satisfactorios siendo inferiores a uno. Mejoran la rigidez del paciente y por ende su comportamiento estructural ante las solicitaciones impuestas.

13.9 Materiales para implementar solución estructural

A continuación, se enuncia el listado de materiales a utilizar en el reforzamiento estructural.

- Concreto con resistencia de $f'c = 21.1$ MPa
- Acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa
- Sikadur 32 primer

- Sikadur anchur fix 4
- Sika Wrap 300C
- Sikadur 301
- Morteros estructurales para nivelaciones
- Materiales como formaletas, alambres, puntales, parales y todo tipo de materiales de logística constructiva
- Herramientas y equipos.
- Materiales de Acabados para reposición de estos.

Esta intervención será de reforzamiento preventiva.

14. Programación Y Presupuesto Intervención Lesiones Sótano Y Terraza

14.1 Presupuesto intervención lesiones sótano y terraza

PRESUPUESTO DE OBRA CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA INTERVENCION LESIONES SOTANO Y TERRAZA					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR	SUBTOTAL
1	IMPERMEABILIZACION				
	Localización y replanteo	m ²	1252,00	\$ 2 550	\$ 3 192 600
	Demolición enchape y mortero de nivelación(Retiro de materiales)	m ²	1149,16	\$ 11 500	\$ 13 215 340
	Sello de fisuras incluye apertura con pulidora y aplicación de epóxido estructural.	m	425,00	\$ 18 500	\$ 7 862 500
	Emboquillado y mantenimiento de sifones	und	50,00	\$ 8 000	\$ 400 000
	Limpieza y mantenimiento de humedades retiro de material erosionado reemplazo por vinilo de fácil limpieza	m ²	40,00	\$ 38 500	\$ 1 540 000
	Afinado en mortero e=4 cm	m ²	1149,16	\$ 24 800	\$ 28 499 168
	Impermeabilización con manto	m ²	1149,16	\$ 47 500	\$ 54 585 100
	Suministro y colocación de baldosa cerámica	m ²	1046,32	\$ 50 200	\$ 52 525 264
	Colocación de césped sintético el cual se retiro en sitio	m ²	102,84	\$ 4 500	\$ 462 780
2	MURO DE CERRAMIENTO				
	Demolición muros	m ²	120,75	\$ 13 500	\$ 1 630 125
	Concreto 3000 PSI Vigas y pantallas	m ³	3,75	\$ 625 000	\$ 2 343 750
	Aceros Pantallas	kg	750,00	\$ 3 250	\$ 2 437 500
	Anclajes estructurales	m	14,40	\$ 45 455	\$ 654 545
	Uniones estructurales	m ²	9,72	\$ 25 636	\$ 249 185
	Muro en mampostería Bloque No 5	m ²	120,75	\$ 42 500	\$ 5 131 875
	Pañete	m ²	241,50	\$ 21 500	\$ 5 192 250
	Filos Especiales	m	45,00	\$ 4 500	\$ 202 500
	Estuco y pintura	m ²	241,50	\$ 15 500	\$ 3 743 250
	COSTO DIRECTO OBRAS				\$ 183 867 733
	ADMINISTRACION 10%				\$ 18 386 773
	IMPREVISTOS 4 %				\$ 7 354 709
	UTILIDAD 4%				\$ 7 610 688
	TOTAL OBRA				\$ 217 219 904

