

Identificación, estudio e intervención de patologías edificio Smart Clarisas

Robert Walter Ferrer Serrano

Francisco Miguel Payares Molina

Trabajo Profesional Integrado

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ciencias y Tecnologías

Especialización Patologías de la Construcción

Bucaramanga

2021

Tabla de Contenido

Introducción	10
1. Identificación de Patologías Edificio Smart Clarisas.....	13
1.1 Justificación	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo General.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Referencial.....	15
2.1 Marco Teórico.....	15
2.1.2 Patologías estructurales.....	15
2.1.3 Seguridad de la estructura (Estructural).....	16
2.1.4 Durabilidad estructural.....	16
2.1.5 Evaluación y diagnostico patológico en edificaciones	16
2.1.6 Inspección preliminar.....	17
2.2 Marco Legal	17
2.3 Marco Histórico	17
3. Alcances y Limitaciones	19
4. Metodología	20
4.1 Selección del Paciente.....	20
4.2 Localización.....	21
4.3 Reconocimiento del Edificio.....	22
4.4 Planteamiento del estudio y preparación	24

4.4.1 Compilación de información general del paciente.....	24
4.4.2 Tipo de producto	24
4.4.3 Tipo de edificación	25
4.2.4 Política de calidad y política interna de seguridad en obra.....	26
4.4.5 Estándares de calidad reservados al proyecto	27
5. Resultados	28
5.1 Historia Clínica	28
5.1.1 Responsables del estudio	28
5.1.2 Datos generales del paciente	28
5.1.3 Importancia del paciente	29
5.2 Obra civil (Edificación)	29
5.2.1 Cimentación	29
5.3 Aplicación patológica preventiva	30
5.4 Datos específicos de las lesiones	32
5.4.1 Patología de mayor relevancia	44
5.5 Datos generales del entorno	44
5.5.1 Edificaciones u obras vecinas - Medio ambiente.....	44
5.6 Estructura (descripción general) Calificación.....	47
5.6.1 Por diseño y construcción (A. 10.2.2.1-NSR10)	47
5.6.2 Por estado de la estructura (A. 10.2.2.1-NSR10).....	47
5.6.3 Evaluación de la estructura en general.....	47
5.6.4 Suelos y Cimentaciones	48
5.7 Estudio de Vulnerabilidad Sísmica.....	48

5.7.1 Vulnerabilidad de la estructura (Estructural).....	48
5.8 Patologías estructurales.....	49
5.8.1 Seguridad de la estructura (Estructural).....	49
5.8.2 Durabilidad estructural.....	49
5.9 Evaluación y diagnostico patológico en edificaciones	50
5.9.1 Inspección preliminar.....	50
5.9.2 Tipo de edificación	51
5.9.3 Estructura (descripción general) Calificación.....	51
5.9.4 Evaluación de la estructura en general.....	52
5.10 Evaluación Geotécnica de Efectos Sísmicos	56
5.10.1 Información para Espectro de diseño NSR-10.....	56
5.10.2 Parámetros para análisis pseudo estático de Taludes.....	58
5.11 Estudio de Suelos.....	60
6. Durabilidad y patologías del concreto	61
6.1 Durabilidad	61
6.2 Planos de fallas y fisuras en el concreto	61
7. Propuesta de intervención.....	66
7.1 Diagnóstico	66
7.2 Ensayos no destructivos.....	66
7.2.1 Ensayo de Esclerómetro.....	67
7.1.2 Resultado de prueba de esclerometro	68
7.3 Ensayos Destructivos	69
7.3.1 Núcleos	69

7.3.2 Resultado de prueba de Núcleos	69
7.4 Mantenimientos preventivo	71
7.4.1 Juntas.....	71
7.4.2 Inyección de resinas epoxi	71
7.4.3 Perfilado y sellado.....	71
7.4.4 Costura de fisuras.....	72
7.4.5 Armadura adicional.....	72
7.5 Intervención	72
7.5.1 Inyección de resina epoxi.....	72
8. Conclusiones	74
9. Recomendaciones	75
Referencias.....	77
Apéndices.....	78

Lista de Tablas

Tabla 1. Marco Normativo sobre la estructura	17
Tabla 2. Parámetros de diseño para la losa de cimentación de la torre 1 del edificio	29
Tabla 3. Parámetros de diseño para la losa de cimentación de la torre 1 del edificio	29
Tabla 4. Parámetros de diseño para la losa de cimentación de la torre 1 del edificio	30
Tabla 5. Información general sobre el edificio, en el cual se establecen las áreas y la cantidad de pisos. Además de datos específicos sobre algunas zonas del edificio	30
Tabla 6. Matriz de vulnerabilidad	53
Tabla 7. Presupuesto inicial	73

Lista de Figuras

Figura 1. Pasos estudio patológico.....	20
Figura 2. Localización del paciente	21
Figura 3. Ficha de presentación sobre el paciente	32
Figura 4. Plano general de fisuras sótano 1	33
Figura 5. Plano general de fisuras sótano 2	34
Figura 6. Plano general sótano 3.....	35
Figura 7. Plano general sótano 3.....	36
Figura 8. Ficha de inspección No. 1	37
Figura 9. Ficha de inspección No. 2	38
Figura 10. Ficha de inspección No. 3	39
Figura 11.. Ficha de inspección No. 4	40
Figura 12. Ficha de inspección No. 5	41
Figura 13. Ficha de inspección No. 6	42
Figura 14. Ficha de inspección No. 7	43
Figura 15. Zonas aledañas al terreno en el cual se construyó el edificio.....	45
Figura 16. Vegetación que presentaba la zona del terreno en el cual se construyó el edificio.....	45
Figura 17. Zona residencial que estaba cerca al terreno	46
Figura 18. Estacionamiento y lavadero de carros	46
Figura 19. Fotografías tomadas por zona de afectación	51
Figura 20. Zona de amenaza sísmica del Departamento de Santander.....	56
Figura 21. Clasificación de los perfiles de suelo	57

Figura 22. Coeficientes de ampliación del suelo	58
Figura 23. Análisis Seudoestático de taludes.....	58
Figura 24. Análisis dinámico	59
Figura 25. Junta defectuosa.....	62
Figura 26. Contracción plástica	63
Figura 27. Fisuras.....	64
Figura 28. Prueba de Esclerómetro Conjunto Smart Clarisas.....	67
Figura 29. Plano de localización toma de muestras	68
Figura 30. Prueba de núcleo.....	70
Figura 31. Fisuras.....	70

Lista de Apéndices

Apéndice 1. Calibración.....	78
Apéndice 2. Resultados de Ensayo	79
Apéndice 3. Ensayo núcleos	80
Apéndice 4. Ensayo concreto.....	81
Apéndice 5. Esclerometría	82

Introducción

La presencia de las patologías se encuentra en gran medida en todas las obras civiles a lo largo de la historia. En este caso en específico, las patologías están enfocada a las patologías que se presentan en las edificaciones. Para iniciar las acciones preliminares se debe entender las patologías que se presenten y clasificarlas.

Es muy difícil olvidar los grandes casos de tragedias ocurridas por no tratar a tiempo las diferentes patologías presentadas en los sistemas constructivos, un ejemplo de ello es el sismo ocurrido en 1999 en Quindío y Risaralda, el cual dejó 1900 víctimas mortales y más de 300 heridos.

Por lo anterior, es necesario comprobar las características asociadas a procesos patológicos en casos donde se ve vulnerada la integridad de la edificación, su funcionalidad, seguridad o durabilidad, donde son precisas, igualmente, actividades de inspección y reconocimiento de la estructura para determinar si es requerida la intervención.

Los procesos de reconocimiento se realizan principalmente para determinar las causas de los daños que originan las lesiones, datos que se pueden conseguir a través de procedimiento para su correcta intervención. Todos los procedimientos de intervención se realizan a criterio de cada ingeniero civil y patólogo, porque en Colombia aún no existe un protocolo que forme en conjunto criterios que valoren el daño y brinden un diagnóstico adecuado para la intervención de las estructuras.

Dicho lo anterior, existe la necesidad de trabajar en estudios de patología utilizando procedimiento claros y sistemáticos que faciliten hacer diagnósticos correctos. Teniendo en cuenta que el país existen más de cuatrocientos (400) profesionales especializados en estudios

patológicos, los cuales no cuentan con una norma para realizar la inspección de las patologías en las obras civiles, se asume que los profesionales se basan en su amplia experiencia que permite la implementación de metodologías para la elaboración de planes diagnósticos en los que se valoren los diferentes estados de las edificaciones y permita realizar recomendaciones para la correcta actuación. Es importante que cada documento consolidado que tenga como objetivo el estudio de la patología se realice de manera correcta, garantizando el manejo y aplicación de conceptos y conocimiento tecnológicos, para con esto acelerar el proceso de obtención de bibliografía que permita que se vaya generando una línea de estudio más organizada.

Por tal razón, es relevante conocer las patologías que se presentan con más frecuencia en las obras civiles, con esto se puede realizar un estudio de manera más rápida y eficaz. Para esto se debe realizar una inspección visual detallada en las edificaciones donde las personas residan, en el presente caso, se va a realizar el estudio al edificio SMART CLARISAS.

El reconocimiento y clasificación de las patologías se efectúa mediante fichas técnicas, las cuales facilitan que cualquier persona entienda el análisis de estas, de manera que pueda intervenirlas de manera correcta y cuidadosa, con esto se evita que el uso de mano de obra especializada para la intervención. Las fichas cuentan con ilustraciones que convierten el proceso de intervención fácil y rápida de entender, además, en cada ficha se recomienda el tipo de intervención y propone las posibles causas. Para la obtención de las fichas se debe hacer un estudio patológico al paciente para determinar si es de prioridad la intervención o el daño es superficial lo que reduciría el riesgo por daño estructural de la comunidad.

Dado que todo edificio puede presentar problemas en su composición, sea antes, durante o después de su construcción, se ha realizado el diagnostico patológico solicitado por la Constructora HG, que durante el desarrollo actual en el proyecto de vivienda Smart Clarisas en

Piedecuesta, Santander, comienza a presentar fisuras en los sótanos de parqueaderos.

Para este proceso se expondrá un poco de su historia, el lugar de su ubicación y otras generalidades que servirán de apoyo para abarcar el estudio de sus patologías, por medio del desarrollo de fichas a fin de llegar a la determinación aproximada de un diagnóstico del estado actual del edificio.

1. Identificación de Patologías Edificio Smart Clarisas

1.1 Justificación

El estudio patológico beneficiará a la comunidad que habita en el edificio, por cuanto se busca su seguridad en la estructura como en la inversión realizada por los propietarios.

Al realizar el estudio patológico, se podrá pensar en las soluciones que se tendrán que hacer, así como las recomendaciones técnicas para el estudio de las patologías. Las reparaciones que se pueden plantear en el inicio de la patología son mucho más económicas que demoler y volver a construir la zona afectada. Por tal motivo, es mejor atender y solucionar el problema en su inicio, cuando no es tan grave, y no cuando sea inevitable el colapso de la estructura.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar un diagnóstico patológico al paciente SMART CLARISAS que permita la identificación de posibles vulnerabilidades y daños estructurales, funcionales y arquitectónicos que representen un riesgo para sus habitantes y/o propietarios.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las patologías presentes en un edificio mediante un estudio de caso estableciendo sus causas, mecanismos de daño, que sirvan de base para el diseño de acciones correctivas o preventivas que aseguren la solidez estructural de este.

- Recomendar algunas técnicas para tratar las diferentes patologías encontradas a nivel arquitectónico y estructural de manera que faciliten las tareas de intervención.
- Diseñar fichas para la identificación de las patologías estructurales vistas que faciliten la comprensión y análisis por parte del personal que interviene, así como de los propietarios y/o habitantes.

2. Marco Referencial

El objetivo primordial del presente documento es la inspección e identificación de las patologías que se presentan en el edificio SMART CLARISAS, es importante plantar conformar ejes conceptuales que sirvan para entender en totalidad la temática relacionada a las patologías, entendiendo sus posibles causas, efectos y recomendaciones que se pueden realizar para la correcta intervención de las fallas.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Vulnerabilidad de la estructura (Estructural)

La vulnerabilidad estructural se puede entender como la predisposición a sufrir daños durante los movimientos sísmicos que se presentan de manera repentina, asociadas en principal medida por las características físicas y estructurales de diseño. Esta vulnerabilidad se manifiesta a través de las patologías, lo que genera defectos pequeños y al no intervenir de manera correcta pueden llegar a convertirse en deformaciones que comprometan la integridad de la edificación, lo que generaría el colapso de la estructura.

2.1.2 Patologías estructurales

Hace referencia de las enfermedades que surgen por eventos conocidos, desconocidos, evidentes o sin explicación alguna. Para poder llegar al fondo de la enfermedad se debe examinar la presencia de la lesión a nivel estructural, dado lo anterior, se logran entender que la patología estructural es el estudio del comportamiento de las obras civiles en el caso que se presenten fallas

notorias en las estructuras buscando deducir las causas y proponer acciones correctivas o en el peor de los casos, proponer como solución la demolición de la estructura.

2.1.3 Seguridad de la estructura (Estructural)

La seguridad es lo más importante que debe garantizarse en cualquier obra civil, de manera que se minimicen o elimine los posibles riesgos, en los edificios su funcionalidad, el factor económico o su estética no son tan importantes como el brindar la seguridad a las personas.