15. Programación Y Presupuesto Reforzamiento Para Cumplir Con

Vulnerabilidad Sísmica NSR-10

15.1 Presupuesto reforzamiento para cumplir con vulnerabilidad sísmica NSR-10

PRESUPUESTO DE OBRA CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTANCIA PARA CUMPLIR CON VULNERABILIDAD SISMICA NSR-10					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR	SUBTOTAL
1	CIMENTACION				
	Localización y replanteo	m ²	1351,00	\$ 2 550	\$ 3 445 050
	Demolición concreto	m ³	18,91	\$ 85 500	\$ 1 616 634
	Demolición muros	m ²	105,00	\$ 13 500	\$ 1 417 500
	Excavación manual de zapatas	m ³	5,67	\$ 45 000	\$ 255 258
	Relleno Recebo compactado	m ³	5,67	\$ 115 000	\$ 652 326
	Pilote preexcavado D=30 cm (Retiro sobrantes a distancia menor de 5 KM)	m	7140,00	\$ 195 000	\$ 1 392 300 000
	Concreto 3000 PSI Dados	m ³	47,27	\$ 525 000	\$ 24 816 750
	Acero Dados	kg	10342,00	\$ 3 250	\$ 33 611 500
	Anclajes estructurales	m	517,10	\$ 45 455	\$ 23 504 545
	Uniones estructurales	m ²	47,27	\$ 25 636	\$ 1 211 831
	Losa Contrapiso 3000 PSI	m ²	18,91	\$ 495 000	\$ 9 359 460
	Refuerzo malla electrosoldada	kg	567,24	\$ 3 850	\$ 2 183 874
2	PANTALLAS				
	Demolición muros	m ²	471,57	\$ 13 500	\$ 6 366 150
	Concreto 4000 PSI Pantallas	m ³	306,82	\$ 725 000	\$ 222 441 600
	Acero Pantallas	Kg	8459,62	\$ 3 250	\$ 27 493 752
	Anclajes estructurales	m	165,60	\$ 45 455	\$ 7 527 273
	Uniones estructurales	m ²	114,24	\$ 25 636	\$ 2 928 698

3	REFUERZO DE VIGAS				
	Refuerzo con fibra e carbono sikawrap 300C	m ²	246,84	\$ 235 000	\$ 58 007 400
4	MUROS Y PAÑETES- ACABADOS				
	Muro en mampostería Bloque No 5	m ²	25,00	\$ 42 500	\$ 1 062 500
	Pañete	m ²	416,67	\$ 21 500	\$ 8 958 333
	Filos Especiales	m	756,00	\$ 4 500	\$ 3 402 000
	Estuco y pintura	m ²	416,67	\$ 15 500	\$ 6 458 333
	COSTO DIRECTO OBRAS				\$ 1839 020 768
	ADMINISTRACION 10%				\$ 183 902 077
	IMPREVISTOS 4 %				\$ 73 560 831
	UTILIDAD 4%				\$ 73 816 810
	TOTAL OBRA				\$ 2 170 300 485

En el análisis de presupuesto y programación se dan unas opciones donde en primera medida se busca el mantenimiento de la estructura resanando las fisuras y humedades que afectan el sótano, en este presupuesto las actividades que más pesan sobre en costo es el retiro y reemplazo de recubrimientos estas actividades también generan el mayor tiempo de obra en estas actividades de mantenimiento, pero se llega a recuperar la estética de la terraza.

En cuanto al presupuesto que busca que la estructura cumpla con NSR-10 los ítems que con mayor costo afecta el reforzamiento de cimentación mediante la implementación de pilotes ya que es un proceso que se hace por áreas debido a las condiciones en campo para ejecutar las obras esta actividad también marca en el tiempo y programación de obra haciendo la construcción de pilotes la actividad más crítica.

16. Conclusiones Y Recomendaciones

De la edificación no se obtuvieron los estudios de construcción completos, se recomienda a los profesionales de construcción dejar el paquete de estudios y seguimientos de construcción de las edificaciones para que las intervenciones de mantenimiento y mejoramiento se realicen teniendo en cuenta dicha información.

El análisis de vulnerabilidad se basó en los levantamientos arquitectónicos y estructurales mostrados en los planos anexos los cuales fueron digitalizados por el grupo de TPI, a su vez, también se estableció de acuerdo a los ensayos en campo los refuerzos en algunos elementos estructurales y de ahí se establecieron otros posibles aceros en el resto de los elementos de la edificación esto partiendo del ejercicio académico que estamos realizando.

De acuerdo con los índices de sobreesfuerzo y deflexión, la estructura actual no cumple la normativa.

Se realizó un sondeo a ocho metros, obteniendo muestras de suelos y realizando en ellas ensayos de laboratorio, calculando así la capacidad de un pilote de 0,30 m de diámetro y 30 m de profundidad, esto partiendo de la falta de documentación técnica del proyecto.

Se muestra como reforzamiento la implementación de muros de concreto reforzado con esto se cumple con los índices de deflexión horizontales y mejora en bastantes vigas y columnas los índices de sobreesfuerzo.

Se implementan muros de concreto una vez realizada la revisión del modelo, verificando que algunos no cumplen con los índices de sobre esfuerzo. Para dichos muros, se realizará reforzamiento en fibras de carbono, dado que comparado con otras opciones, no resulta tan destructivo.

Con los reforzamientos mostrados en los planos anexo D la estructura cumpliría con la NSR-10.

Las soluciones de filtración serán de mantenimiento preventivo ya que están seguirán sucediendo partiendo de los asentamientos de la edificación

El muro de cerramiento será reemplazado por un sistema confinado que generará más ductilidad en este elemento dando un mejor manejo a los movimientos que pueda tener por asentamientos.

La intervención para mantenimiento de terrazas tendrá una duración en tiempo de tres meses y su costo será de \$ 217.219.904 mcte para edificaciones de gran tamaño y bastantes

pisos donde se tengan problemas de asentamientos se puede establecer como solución el mantenimiento periódico de las terrazas.

Para la intervención de reforzamiento del edificio buscando mejorar su capacidad sísmoresistente se establece un presupuesto de \$2.170.300.485 con una duración de ejecución de obra de un año su alto valor se da por reforzar una cimentación profunda.

17. Bibliografía

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. (2010). NSR-10, Segunda actualización, Bogotá, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. AIS, 2010.

Bentley Systems Inc. (2015). STAAD-PRO V8ISS6 [Software]. <https://www.bentley.com/es/products/product-line/structural-analysis-software/staadpro>

Monroy, D. (1999). Software UNCOL Análisis y Diseño de Columnas.

Niño, A. (2019). Apuntes Clase de Vulnerabilidad sísmica-Universidad Santo Tomas – Especialización Patología De La Construcción.

Patiño. L (2019). Apuntes Clase de Metodología de Intervención-Universidad Santo Tomas – Especialización Patología De La Construcción.

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C. (2010). Estudio de microzonificación sísmica para Bogotá D.C.

Instituto Distrital de Gestión De Riesgos Y Cambio Climático. (10 de octubre de 2019). Geoportal. Recuperado de <https://www.sire.gov.co/>

Instituto Distrital de Gestión De Riesgos Y Cambio Climático. (10 de octubre de 2019). Geoportal. Recuperado de <http://idiger.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=fa4b277533584c3a95a9208b4d542e19->

Anexos

Anexo A-1 Fichas de levantamiento lesiones.

Anexo A-2 Ensayos esclerómetro y detector de acero.

Anexo B-1 Planos Arquitectónicos digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán

(Primer piso)

Anexo B-2 Planos Arquitectónicos digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán.

(Sección Longitudinal)

Anexo C-1 Planos Estructurales digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán.

(Planta de Cimentación)

Anexo C-2 Planos Estructurales digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán.

(Planta de Entrepiso)

Anexo C-3 Planos Estructurales digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán.

(Planta de Cimentación)

Anexo C-4 Planos Estructurales digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán.

(Planta de Cimentación)

Anexo C-5 Planos Estructurales digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán.

(Corte estructural H)

Anexo C-6 Planos Estructurales digitalizados por Andrey García y Freddy Estupiñán.

(Planta de Cubierta)

Anexo D-1 Planos Reforzamiento Estructural diseñados por Andrey García y Freddy

Estupiñán. (Planta de cimentación con localización de pilotes a implementar)

Anexo D-2 Planos Reforzamiento Estructural diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Detalle dados y pilotes a implementar)

Anexo D-3 Planos Reforzamiento Estructural diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Refuerzo de vigas)

Anexo D-4 Planos Reforzamiento Estructural diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Refuerzo de vigas)

Anexo D-5 Planos Reforzamiento Estructural diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Refuerzo de vigas)

Anexo D-6 Planos Reforzamiento Estructural diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Refuerzo Implementación de Muros, plantas)

Anexo D-7 Planos Reforzamiento Estructural diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Refuerzo Implementación de Muros, alzado)

Anexo E-1 Planos Intervención Humedades diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Intervención Humedades)

Anexo E-2 Planos Intervención Muro de Cerramiento diseñados por Andrey García y Freddy Estupiñán. (Intervención Muro de Cerramiento)