2.1.4 Durabilidad estructural

En este aspecto se evalúa la durabilidad del edificio asegurando que es resistente a factores naturales y factores producidos por el hombre que pueda afectar a la estructura. El ACI 201, estipula que la característica de durabilidad en el hormigón de cemento hidráulico se puede definir como la capacidad de resistir la acción de la meteorización, los ataques químicos, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro, según el ACI, el hormigón que se vuelve durable puede llegar a conservar su forma, calidad y servicios originales a la hora de estar expuesto al medio ambiente.

2.1.5 Evaluación y diagnostico patológico en edificaciones

Es necesario que a las estructuras se le realice un diagnóstico que permita conocer cualquier tipo de enfermedad que presente, con esto, se puede llegar a evaluar las condiciones en que se puede encontrar las características de funcionamiento y resistencia. Con esto, se permite realizar un pronóstico de la forma de la patología que puede incidir sobre los diferentes

elementos estructurales que conforman la estructura y con esto deducir cual es la causa de afectación y proponer su tratamiento.

2.1.6 Inspección preliminar

Con la inspección preliminar, se evalúa en detalle cada aspecto del edificio y a partir de ello se plantea una hipótesis sobre los daños a partir de lo cual es posible establecer su estado general y evaluar posteriormente los tipos de problemas que puede llegar afectar la edificación. Con esta inspección, se logra entender las condiciones iniciales que permitan definir el estado de la edificación. Posteriormente, poder reportar los daños que se lograron encontrar, áreas afectadas, que tipo de patología son las que se presentan y en qué sitios se produjeron.

2.2 Marco Legal

Tabla 1. Marco Normativo sobre la estructura

Norma	Descripción	Concepto técnico
ACI 224.1R-93	Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón	Establece las causas de fisuras en las estructuras de hormigón
ACI 224.2R-92	Fisuración de miembros de hormigón enprovocado por esfuerzos de tracción directa	Establece la fisuración del hormigón armado principalmente por esfuerzos de tracción directa antes que la flexión
ACI 224R-01	Control de fisuración en estructuras de hormigón armado	Establece las principales causas de la fisuración y los procedimientos para su control
NSR-10 Título C.4	Requisitos de durabilidad	Establece los parámetros a seguir para garantizar la durabilidad del concreto reforzado

Nota: Información tomada de ACI.

2.3 Marco Histórico

En Colombia, a través del tiempo se presentaron fenómenos naturales que han afectado la construcción e infraestructura de las ciudades, así como su población en general. Debido a esto, se determina la inclusión de normativas que pueden generar recomendaciones y/o parámetros que puedan mitigar el riesgo de afectación y lograr unificar criterios de diseño para el buen funcionamiento de las estructuras.

Por tal razón, aparece en el año 1984 el primer código de construcción sismo resistente que regula los procesos y que se actualiza con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 creada por la ley 400 del año 1997, la cual permanece vigente con el propósito de incrementar la seguridad estructural.

3. Alcances y Limitaciones

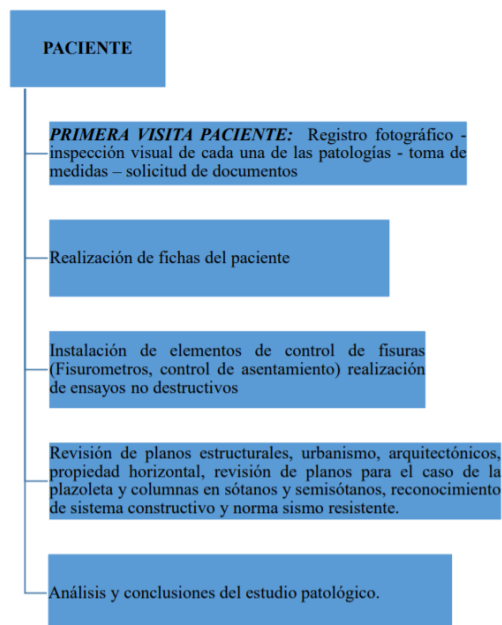
En este sentido, el análisis realizado se basa en una inspección visual de carácter técnico obtenida en campo que aporta información explícita con el propósito de evaluar las posibles causas y comportamientos patológicos, así como plantear recomendaciones que puedan aplicarse a las estructuras de concreto reforzado de acuerdo con el grado de lesión que puedan presentar los elementos.

4. Metodología

4.1 Selección del Paciente

La selección del paciente se realizó mediante el interés de estudiar lo que estaba sucediendo y la preocupación de un amigo del arquitecto Robert, esta persona le comentó su preocupación por las fisuras que se estaban presentando, no estaba seguro si había hecho la mejor inversión con el edificio. Con esto, se pretende realizar el aporte a la copropiedad, identificando las posibles causas de los procesos patológicos presente y brindando las propuestas de intervención más viables para el conjunto residencial. El acceso al conjunto residencial es de fácil acceso debido a que el arquitecto Robert trabaja con la empresa constructora que realizó el edificio, además, el proyecto se encuentra actualmente en etapa de atención de postventas.

Figura 1. *Pasos estudio patológico*



Fuente Propia.

4.2 Localización

El municipio de Piedecuesta forma parte del área metropolitana de Bucaramanga, el cual limita por el Norte con Tona, Floridablanca y Bucaramanga; por el Sur con Guaca, Cepita, Aratoca y Los Santos; por el Oriente con Santa Bárbara; por el Occidente con Girón.

Figura 2. Localización del paciente



Nota: Brochure Clarisas

El municipio presenta una accidentada geografía en la que es posible observar valles, mesetas, montañas y colinas, las cuales presentan las condiciones ideales para generar accidentes territoriales por las variaciones climatológicas. En el transcurso del año, la temperatura oscila entre los 20 °C a 26 °C y es muy difícil que la temperatura sea inferior a los 17 °C o que suba más de los 28 °C.

4.3 Reconocimiento del Edificio

SMART CLARISAS, es un proyecto de HG CONSTRUCTORA S.A ubicado en la Calle 10 No. 14-52 del barrio San Antonio de Piedecuesta. Está conformado por tres torres, de 13 y 12 pisos de apartamentos localizadas de la siguiente manera; la Torre 1 en la fachada principal del proyecto, cuenta con 76 apartamentos, 5 locales comerciales situados por la calle 10 y parqueaderos privados para propietarios; en la Torre 2 ubicada en el centro del proyecto se encuentran 78 apartamentos y parqueaderos privados para propietarios; junto a ella se encuentra una de las zonas sociales del proyecto; la Torre 3 ubicada en la fachada posterior del proyecto, está compuesta por 72 apartamentos, dos niveles de zona social de uso exclusivo y parqueaderos privados para propietarios, esto para un total de 226 unidades de vivienda en el proyecto. En los niveles de sótanos bajo la torre 1 se encuentra un hostel, unidad comercial privada, que ofrece el servicio de renta ligera a particulares, su acceso es completamente independiente al del conjunto residencial.

El acceso principal vehicular al proyecto se realiza por la calle 10, ingresando por el portón que comunica directamente al sótano 1 el cual da acceso a los diferentes niveles de

parqueaderos de las torres; la salida de vehículos se realiza desde la calle 11 a través del portón que comunica con el semisótano 4 de la torre 3.

El acceso peatonal del proyecto se encuentra ubicado en el primer piso sobre la calle 10, en donde hallarán la recepción, el lobby, zona de casilleros y el paso al pasillo de comunicación entre torres que da acceso directo a los ascensores que comunican con cada uno de los pisos del proyecto.

El semisótano 1 de SMART CLARISAS está compuesto por 48 parqueaderos de uso exclusivo de propietarios, 6 parqueaderos para uso de visitantes y 37 cuartos útiles asignados a unidades privadas. En los sótanos 2 y 3, se encuentran 60 parqueaderos de propietarios, 6 parqueaderos (en cada nivel) para uso de visitantes y 54 cuartos útiles (en cada nivel) asignados a unidades privadas. En el sótano 4, se ubican 41 parqueaderos de propietarios, 49 cuartos útiles asignados a unidades privadas y hacia el oriente de la torre 3 el cuarto de basuras con su respectiva salida de emergencia hacia la calle 11. En este mismo nivel se localizan 14 parqueaderos para los usuarios de los locales comerciales de la calle 11 y del hostel, de los cuales 6 están entre las rampas de acceso a los sótanos. Para finalizar, en el sótano 5, se encuentran 17parqueaderos de propietarios, 5 de visitantes y los cuartos útiles restantes asignados a unidades privadas.

El uso de los parqueaderos de visitantes del conjunto debe anunciarse con anterioridad al ingreso del edificio.

Los parqueaderos y cuartos útiles se han marcado por numeración de acuerdo con la asignación de cada propietario, por lo que su uso será exclusivo; a excepción de los parqueaderos de visitante.

La zona social y de disfrute de los propietarios, se ubica en el semisótano 1 de la torre 3,

colindando con la fachada que da hacia la calle 11, cuenta con un salón para eventos y reuniones con área de cocina, zona de baños y sala de estar, todos disponibles para uso de las personas que se encuentren en esta zona. Anexa a esta área se encuentra el área disponible para gimnasio, el turco y los baños y vistieres del mismo.

Dicho anteriormente, junto a la Torre 2 en el primer piso, se encuentra la zona deportiva y de recreación, contempla un espacio deportivo en grama sintética, una zona de esparcimiento y un cono para juegos infantiles también con piso de grama sintética.

El proyecto SMART CLARISAS se dividió en tres fases de entrega, que involucran las torres de apartamentos, semisótanos y zonas sociales. Para la primera fase de entrega se dispondrá para uso y goce de los residentes y propietarios: el lobby, zona de casilleros, la totalidad de la denominada torre 1, espacios de disfrute como el salón social, el Gimnasio, el turco, junto con zonas de servicios como baterías de baño y vistieres.

4.4 Planteamiento del estudio y preparación

4.4.1 Compilación de información general del paciente

La visión de la construcción del conjunto es atender un nicho de mercado inmobiliario en estrato 3, con características de diseño ofrecidos regularmente para estrato 4, ofreciendo un producto que por su relación costo-beneficio no tenga competencia en el sector.

4.4.2 Tipo de producto

El 48.67% del producto ofrecido consiste en una solución de vivienda básica con los siguientes espacios: Sala-comedor, cocina, área de ropas, hall de alcobas, estar de tv, y walk in

closet (en algunos apartamentos), 3 alcobas y 2 baños, con diferentes opciones de áreas construidas. Por otra parte, el 50% del producto es un tipo apartamento de 2 alcobas y 1 baño que incluye los siguientes espacios: Sala-comedor, cocina, área de ropas. El 10% del producto entregado consiste en apartamentos con 2 alcobas y 2 baños que incluye sala-comedor, cocina, y área de ropas y *Walk in closet*. El 1% restante del producto total consiste en apartamentos de 1 alcoba y 1 baño consta de sala-comedor, cocina y área de ropas.

La vivienda se entrega con acabados básicos especificados de la siguiente manera: Muros de carga y placas en concreto reforzado a la vista recubiertos con estuco y pintura, muros de cierre y divisorios en ladrillo de arcilla o de cemento debidamente estucados y pintados, pisos en cerámica, aparatos sanitarios y accesorios para el baño, el lavamanos principal es en porcelana con mesón, muros enchapados en el área de la ducha y parcialmente enchapados en el área del lavamanos y sanitario, ventanas en aluminio y vidrio transparente y de color gris; de acuerdo a la composición de la fachada, puerta-reja metálica y puertas interiores en madera con marcos en madera, cocina con mesón y salpicadero en aglomerado de cuarzo, barra-comedor en aglomerado de cuarzo, mueble de cocina inferior y superior en madera, closets en madera, zona de ropas con lavadero y 3 hiladas de enchape sobre éste, mueble inferior del lavadero en madera con papelería, el apto viene equipado con cortinas, cerradura digital, toma puerto USB y tendedero.

4.4.3 Tipo de edificación

El proyecto contempla tres tipos de edificaciones: sistema constructivo industrializado de muros y placas macizas, con cimentación en losa maciza bajo el área de las torres. El acabado de la estructura en zona de parqueaderos es en concreto a la vista, el cual se logra mediante el empleo del equipo de formaleta metálica, permitiendo el ahorro de frisos al interior y exterior del

edificio. El sistema constructivo para los módulos de parqueaderos que permiten la conformación de la plataforma de 4 pisos para parqueaderos es en sistema pórtico, tradicional viga – columna.

4.2.4 Política de calidad y política interna de seguridad en obra

En todos sus proyectos HG CONSTRUCTORA está empeñada en lograr no solo la satisfacción de los socios de la empresa, sino especialmente la de los clientes. Por esta razón se elabora el presente documento, para definir con precisión lo que se espera conseguir con este nuevo producto, sin dejar lugar a la improvisación, anticipando todos los requerimientos técnicos, logísticos, humanos y financieros necesarios para conseguir la satisfacción del proyecto.

Se define por política interna de seguridad de la obra, como el aseguramiento de la calidad del producto mediante la implementación del sistema de gestión de la calidad ISO 9001-2008, en todos los procesos involucrados, desde la concepción inicial del diseño hasta su terminación y entrega a los clientes o destinatarios finales del producto.

HG CONSTRUCTORA como organización dedicada a la construcción, mediante las diferentes actividades en materia operativa y administrativa en obra y cumpliendo con los compromisos en materia de seguridad y salud en el trabajo, dispone de lineamientos en seguridad, consignados en su Política Interna de Seguridad en Obra, los cuales cobijan al personal propio y contratista con respecto al uso del sistema de protección contra caídas y elementos de protección personal, y es de vital y cabal cumplimiento por todo el personal interno o externo relacionado con la obra.

4.4.5 Estándares de calidad reservados al proyecto

Adelantar la estructura con el acabado proyectado en concreto a la vista, teniendo en cuenta la ubicación de los refuerzos dentro de los elementos estructurales, haciendo el curado de acuerdo con la norma y especificaciones respectivas y, finalmente, realizando el desencofrado en el tiempo programado con el apuntalamiento necesario para evitar deflexiones de la estructura antes de su curado definitivo.

El proyecto contempla acabados básicos para los inmuebles en materiales de primera calidad, suministrados por proveedores reconocidos en el gremio de la construcción y conforme a las especificaciones de venta definidas y que forman parte del presente documento.

Además de cumplir con los requisitos de exigencias mínimas y criterios de aceptación establecidos en las especificaciones técnicas de construcción de la empresa, con el imperativo de hacer los trabajos “una sola vez”.

Así mismo, se consideran los efectos de los agentes naturales como el sol, lluvia, vientos y sus efectos en las cubiertas y fachadas del edificio, para lo cual se implementan las protecciones necesarias para evitar filtraciones de agua hacia el interior de las viviendas, de esta manera se evita que esto conlleve a sobre costos en reparaciones posteriores.

Al tener en cuenta los efectos de la temperatura en la estructura y acabados del edificio, se acatan las medidas necesarias para contrarrestar el movimiento de los diferentes elementos, sin daños a los mismos, y a la presentación de los acabados; se diseña la ubicación de las dilataciones tanto en la estructura como en los diferentes acabados, y se definen los sistemas de ventilación natural cuyo propósito es controlar las altas de temperatura al interior de los inmuebles.

5. Resultados

5.1 Historia Clínica

5.1.1 Responsables del estudio

La realización del estudio al paciente fue posible gracias a la gestión del arquitecto Robert Walter Ferrer Serrano, persona vinculada a la constructora que lleva a cabo el proyecto. El arquitecto, luego de haber solicitado permiso para ingresar y realizar el estudio de las patologías, junto con los ingenieros Francisco Payares y Adrián Contreras realizaron el estudio patológico.

5.1.2 Datos generales del paciente

Nombre: SMART CLARISAS

Localización: Departamento de Santander, Municipio de Piedecuesta.

Uso: El proyecto SMART CLARISAS se encuentra ubicado en la Calle 11 # 14-52, Barrio San Antonio del municipio de Piedecuesta, sobre un lote de terreno de 4381.16 m2.

El proyecto está formado por una plataforma de 4 niveles, correspondiente a parqueaderos, zonas comunales y locales comerciales, luego se distribuye en tres torres residenciales. La torre 1 de 13 pisos de apartamentos, la primera planta de apartamentos inicia con el acceso por la calle 10 y consta de 4 apartamentos, 3 de dos alcobas y uno de 1 alcoba, la segunda planta de apartamentos consta de 6 apartamentos, 5 de dos alcobas y uno de una alcoba, los 11 pisos restantes constan de 6 apartamentos, 4 de 2 alcobas con un baño cada uno, 1 de 2 alcobas con 2 baños, y 1 de 3 alcobas con 2 baños, está dividida en dos sectores, mediante un

punto fijo que a la vez funciona como ruta de evacuación central en cada piso, para un subtotal de 76 apartamentos.

5.1.3 Importancia del paciente

El edificio se enfoca en Llevar a cabo una propuesta de diseño arquitectónico innovador que dé respuesta a una necesidad de vivienda básica, con diferentes opciones de servicios y áreas, de acuerdo con la capacidad de inversión del usuario.

5.2 Obra civil (Edificación)

5.2.1 Cimentación

El tipo de cimentación es por losas de cimentación, las cuales están diseñadas bajo los parámetros de la constructora, resultantes de los diferentes estudios realizados. A continuación, se detallan ciertos criterios de diseño que fueron utilizados.

Tabla 2. *Parámetros de diseño para la losa de cimentación de la torre 1 del edificio*

Parámetros de Diseño Losa de Cimentación	
Peso volumétrico:	1.7 Ton/m ³
Capacidad de carga	25.0 Ton/m ² , para alternativa con losa de cimentación.
Profundidad de cimentación:	1.2 m debajo del nivel del último sótano proyectado
Coeficiente de balastro:	633.6 Ton/m ³
Fuente: HC constructora.	

Tabla 3. *Parámetros de diseño para la losa de cimentación de la torre 1 del edificio*

Parámetros de Diseño Losa de Cimentación	
Peso volumétrico:	1.7 Ton/m ³
Capacidad de carga:	24.0 Ton/m ² , para alternativa con losa de cimentación.

Profundidad de cimentación:	1.2m debajo del nivel del último sótano proyectado
Coeficiente de balastro:	619.7 Ton/m ³

Fuente: HC constructora.

Tabla 4. *Parámetros de diseño para la losa de cimentación de la torre 1 del edificio*

Parámetros de diseño losa de cimentación	
Peso volumétrico:	1.8 Ton/m ³
Capacidad de carga:	32.0 Ton/m ² , para alternativa con losa de cimentación.
Profundidad de cimentación:	3.00m de profundidad a partir del nivel al cual se ejecutaron los sondeos.
Coeficiente de balastro:	503.9 Ton/m ³

Fuente: HC constructora.

Tabla 5. *Información general sobre el edificio, en el cual se establecen las áreas y la cantidad de pisos. Además de datos específicos sobre algunas zonas del edificio*

Área total lote:	4381.16 m ²
Área de Ocupación 1er Piso:	1632.40 m ² (37.26%)
Área libre 1er Piso:	2748.76 m ² (62.74%)
Área total construida:	32569.26 m ²
Área construida vendible:	12776.86 m ²
Área comercial total:	1039.87 m ²
No. de Apartamentos:	226 unidades
Parqueaderos para apartamentos:	226 unidades
Parqueaderos para visitantes:	23 unidades
Parqueaderos Área Comercial:	18 unidades

Fuente: Autor.

5.3 Aplicación patológica preventiva

La estructura en estudio está conformada por losas macizas en concreto reforzado, las cuales se encuentran en los sótanos destinados para el aparcamiento de vehículos. Durante la

recopilación de datos se observan lesiones de carácter físico producidas por cambios de humedad y retracción del concreto lo que ha generado fisuras longitudinales y transversales que pueden afectar la durabilidad de la estructura.

Para ello es necesario realizar un análisis previo e identificación de la patología presente, abordando de manera directa el origen de la falla. De acuerdo con las condiciones expresadas se debe realizar un proceso preventivo el cual consiste en aplicar una inyección de mortero en la lesión para evitar fenómenos ambientales adversos tales como la corrosión del acero de refuerzo de las losas, evitando la pérdida de resistencia y capacidad estructural que afecte directamente la edificación.

El grupo de trabajo toma a consideración que el estudio se basa en el estudio de patologías de tipo preventivo, debido al estado de las fallas, dado que se encuentran en una etapa en la cual pueden ser intervenidas de modo que no sigan avanzado. Las fisuras que se presentan en el paciente pasan desapercibidas por algunos residentes, según se pudo constatar al preguntar a varios transeúntes que se encontraban en el sector, a la hora de realizar la inspección.

Para la próxima entrega, el grupo de trabajo tiene como meta realizar un cronograma de estudio y un presupuesto con el cual se pueda evaluar la posibilidad de intervenir la patología de manera que la integridad estructural no se vea perjudicada.

5.4 Datos específicos de las lesiones

Figura 3. Ficha de presentación sobre el paciente

FORMATO DE INSPECCIÓN DE LESIÓN EN EDIFICACIONES											
HISTORIAL PATOLÓGICO DEL PACIENTE											
NOBRE DEL INMUEBLE	EDIFICIO SMART CLARISAS										
MUNICIPIO	PIEDRECUESTA										
DEPARTAMENTO	SANTANDER										
DIRECCION	CALLE 10 # 14 - 52										
UBICACIÓN											
FECHA DE CONSTRUCCION	03/03/2017 - ACTUALMENTE										
AREA DEL LOTE	4381.16 m ²										
NUMERO DE TORRES	3										
NUMERO DE PISOS	13										
NUMERO DE SOTANOS	4										
GEOMETRIA (VISTA EN PLANTA)											
SISTEMA CONSTRUCTIVOS											
CIMENTACIÓN UTILIZADA	Zapatas, vigas, columnas y losas continuas			SISTEMA CONSTRUCTIVO Industrializado de muros y placas macizas, con cimentación en losas macizas bajo el área de las torres							
MATERIALES UTILIZADOS	AGREGADOS	Grava	FORMALETA	Fora	CONCRETO	4000 psi					
	MAMPOSTERIA	Confundida (H10-H15-F9)	MORTEROS	14.5 Mpa (1:4)	ACERO	De Refuerzo (Diferentes diámetros)					
ASPECTOS DE VULNERABILIDAD											
ASPECTOS GEOMÉTRICOS		ASPECTOS CONSTRUCTIVOS		ASPECTOS ESTRUCTURALES	X	CIMENTACIÓN	X	ENTORNO		SUELOS	
FISURAS		X			GRIETAS						

Fuente: Autor.

Fuente: Autor.

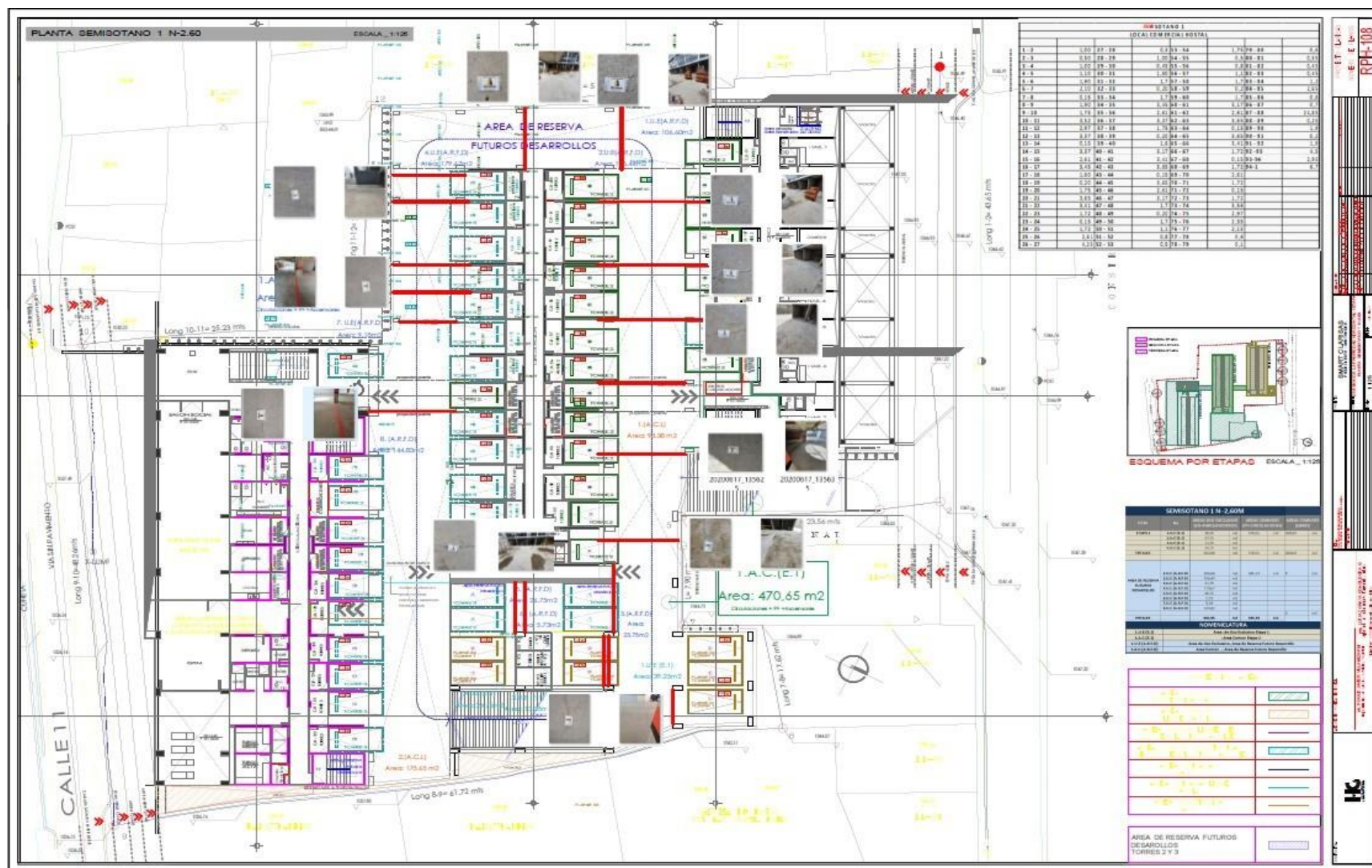
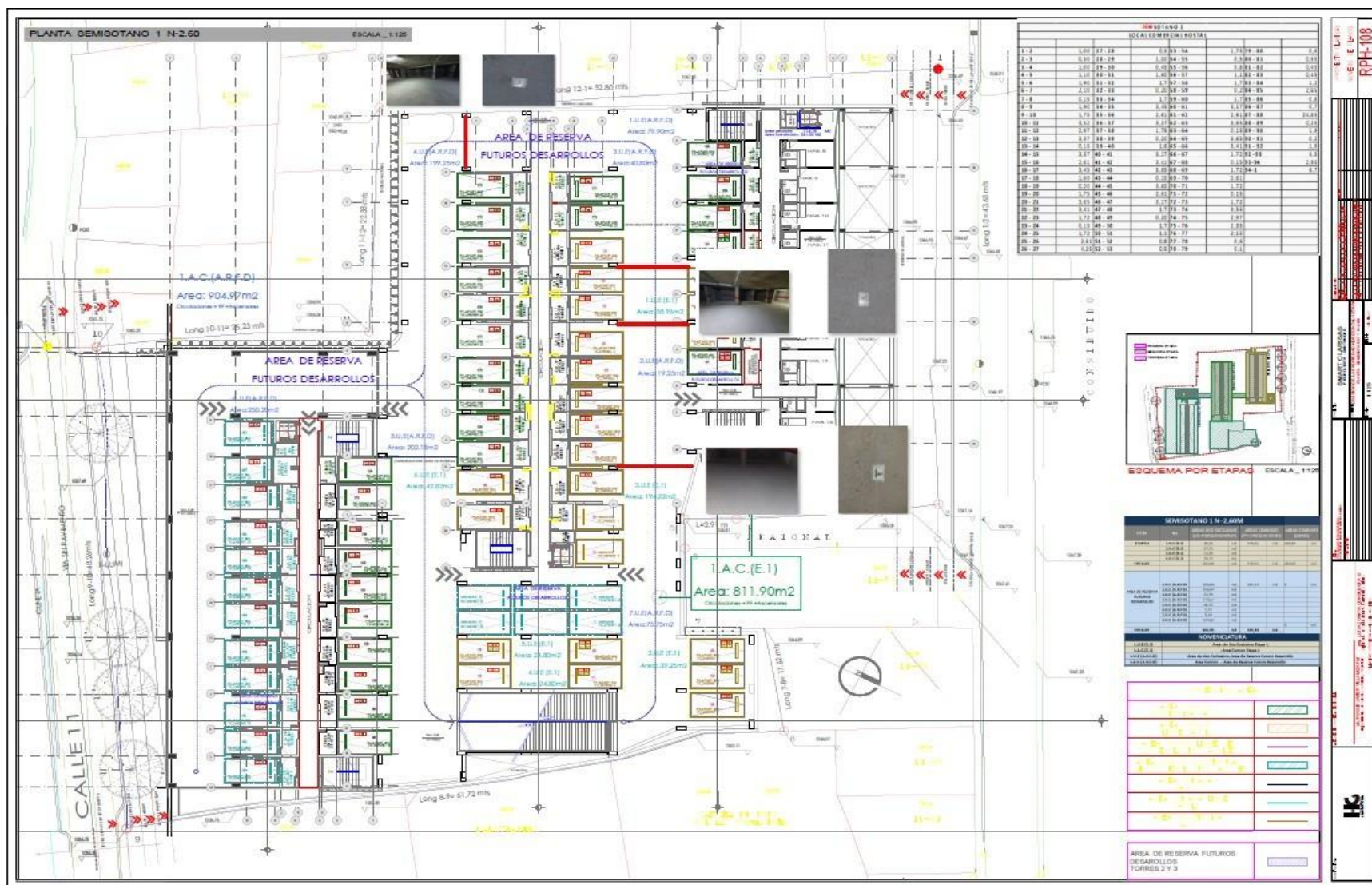


Figura 5. Plano general de fisuras sótano 2

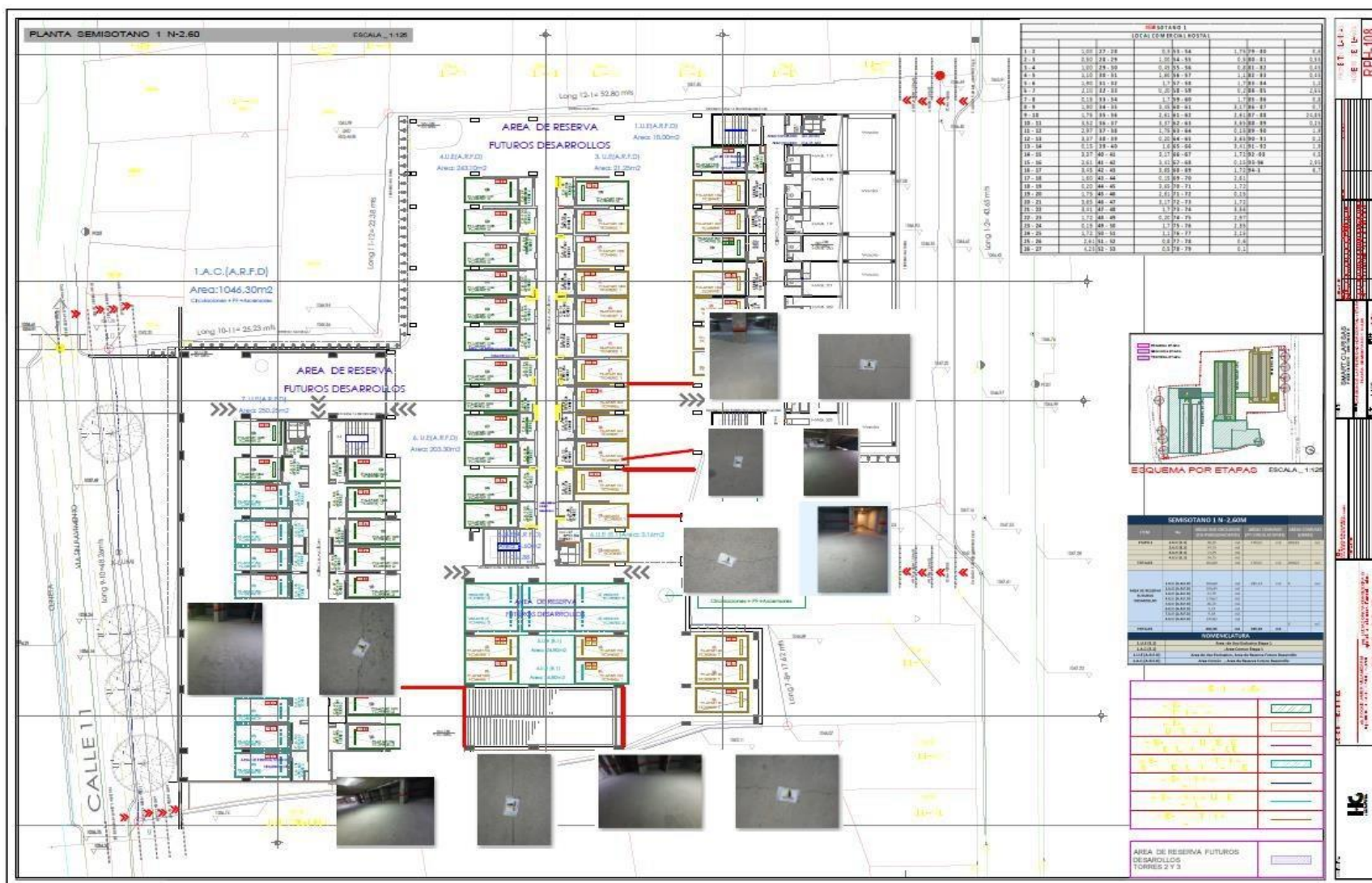


Fuente: Autor.

IDENTIFICACIÓN, ESTUDIO E INTERVENCIÓN DE PATOLOGÍAS EDIFICIO SMART CLARISAS

35

Figura 6. Plano general sótano 3



Fuente: Autor.

Fuente: Autor.

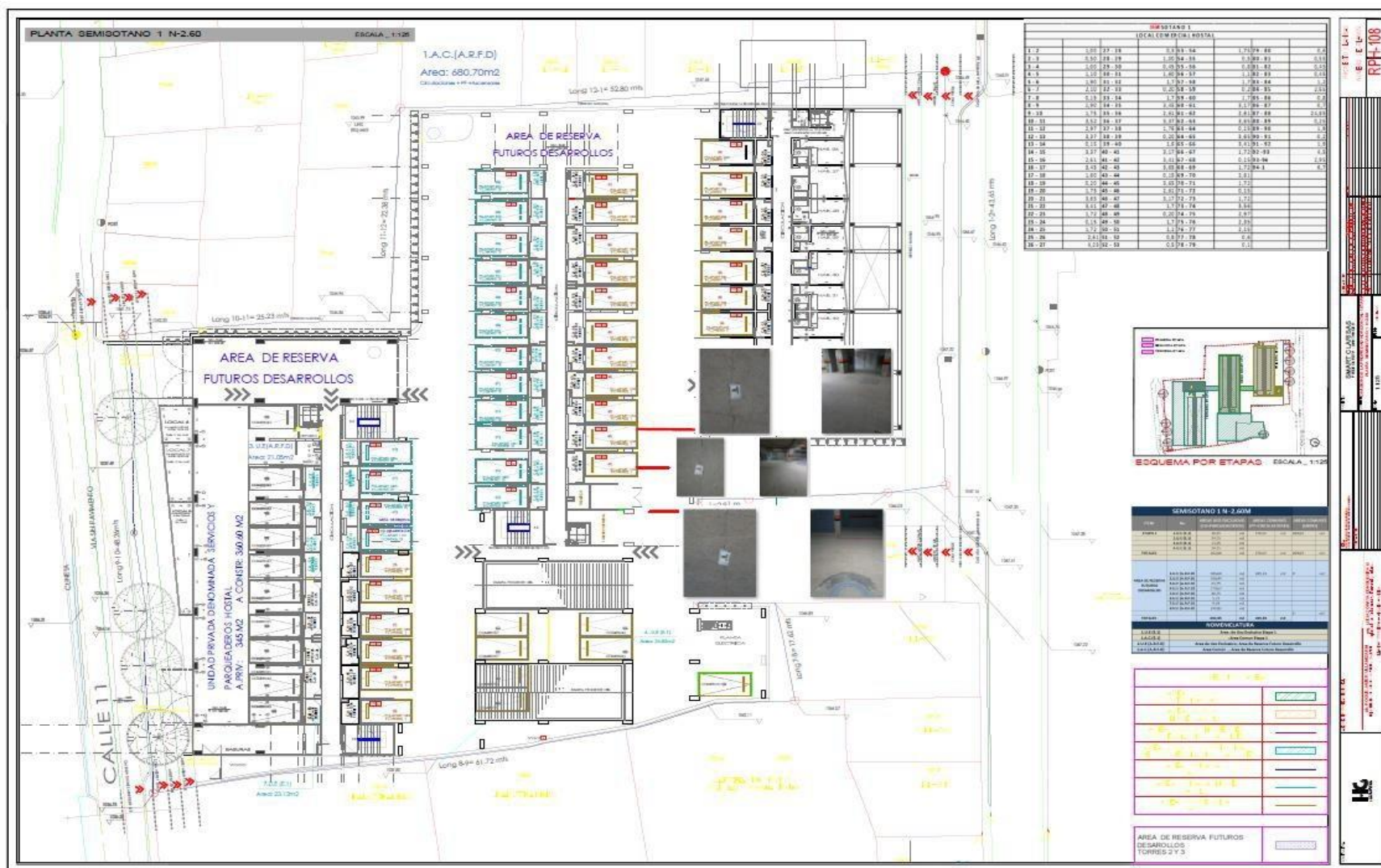


Figura 8. Ficha de inspección No. 1

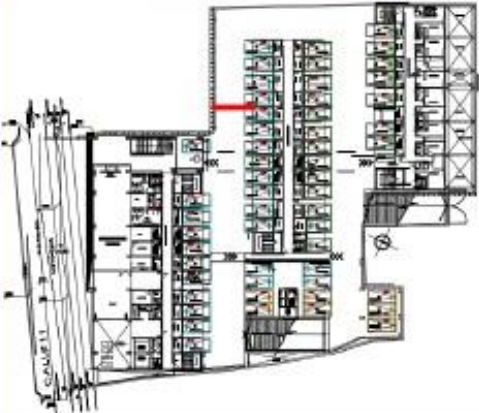
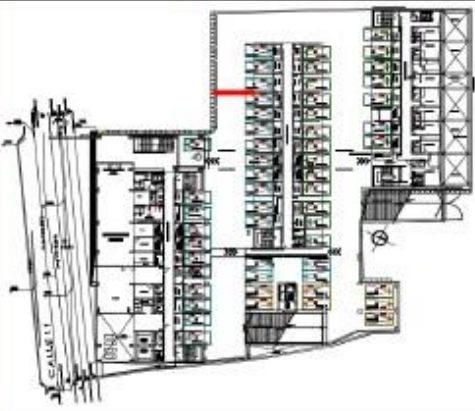
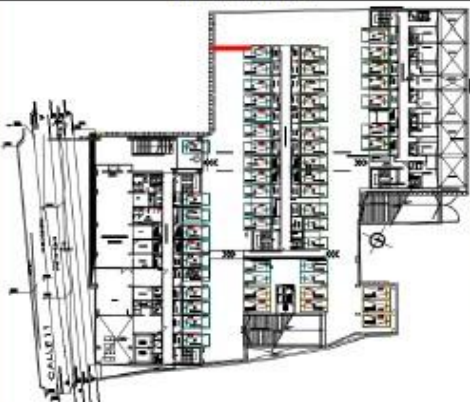
FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES					
DIAGNOSTICO DE ESTADO Y LESIONES EN ELEMENTOS					
DESCRIPCIÓN PROYECTO:		Smart Clarisas			
FECHA	DIRECCIÓN	AREA	ELEMENTO	No. Ficha	
30/4/2021	Calle 10 # 14 - 52	6.91 metros	Placa Sotano 1	1	
LOCALIZACIÓN		FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA			
					
TIPO DE LESIÓN				DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
FISICA	QUIMICA	MECANICA	X	Losa maciza de concreto reforzada en dos direcciones 2D	
Localización Especifica					
Circulación vehicular de parqueaderos					
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN				CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
Se evidencia una lesión por retracción térmica debido a una ineficaz junta de construcción e inadecuado suministro de acero para la losa que ayude a evitar las contracciones volumétricas del concreto				Directa	X
				Indirecta	
IDENTIFICACIÓN DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESIÓN	
MATERIAL	Ineficiencia del concreto para observar los esfuerzos			LEVE	X
FABRICACIÓN				MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL				GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO					
RECOMENDACIÓN Y/O INTERVENCIÓN					
Es necesario garantizar que el acero de refuerzo no llegue a ser corroído por un efecto migratorio generado desde la superficie carbonatada retirada, para tal fin, es necesario aplicar un inhibidor de corrosión migratorio, se debe aplicar sobre la superficie afectada y posteriormente seguir las recomendaciones del fabricante.					

Figura 9. Ficha de inspección No. 2

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES						
DIAGNOSTICO DE ESTADO Y LESIONES EN ELEMENTOS						
DESCRIPCIÓN PROYECTO:			Smart Clarisas			
FECHA	DIRECCIÓN	AREA	ELEMENTO	No. Ficha		
30/4/2021	Calle 10 # 14 - 52	6.80 metros	Placa Sotano 1	2		
LOCALIZACIÓN			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA			
						
TIPO DE LESIÓN					DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
FISICA	X	QUIMICA		MECANICA		
Localización Especifica					Losa maciza de concreto reforzada en dos direcciones 2D	
Zona de tránsito de los vehiculos						
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN					CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
Se evidencia la presencia de humedad causada por la filtración de agua que proviene de la cubierta de la edificación y esto genera la extensión de la grieta llegando a acelerar la corrosión del acero de refuerzo de la losa de concreto					Directa	X
					Indirecta	
IDENTIFICACIÓN DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESIÓN		
MATERIAL				LEVE		
FABRICACIÓN				MEDIANO	X	
FACTOR FISICO AMBIENTAL	Humedad de filtración de las aguas lluvias			SEVERO		
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL				GRAVE		
FACTOR BIOLOGICO						
RECOMENDACIÓN Y/O INTERVENCIÓN						
Hay que evitar que el agua entre al interior de la estructura. El agua es uno de los agentes necesarios para que se presente el problema de la corrosión el cual deteriora la estructura						

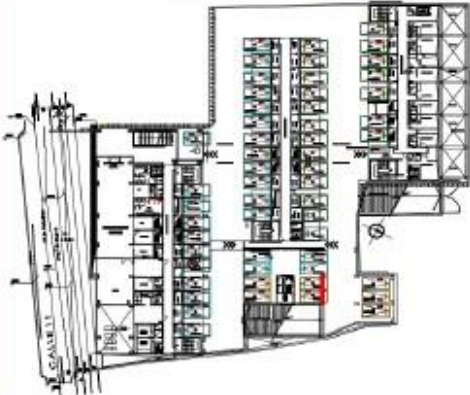
Fuente: Autor.

Figura 10. *Ficha de inspección No. 3*

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES					
DIAGNOSTICO DE ESTADO Y LESIONES EN ELEMENTOS					
DESCRIPCIÓN PROYECTO:		Smart Clarisas			
FECHA	DIRECCIÓN	AREA	ELEMENTO	No. Ficha	
30/4/2021	Calle 10 # 14 - 52	6.47 metros	Placa Sotano 1	3	
LOCALIZACIÓN			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESIÓN				DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
FISICA	QUIMICA	X	MECANICA	Losa maciza de concreto reforzada en dos direcciones 2D	
Localización Especifica					
Acceso a zona de parqueaderos					
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN				CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
Se evidencia una lesión química llamada eflorescencia la cual afecta la estructura molecular de los materiales, en este caso el concreto. Estas reacciones a los agentes químicos pueden generar desgaste del material				Directa	X
				Indirecta	
IDENTIFICACIÓN DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESIÓN	
MATERIAL				LEVE	
FABRICACIÓN				MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	X
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL	Factores generados por reacciones químicas con ácidos, óxidos, sales, etc..			GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO					
RECOMENDACIÓN Y/O INTERVENCIÓN					
Se debe tener especial cuidado con la presencia de agentes químicos para evitar el desgaste y deterioro de los materiales. Se debe sellar la fisura y hacer un curado a la losa ya que está expuesta a fluidos químicos de los vehículos que ocasionalmente puedan presentar fallas mecánicas originando derrame de fluidos					

Fuente: Autor.

Figura 11.. Ficha de inspección No. 4

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES						
DIAGNOSTICO DE ESTADO Y LESIONES EN ELEMENTOS						
DESCRIPCIÓN PROYECTO:		Smart Clarisas				
FECHA	DIRECCIÓN	AREA	ELEMENTO	No. Ficha		
30/4/2021	Calle 10 # 14 - 52	4.92 metros	Placa Sotano 3	4		
LOCALIZACIÓN			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA			
						
TIPO DE LESIÓN					DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
FISICA	QUIMICA	MECANICA	X		Losa maciza de concreto reforzada en dos direcciones 2D	
Localización Específica						
Delimitación individual de parqueaderos						
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN					CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
Se evidencia una fisuración por contracción de secado a largo plazo la cual genera una lesión lineal debido a la poca resistencia a esfuerzos de tensión del concreto					Directa	
					Indirecta	X
IDENTIFICACIÓN DEL FACTOR DE DETERIORO					GRADO DE LESIÓN	
MATERIAL	Ausencia de juntas de construcción o dilatadores				LEVE	
FABRICACIÓN					MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL					SEVERO	X
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL					GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO						
RECOMENDACIÓN Y/O INTERVENCIÓN						
Para mitigar el efecto y aparición de estas lesiones en la losa de concreto reforzado, se deben realizar juntas de dilatación para ayudar a mitigar y absorber de manera eficiente los esfuerzos de tensión producidos en el concreto						

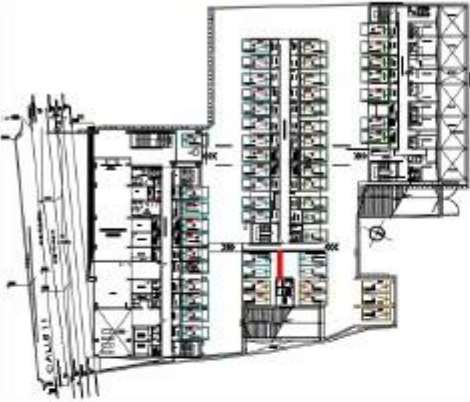
Fuente: Autor.

Figura 12. Ficha de inspección No. 5

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES					
DIAGNOSTICO DE ESTADO Y LESIONES EN ELEMENTOS					
DESCRIPCIÓN PROYECTO:			Smart Clarisas		
FECHA	DIRECCIÓN	AREA	ELEMENTO	No. Ficha	
30/4/2021	Calle 10 # 14 - 52	3.62 metros	Placa Sotano 3	5	
LOCALIZACIÓN			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA		
					
TIPO DE LESIÓN				DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
FISICA	X	QUIMICA		MECANICA	
Localización Específica				Losa maciza de concreto reforzada en dos direcciones 2D	
Circulación vehicular					
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN				CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
Se evidencia una fisuración superficial en forma de mapa producto de la retracción por flujo plástico de los materiales				Directa	X
				Indirecta	
IDENTIFICACIÓN DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESIÓN	
MATERIAL	Presencia de esfuerzos cortantes en el concreto			LEVE	X
FABRICACIÓN				MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL				GRAVE	
FACTOR BIOLOGICO					
RECOMENDACIÓN Y/O INTERVENCIÓN					
El espesor de la losa de concreto reforzado puede ser insuficiente para soportar las cargas dinámicas producidas por los vehículos y esto conlleva a la aparición de grietas superficiales por la poca capacidad de absorber los esfuerzos cortantes					

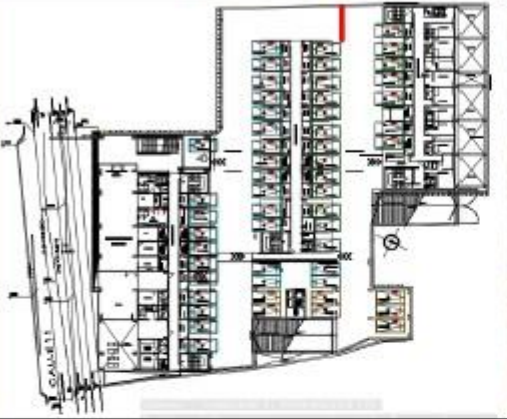
Fuente: Autor.

Figura 13. Ficha de inspección No. 6

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES						
DIAGNOSTICO DE ESTADO Y LESIONES EN ELEMENTOS						
DESCRIPCIÓN PROYECTO:		Smart Clarisas				
FECHA	DIRECCIÓN	AREA	ELEMENTO	No. Ficha		
30/4/2021	Calle 10 # 14 - 52	4.95 metros	Placa Sotano 4	6		
LOCALIZACIÓN			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA			
						
TIPO DE LESIÓN					DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
FISICA		QUIMICA		MECANICA	X	
Localización Especifica					Losa maciza de concreto reforzada en dos direcciones 2D	
Zona de tránsito vehicular						
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN					CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
Se evidencia grandes deformaciones en la losa de concreto producto de las grandes concentraciones y esfuerzos de las cargas de servicio. Esta lesión mecánica se puede evidenciar por el ancho de la grieta que se hace más grande con el uso					Directa	X
					Indirecta	
IDENTIFICACIÓN DEL FACTOR DE DETERIORO					GRADO DE LESIÓN	
MATERIAL	Esfuerzos de tensión producidos por las cargas de servicio				LEVE	
FABRICACIÓN					MEDIANO	
FACTOR FISICO AMBIENTAL					SEVERO	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL					GRAVE	X
FACTOR BIOLOGICO						
RECOMENDACIÓN Y/O INTERVENCIÓN						
Se debe realizar una mejor conceptualización desde la etapa de diseño, la cual refleja errores en el dimensionamiento de la losa, así como falencias en el proceso constructivo. Es importante atender rápidamente esta lesión ya que puede perjudicar la vida útil y afectaciones en el uso diario en la edificación						

Fuente: Autor.

Figura 14. Ficha de inspección No. 7

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES						
DIAGNOSTICO DE ESTADO Y LESIONES EN ELEMENTOS						
DESCRIPCIÓN PROYECTO:		Smart Clarisas				
FECHA	DIRECCIÓN	AREA	ELEMENTO	No. Ficha		
30/4/2021	Calle 10 # 14 - 52	6.79 metros	Placa Sotano 4	7		
LOCALIZACIÓN			FOTOGRAFIA Y/O GRAFICA			
						
TIPO DE LESIÓN					DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
FISICA		QUIMICA	X	MECANICA	Losa maciza de concreto reforzada en dos direcciones 2D	
Localización Específica						
Acceso peatonal a zona de parqueaderos						
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN					CLASIFICACIÓN DE LA CAUSA	
Se evidencian una lesión producida por un fenómeno llamado carbonatación en la losa de concreto el cual modifica el PH del material al ingresar dióxido de carbono atmosférico por medio de los poros					Directa	
					Indirecta	X
IDENTIFICACIÓN DEL FACTOR DE DETERIORO				GRADO DE LESIÓN		
MATERIAL				LEVE		
FABRICACIÓN				MEDIANO		
FACTOR FISICO AMBIENTAL				SEVERO	X	
FACTOR QUIMICO AMBIENTAL	Alta concentración de agentes atmosféricos en la estructura interna del concreto			GRAVE		
FACTOR BIOLOGICO						
RECOMENDACIÓN Y/O INTERVENCIÓN						
Se debe proteger la superficie de este efecto producto de factores ambientales para evitar la corrosión del acero de refuerzo de la losa utilizando epóxicos o productos impermeabilizantes que ayuden a mejorar su vida útil						

5.4.1 Patología de mayor relevancia

La estructura presenta diversas lesiones físicas en las losas macizas, las cuales pertenecen y están ubicadas en las zonas de parqueadero (sótanos) que afectan en gran manera el funcionamiento y vida útil del proyecto.

Se evidenciaron deformaciones en la losa de concreto producto de las grandes concentraciones y esfuerzos de las cargas de servicio. Esta lesión mecánica se pudo evidenciar por el ancho de la grieta, el cual se incrementa con el uso.

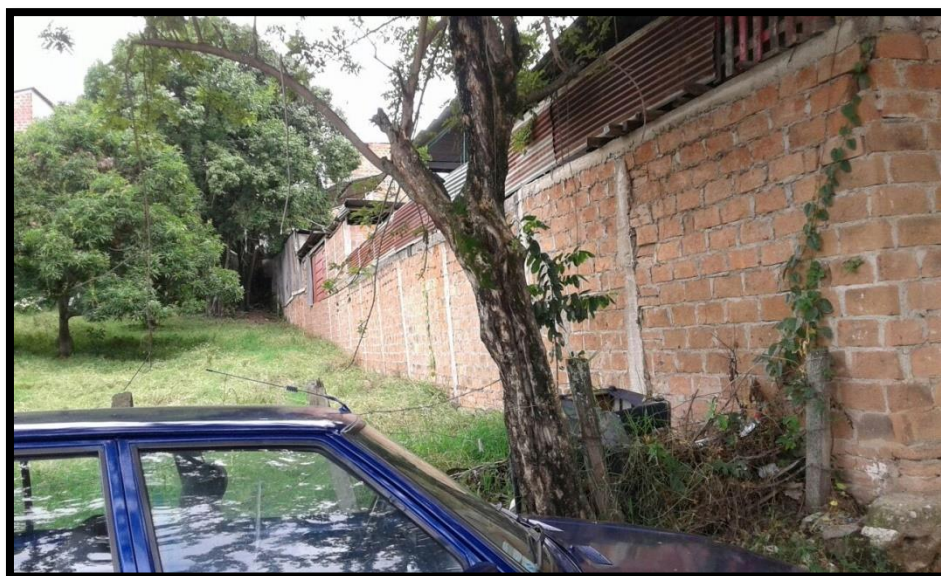
En síntesis, la patología más relevante obedece a una lesión de tipo física la cual se debe contener y así evitar fallas estructurales mayores que comprometan el buen funcionamiento de la edificación.

5.5 Datos generales del entorno

5.5.1 Edificaciones u obras vecinas - Medio ambiente

Inicialmente se gestionó el permiso para la tala y corte de los árboles existentes, específicamente la remoción de las especies arbóreas presentes, efectuándose parte de la compensación forestal exigida; aún queda pendiente la siembra de 15 árboles en el proyecto con lo cual se obtendrá el Paz y Salvo Ambiental. Actualmente se cuenta con los lineamientos ambientales y el Plan de Manejo Ambiental expedidos por el Área Metropolitana de Bucaramanga, además se encuentra en ejecución el contrato de prestación de servicios con la empresa SIGMA, quien efectuará la interventoría ambiental y auditoría al Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Figura 15. Zonas aledañas al terreno en el cual se construyó el edificio



Fuente: Autor.

Figura 16. Vegetación que presentaba la zona del terreno en el cual se construyó el edificio



Fuente: Autor.

Figura 17. *Zona residencial que estaba cerca al terreno*



Fuente. Autor

Figura 18. *Estacionamiento y lavadero de carros*



Fuente: Autor.

5.6 Estructura (descripción general) Calificación

5.6.1 Por diseño y construcción (A. 10.2.2.1-NSR10)

La estructura en estudio se realizó en base a las características físicas del terreno y los requerimientos normativos legales vigentes. Es importante resaltar que la concepción y tipología estructural, se realizó con base en estudios y diseños previos.

En el diseño de la cimentación se contempló un sistema de losa continuo de acuerdo con los datos extraídos en campo ofrecidos por el estudio geotécnico y capacidad de carga del suelo. Se realizó un análisis de cargas (Servicio y sísmicas) dando como resultado un sistema de muros estructurales capaces de disipar y resistir las fuerzas gravitacionales y dinámicas. Por todo lo anterior, la calidad del diseño y construcción estipulada en A.10.2.2.1 es buena.

5.6.2 Por estado de la estructura (A. 10.2.2.1-NSR10)

De acuerdo con los requerimientos estipulados en A.10.2.2.2 el estado actual de la estructura es regular porque los aspectos analizados tales como fisuras o lesiones físicas producidas en la losa maciza no afectan de manera considerable la edificación o pone en riesgo la vida de sus usuarios

5.6.3 Evaluación de la estructura en general

La edificación objeto de análisis presenta afectaciones de carácter físico leves que se deben atender y solucionar para evitar daños representativos que pueda llegar a afectar su uso. El sistema principal de resistencia sísmica está compuesto por muros de corte, los cuales no presentan fallencias físicas o mecánicas que afecten estructuralmente el comportamiento de esta.

Las losas macizas en dos direcciones están localizadas en los sótanos son los elementos que manifestaron dichas anomalías pero que, al momento de realizar un análisis previo visual, no se evidencia un daño significativo que pueda traer consigo restricciones

5.6.4 Suelos y Cimentaciones

El estudio de suelos ha sido realizado por la empresa CONSTRUSUELOS, mediante la ejecución sondeos con el equipo de perforación de percusión, en donde fue posible la obtención de muestras semi-alteradas que fueron utilizadas para ensayos de laboratorio, adicionalmente se implementaron muestreadores de diámetro variable, con el objetivo de obtener muestras representativas de roca y determinar la resistencia a la compresión uniaxial de la roca.

El muestreador se trabajó llevándolo al suelo, para esto se trabajó con el martillo de seguridad de 140 libras, cada caída tenía una altura de 30 pulgadas. El muestreador para ser introducido en el suelo se le tuvo que dar hasta 50 golpes en los primeros quince (15) cms o cien (100) golpes en los últimos treinta (30) cm de rechazo, cualquiera que ocurra primera. El número de golpes fue registrado por pie para los sondeos.

5.7 Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

5.7.1 Vulnerabilidad de la estructura (Estructural)

La vulnerabilidad estructural de la estructura se puede entender como la predisposición a sufrir daños durante los movimientos sísmicos que se presentan de manera repentina. Estas se asocian en principal medida por las características físicas y estructurales de diseño. La vulnerabilidad estructural se manifiesta a través de las patologías, lo que genera defectos

pequeños y al no intervenir de manera correcta pueden llegar a convertirse en deformaciones que comprometan la integridad de la edificación, lo que generaría el colapso de la estructura.

5.8 Patologías estructurales

Hace referencia de las enfermedades que surgen por eventos conocidos, desconocidos, evidentes o sin explicación alguna. Para poder llegar al fondo de la enfermedad se debe examinar la presencia de la lesión a nivel estructural, dado lo anterior, se logran entender que la patología estructural es el estudio del comportamiento de las obras civiles en el caso que se presenten fallas notorias en las estructuras buscando deducir las causas y proponer acciones correctivas o en el peor de los casos, proponer como solución la demolición de la estructura.

5.8.1 Seguridad de la estructura (Estructural)

La seguridad es lo más importante que debe garantizar cualquier obra civil. En los edificios residenciales no pueden existir riesgos, por lo que la correcta funcionalidad del edificio, el factor económico o la estética del edificio no son tan importantes como brindar la seguridad a las personas.

5.8.2 Durabilidad estructural

En este aspecto se evalúa la durabilidad del edificio asegurando que es resistente a factores naturales y factores producidos por el hombre que pueda afectar a la estructura. El ACI 201, estipula que la característica de durabilidad en el hormigón de cemento hidráulico se puede definir como la capacidad de resistir la acción de la meteorización, los ataques químicos, la

abrasión o cualquier otro proceso de deterioro, según el ACI, el hormigón que se vuelve durable puede llegar a conservar su forma, calidad y servicios originales a la hora de estar expuesto al medio ambiente.

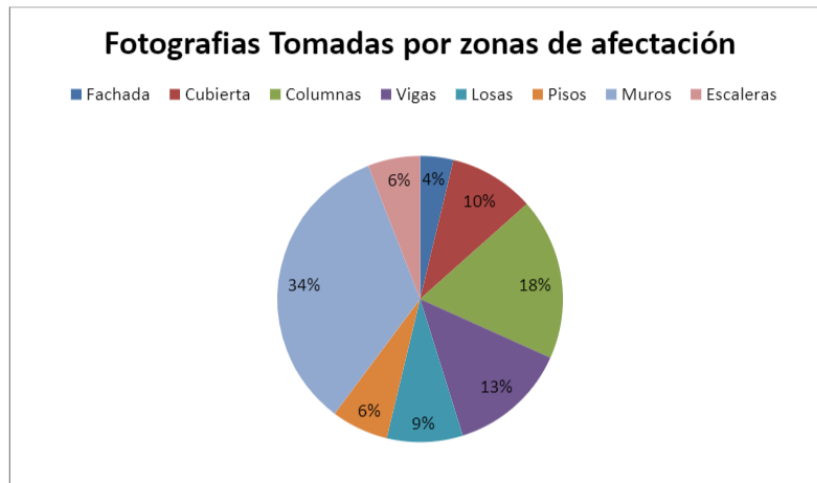
5.9 Evaluación y diagnostico patológico en edificaciones

Es necesario que a las estructuras se le realice un diagnóstico que permita conocer cualquier tipo de enfermedad que presente, con esto, se puede llegar a evaluar las condiciones en que se puede encontrar las características de funcionamiento y resistencia. Con esto, se permite realizar un pronóstico de la forma de la patología que puede incidir sobre los diferentes elementos estructurales que conforman la estructura y con esto deducir cual es la causa de afectación y proponer su tratamiento.

5.9.1 Inspección preliminar

Con la inspección preliminar, se evalúa al paciente, realizando una inspección detallada de queda aspecto para conformar una hipótesis de daños y con esto precisar el estado general y poder evaluar los tipos de problemas que puede llegar afectar la edificación. Con esta inspección, se logra entender las condiciones iniciales que permitan definir el estado de la edificación. Posteriormente, poder reportar los daños que se lograron encontrar, áreas afectadas, que tipo de patología es la que se presenta y en que sitios se produjeron.

Figura 19. *Fotografías tomadas por zona de afectación*



Nota: Distribución parcial de las fotografías tomadas en cada una de las zonas patológicas seleccionadas luego de la inspección visual. Fuente: El autor.

5.9.2 Tipo de edificación

El proyecto contempla tres en sistema constructivo industrializado de muros y placas macizas, con cimentación en losa maciza bajo el área de las torres. El acabado de la estructura en zona de parqueaderos es en concreto a la vista, el cual se logra mediante el empleo del equipo de formaleta metálica, permitiendo el ahorro de frisos al interior y exterior del edificio. El sistema constructivo para los módulos de parqueaderos que permiten la conformación de la plataforma de 4 pisos para parqueaderos es en sistema pórtico, tradicional viga – columna.

5.9.3 Estructura (descripción general) Calificación

Por diseño y construcción (A. 10.2.2.1-NSR10). La estructura en estudio se realizó en base a las características físicas del terreno y los requerimientos normativos legales vigentes. Es importante resaltar que la concepción y tipología estructural, se realizó en base a unos estudios y

diseños previos.

En el diseño de la cimentación se contempló un sistema de losa continuo de acuerdo con los datos extraídos en campo ofrecidos por el estudio geotécnico y capacidad de carga del suelo. Se realizó un análisis de cargas (Servicio y sísmicas) dando como resultado un sistema de muros estructurales capaces de disipar y resistir las fuerzas gravitacionales y dinámicas. Por todo lo anterior, la calidad del diseño y construcción estipulada en A.10.2.2.1 es buena.

Por estado de la estructura (A. 10.2.2.1-NSR10). De acuerdo con los requerimientos estipulados en A.10.2.2.2 el estado actual de la estructura es regular ya que los aspectos analizados tales como fisuras o lesiones físicas producidas en la losa maciza no afectan de manera considerable la edificación o pone en riesgo la vida de sus usuarios.

5.9.4 Evaluación de la estructura en general

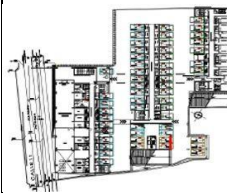
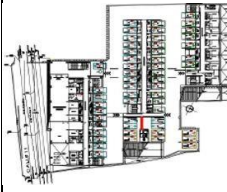
La edificación objeto de análisis presenta afectaciones de carácter físico leves pero que se deben atender y solucionar para evitar un daño más representativo que pueda llegar a afectar su uso. El sistema principal de resistencia sísmica lo componen muros de corte, los cuales no presentan fallencias físicas o mecánicas que afecten estructuralmente el comportamiento de esta. Las losas macizas en dos direcciones localizadas en los sótanos son los elementos que manifestaron dichas anomalías pero que, al momento de realizar un análisis previo visual, no se evidencia un daño significativo que pueda traer consigo restricciones.

Tabla 6. Matriz de vulnerabilidad

Estructura	Suelo	Sismo	Fisuras	Remoción de masas	Zona sísmica	Calificación	Color
El proyecto en análisis consiste en 3 edificaciones de uso residencial con sótanos utilizados como zonas de parqueadero. El sistema principal de resistencia sísmica está conformado por muros de corte en ambas direcciones y losas macizas 	De acuerdo con las exploraciones de campo mediante ensayos de penetración estándar y de acuerdo con el número de golpes promedio obtenido, el perfil de suelo se clasifica como PERFIL TIPO C.	De acuerdo a la información suministrada se determina que la localización geográfica del proyecto no se presentan eventos sísmicos	Se evidencian fisuras en las losas macizas de concreto reforzado en ambas direcciones, así como como una lesión química llamada eflorescencia afectando la estructura molecular del concreto y acelerando la oxidación del acero de refuerzo. 	El paciente analiza do no presenta peligro debido a la remoción de masas u otro factor geotécnico que afecte su integridad estructural	De acuerdo con la localización de Las edificaciones, el nivel de amenaza sísmica es ALTO (DES)	De acuerdo a la vulnerabilidad de vulnerabilidad estructural analizada al paciente en estudio, se determina la categoría del riesgo (BAJO)	En base a la matriz de vulnerabilidad donde se evalúa la probabilidad y severidad, se determina con un color el nivel de riesgo correspondiente al: VERDE

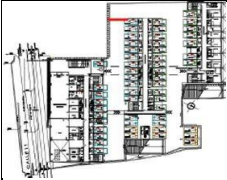
IDENTIFICACIÓN, ESTUDIO E INTERVENCIÓN DE PATOLOGÍAS
EDIFICIO SMART CLARISAS

54

Estructura	Suelo	Sismo	Fisuras	Remoción de masas	Zona sísmica	Calificación	Color
Losa maciza en concreto reforzado en ambas direcciones (2D). 			Se evidencia fisuras longitudinales por contracción de secado debido a la poca resistencia de esfuerzos. 				
Losa maciza en concreto reforzado en ambas direcciones (2D). 			Se evidencia grandes deformaciones producto de las cargas de servicio, las cuales se manifiestan como lesiones mecánicas originando la aparición de grietas. 				
Losa maciza en concreto reforzado en ambas direcciones (2D).			Se evidencia fisuras transversales en la losa de concreto debido a la ausencia de juntas frías.				

IDENTIFICACIÓN, ESTUDIO E INTERVENCIÓN DE PATOLOGÍAS
EDIFICIO SMART CLARISAS

55

Estructura	Suelo	Sismo	Fisuras	Remoción de masas	Zona sísmica	Calificación	Color
							
Losa maciza en concreto reforzado en ambas direcciones (2D) 			Se evidencia una lesión química la cual corresponde al fenómeno de carbonatación que afecta el PH del concreto, acelerando el proceso de pérdida de resistencia y rigidez. 				

5.10 Evaluación Geotécnica de Efectos Sísmicos

5.10.1 Información para Espectro de diseño NSR-10

El diseñador estructural debe tener en cuenta los diseños sismo resistentes, para zonas de amenaza sísmica alta, $A_a = 0.25$ y $A_d = 0.07$.

De acuerdo con las exploraciones de campo mediante ensayos de penetración estándar y de acuerdo el número de golpes promedio obtenido, el perfil de suelo se clasifica como perfil tipo C.

Figura 20. Zona de amenaza sísmica del Departamento de Santander

Departamento de Santander						
Municipio	Código Municipio	A_s	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Jordán	68370	0.20	0.25	Alta	0.10	0.07
La Belleza	68377	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.07
La Paz	68397	0.15	0.15	Intermedia	0.14	0.09
Landázuri	68385	0.15	0.15	Intermedia	0.10	0.06
Lebrija	68406	0.25	0.20	Alta	0.13	0.09
Los Santos	68418	0.20	0.25	Alta	0.11	0.08
Macaravita	68425	0.25	0.25	Alta	0.12	0.06
Málaga	68432	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Matanza	68444	0.25	0.25	Alta	0.10	0.06
Mogotes	68464	0.25	0.25	Alta	0.10	0.06
Molagavita	68468	0.25	0.25	Alta	0.10	0.06
Ocamonte	68498	0.20	0.25	Alta	0.08	0.05
Oiba	68500	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.06
Onzága	68502	0.25	0.25	Alta	0.13	0.07
Palmar	68522	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.09
Palmas del Socorro	68524	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.08
Páramo	68533	0.20	0.25	Alta	0.09	0.06
Piedecuesta	68547	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
Pinchote	68549	0.20	0.25	Alta	0.09	0.06
Puente Nacional	68572	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Puerto Parra	68573	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Puerto Wilches	68575	0.15	0.15	Intermedia	0.04	0.03

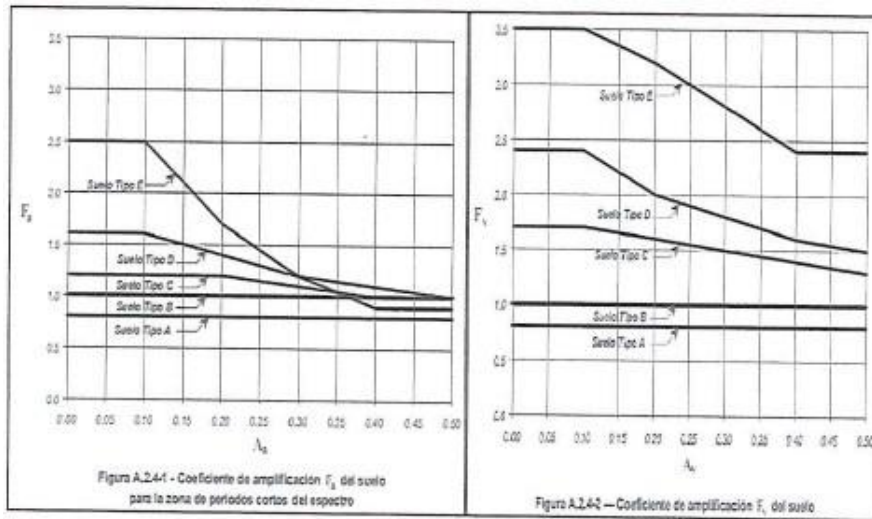
Fuente: NORMA NSR 10

Figura 21. Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla A.2.4-1 Clasificación de los perfiles de suelo		
Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{\sigma}_{vm} \geq 100 \text{ kPa } (=1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa } (=1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_{vm} \geq 50 \text{ kPa } (=0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa } (=0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{\sigma}_{vm}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$)	

Fuente: NSR 10

Figura 22. Coeficientes de ampliación del suelo



Fuente: Norma NSR 10.

5.10.2 Parámetros para análisis seudo estático de Taludes

Para la realización de análisis seudoestático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo con criterio de la norma NSR 2010.

Figura 23. Análisis Seudoestático de taludes

H.5.2.5 — SISMO DE DISEÑO — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max} , obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de ampliación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes K_{ST} tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max} , dependiendo del tipo de material téreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla H.5.2-1 Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes		
Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales téreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales téreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Fuente: NSR 10

Debido a que, para este estudio, no se contempla en los términos de referencia realizar análisis de amplificación de onda, se establecerá la aceleración máxima del terreno $a_{m\acute{a}x}$, mediante un espectro de aceleraciones.

De acuerdo con la figura 25, la aceleración máxima del terreno $a_{m\acute{a}x}$, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así:

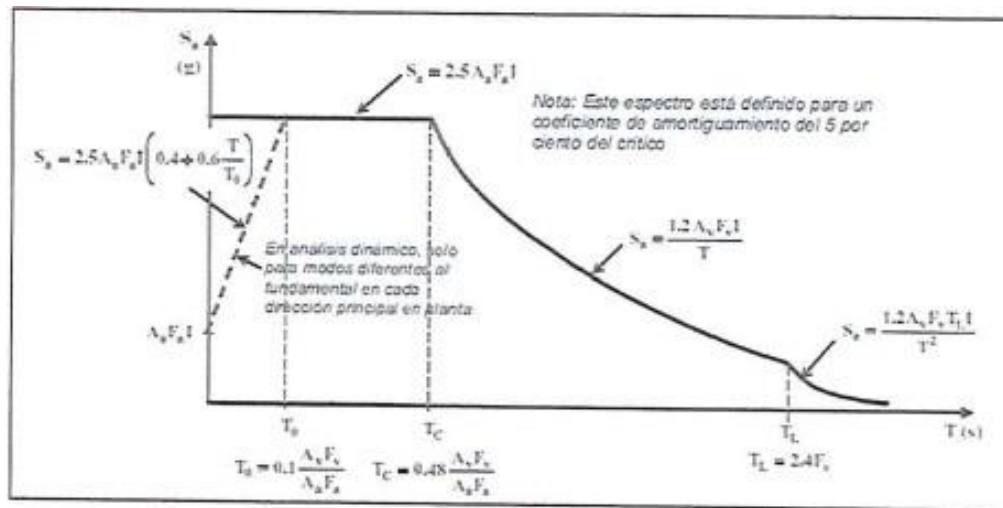
$$a_{max} = A_a * F_a * I$$

A_a = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

F_a =coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, a dimensional.

I = Coeficiente de importancia.

Figura 24. Análisis dinámico



Para el municipio de Bucaramanga, el valor de A_a corresponde a 0.25. De acuerdo con el tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR10 ilustración 16,

el tipo de perfil corresponde al C y se asumió un coeficiente de importancia de 1.10.

Por lo anterior expuesto, el coeficiente sísmico de diseño K_x , se estimó como el 80% del valor de la aceleración máxima $a_{máx}$, que está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero, $K_x=0.24q$.

Por otro lado, para análisis temporales, los parámetros sísmicos pseudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño.

5.11 Estudio de Suelos

El estudio de suelos ha sido realizado por la empresa CONSTRUSUELOS, mediante la ejecución sondeos con equipo de perforación de percusión, donde se obtuvieron muestras semi-alteradas para los respectivos ensayos de laboratorio, adicionalmente se implementaron muestreadores de diámetro variable, con el objetivo de obtener muestras representativas de roca y determinar la resistencia a la compresión uniaxial de la roca.

El muestreador fue introducido en el suelo con un martillo de seguridad 140 libras y una caída de 30", el muestreador fue introducido hasta 50 golpes en los primeros 15 cm o 100 golpes en los últimos 30 cm de rechazo, cualquiera que ocurra primera. El número de golpes fue registrado por pie para los sondeos.

6. Durabilidad y patologías del concreto

6.1 Durabilidad

La mayoría de los autores sostienen que la durabilidad del concreto hidráulico puede definirse como su capacidad para resistir la acción del medio ambiente de lo rodea, de los ataques químicos o biológicos, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Como interpretamos las estructuras no solo están expuestas, no solo a acciones mecánicas de las cargas de servicio, a otros factores que tienden a deteriorarlas y destruirlas como acciones físicas o climáticas cambios bruscos de clima y humedad.

Con este concepto claro podemos definir de una manera más clara las patologías presentadas en los elementos de observación de este debido estudio.

6.2 Planos de fallas y fisuras en el concreto

Como se sabe el concreto es un material muy resistente a la compresión, su capacidad de tolerar esfuerzos de tracción es relativamente baja; y por ello, los movimientos que el experimenta y que se manifiestan mediante deformaciones (intrínsecas o extrínsecas), pueden desarrollar microfisuras, fisuras y grietas.

Dentro del estudio realizado a los elementos observados podemos identificar los siguientes tipos de fisuras:

Juntas defectuosas o no existentes (I): Se originan por un efecto llamado contracción a largo plazo, principalmente están en placas de bajo espesor y muros, este tipo de fisuras suelen

ser inducidas por elementos que están generando esfuerzos dentro del mismo elemento de concreto; como columnas que están generando energía y esta se disipa en el elemento horizontal (placa), al no encontrar una dilatación esta energía o momento busca un punto frágil para descargar, generando fisuración este tipo de fisuras son profundas incluso llegan a generar cambios en la estructura.

Figura 25. *Junta defectuosa*



Contracción plástica (E): Estas fisuras por lo general son generadas por evaporación rápida del agua superficial en el momento del fraguado inicial del concreto (primeras horas de la colocación), este tipo de fisura tienden a tener una figura irregular o la llamada piel de cocodrilo, la falta de curado en el tiempo oportuno genera una mayor aparición de estas.

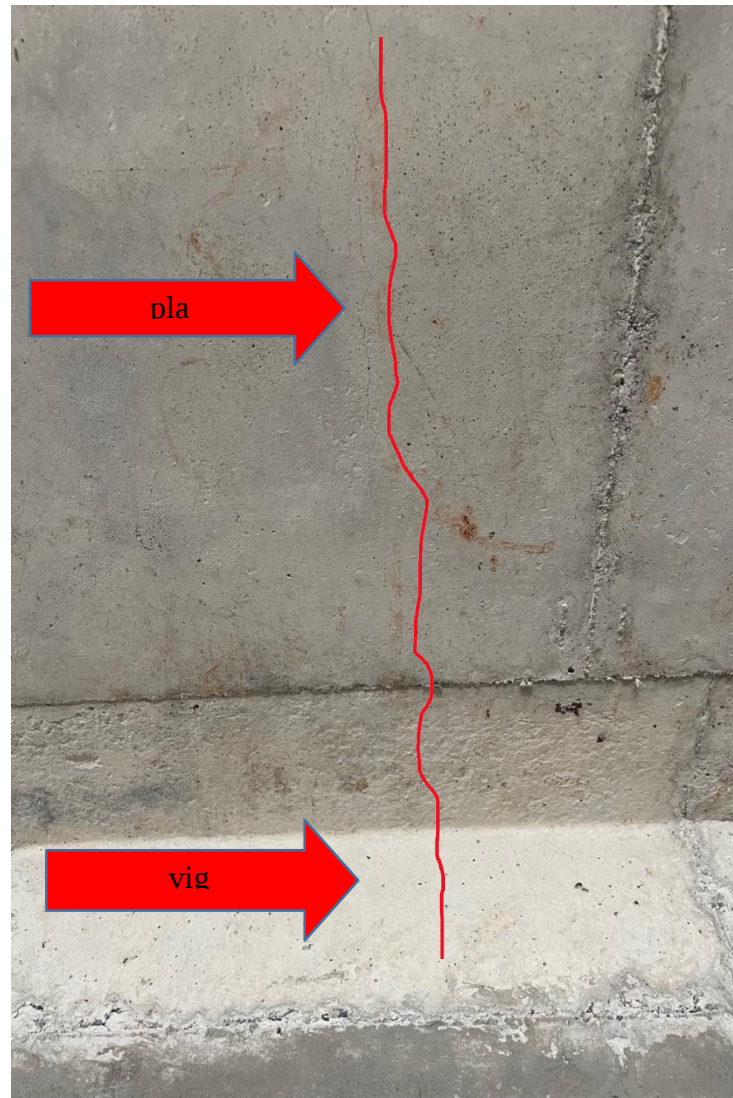
Figura 26. *Contracción plástica*

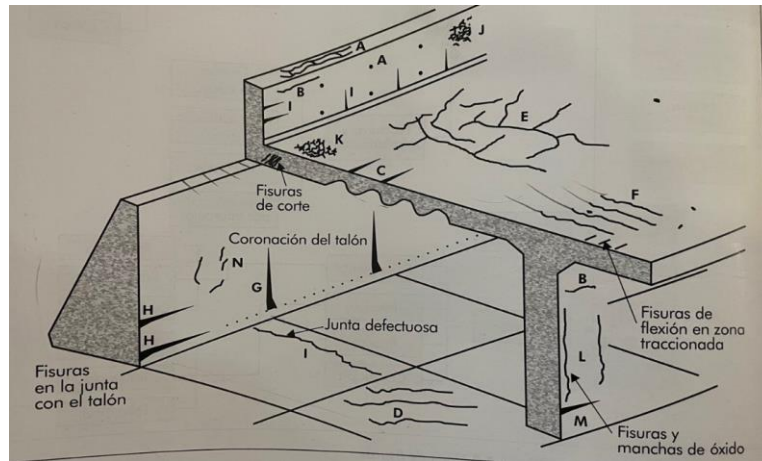


Fisuras de tipo mecánicas

Este tipo de fisuras son ocasionadas por lo general por esfuerzos en las estructuras, estos esfuerzos pueden ser por pesos a edades muy tempranas, punzonamientos o flexión simple debido ha asentamientos diferenciales (hundimiento de la cimentación), esto

Figura 27. *Fisuras*





TIPO DE FISURA	POSICIÓN EN LA FISURA 4.4	SUBDIVISIÓN	UBICACIÓN MÁS USUAL	CAUSA PRIMARIA	FACTORES SECUNDARIOS	SOLUCIONES	EDAD DE APARICIÓN
Asentamiento plástico	A	Sobre armadura	Secciones de gran canto	Exceso de exudación	Condiciones de secado rápido a horas tempranas	Reducir exudación (aire ocluido) o revibrar	De 10 minutos a 3 horas
	B	Arco	Parte superior de pilares				
	C	Cambio de espesor	Losas aligeradas				
Contracción plástica	D	Diagonal	Pavimentos y placas	Secado rápido a horas tempranas	Baja velocidad de exudación	Mejorar curado a primeras horas	De 30 minutos a 6 horas
	E	Aleatoria	Losas de concreto armado				
	F	Sobre armadura	Losas de concreto armado				
De origen térmico	G	Coacción externa	Muros gruesos	Exceso de calor de hidratación	Enfriamiento rápido	Reducir calor y/o aislar	De 1 día a 2-3 semanas
	H	Coacción interna	Placas gruesas	Altos gradientes de temperatura			
Contracción a largo plazo	I		Placas delgadas (y muros)	Juntas ineficaces	Reacción excesiva Curado ineficaz	Reducir contenido de agua Mejorar Curado	Varias semanas o meses
Cuarteaduras	J	Contra formaleta	Concreto cara vista	Encofrado impermeable	Mezclas ricas Pobre curado	Mejorar curado y acabado	De 1 a 7 días. Alguna vez mucho más tarde
	K	Concreto rico en lechada	Placas	Exceso de afinado			
Corrosión de armadura	L	Natural	Soportes y vigas	Falta de recubrimiento	Pobre calidad del concreto	Eliminar causas señaladas	Más de 2 años
	M	Cloruro de calcio	Concreto prefabricados	Exceso de cloruro de calcio			
Reacción álcali-agregado	N		Localizaciones húmedas	Agregados reactivos más cemento con alto contenido en álcalis		Eliminar causas señaladas	Más de 5 años

7. Propuesta de intervención

7.1 Diagnóstico

El concreto al igual que otros materiales se contrae y se expande con los cambios de humedad y temperatura, deformándose, dependiendo de la carga y de las condiciones de apoyo. Por lo que el paciente presenta la aparición de las fisuras y grietas en placas de entre pisos y esto se da por la acción de la retracción plástica y la ausencia de juntas de aislamiento, estas aparecen a edad temprana, son antiestéticas, pero no afectara la integridad estructural o la vida útil del concreto.

Las causas más probables para estas grietas mencionadas será la omisión de juntas de contracción y aislamiento, el curado inadecuado o nulo.

7.2 Ensayos no destructivos

Los Ensayos no Destructivos son Las herramientas fundamentales y esenciales para el control de calidad de cada uno de los materiales de ingeniería, procesos de manufactura, confiabilidad de productos en servicio y mantenimiento son denominados ensayos no destructivos. Se definen como todos aquellos métodos de ensayo utilizados con el fin de examinar o inspeccionar un material o un sistema sin impedir la utilidad futura del mismo. (Alba Obrutsky, 2006)

Se plantea un objeto que se va a ensayar, que en este caso es cada placa estructural perteneciente al conjunto residencial Smart Clarisas. Que permita identificar específicamente la

integridad material del objeto ensayado para permitir establecer el desempeño futuro del mismo. Son de fundamental importancia para la detección, análisis y evaluación de discontinuidades, defectos, permitiendo una clasificación más acertada de las fallas detectadas en la inspección visual detallada.

7.2.1 Ensayo de Esclerómetro

El número de rebote determinado por este método puede ser usado para determinar la uniformidad del concreto en sitio, para delinear zonas o regiones de pobre calidad o de concreto deteriorado en estructuras, y para indicar cambios con el tiempo de las características del concreto tales como las causadas por la hidratación del cemento. Se sostiene firmemente el instrumento en una posición que permita que el embolo golpee perpendicularmente la superficie ensayada. Se incrementa la presión sobre el embolo hasta que el martillo golpee. Después del impacto, se registra el número de rebote hasta dos cifras significativas. Después del impacto se debe verificar que no se hayan provocado lesiones o fisuras en el material para que el ensayo tenga validez.

Figura 28. *Prueba de Esclerómetro Conjunto Smart Clarisas*

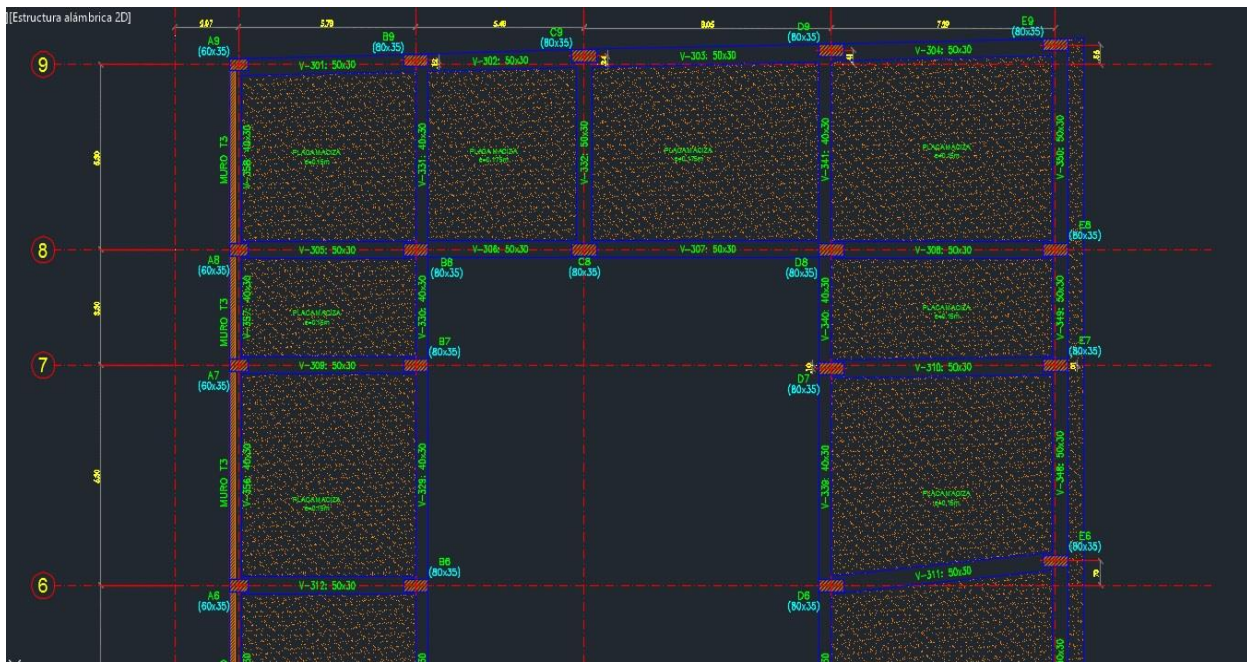


. Fuente: El autor

7.1.2 Resultado de prueba de esclerometro

La resistencia a la compresión del concreto de las columnas y las placas de entre piso, en promedio arroja un valor de 4200 psi, lo cual indica que estos elementos presentan una resistencia adecuada para el propósito construido y no afectan la integridad del proyecto y de los demás elementos estructurales. (ver apéndices).

Figura 29. Plano de localización toma de muestras



Se realizó la prueba de esclerometría en la placa maciza entre las vigas V-309 y V-312 confinado entre columnas A7-B7-A6-B6 y en la placa maciza entre las vigas V-303 y V-307 confinado entre columnas C8-D8-C9-D9

7.3 Ensayos Destructivos

7.3.1 Núcleos

El ensayo de núcleos se considera destructivo, pero es el mejor método para establecer la resistencia a compresión del concreto. En este caso no se debiese realizar núcleos ya que al ser una placa postensada puede llegar a generar daño y adicional a ello es una zona donde está a la intemperie y el sótano debe estar aislado, la reparación posterior no asegurar su impermeabilización. Mas sin embargo se realiza en ensayo y donde el reporte generado por la empresa de concretos Prevesa (ver apéndice) ascienden a valores alrededor de 4000 psi, lo cual es considerado un valor por encima del promedio.

7.3.2 Resultado de prueba de Núcleos

El buen comportamiento de las losas respecto a este tema es una muestra clara de la buena calidad del concreto y su correcta consolidación, así como una adecuada resistencia del concreto. Este sitio de altas precompresiones cercanas a los anclajes es típicamente el sitio de falla en las placas postensadas cuando el concreto queda mal construido. En este caso particular se revisaron las zonas de precompresiones elevadas y se observó un comportamiento adecuado.

Figura 30. *Prueba de núcleo*



Testigos fisuras: se realiza la revisión de las fisuras para observar el movimiento de las mismas, en lo cual los testigos no presentan evidencia de ningún movimiento en el pasar del tiempo.

Figura 31. *Fisuras*



7.4 Mantenimientos preventivo

7.4.1 Juntas

Los cambios volumétricos anticipados debido a las temperaturas y a la humedad deben ser tratados mediante juntas de construcción o de contracción, La construcción de las juntas debe realizarse con herramientas que puedan realizar ranuras de alrededor de $1/4$ a $1/3$ del espesor de la losa y estar espaciados aproximadamente 24 a 36 veces dicho espesor, se recomienda un espaciamiento máximo de 5m para las juntas de contracción.

Se recomienda trabajar con paneles de geometría cuadrada y su longitud no debe exceder de 1.5 veces su ancho

7.4.2 Inyección de resinas epoxi

Mediante la inyección de resinas epoxi se puede adherir fisuras de muy poca abertura, hasta 0.05mm. La técnica generalmente consiste en establecer bocas de entrada y de venteo a intervalos poco espaciados a lo largo de la fisura, sellar la fisura en las superficies expuestas e inyectar la resina epoxi a presión.

7.4.3 Perfilado y sellado

Se puede aplicar en condiciones que requieran una reparación inmediata y cuando no es necesario una reparación estructural. Este método consiste en agrandar la fisura a lo largo de su cara expuesta y llenarla y sellarla con un sellador adecuado.

7.4.4 Costura de fisuras

Consiste en perforar orificios a ambos lados de la fisura, insertar unidades metálicas en forma de U de patas cortas (grampas o bridas de costura) y asegurarlas con un mortero, con efectivas cuando se trata de restablecer o aumentar la rigidez.

7.4.5 Armadura adicional

Se trata de insertar barras de acero adicionales a la armadura ya existente y asegurarlas con adhesivo epoxi

7.5 Intervención

La propuesta de reparación será la siguiente:

7.5.1 Inyección de resina epoxi

Se debe perfilar y sellar la fisura, tratándola como una junta que acomode el movimiento y luego inyectar la fisura con una resina epoxi u otro material adecuado. La inyección de resinas epoxi requiere un alto grado de capacitación y la aplicación de la técnica puede ser limitada por la temperatura ambiente

Tabla 7. *Presupuesto inicial*

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales			
mt09red150b	Kg	Lechada fluida de dos componentes a base de resina Epoxi	0.500	31542.13	15771.07
		Subtotal materiales:			15771.07
2		Equipo			
mq06eim010	h	Equipo de inyección manual de morteros fluidos y resinas	0.128	3440.23	440.35
		Subtotal equipo:			440.35
3		Mano de obra			
mo020	h	Oficial 1a. Obra blanca	0.153	19178.83	2934.36
mo112	h	Ayudante entendido.	0.153	14006.74	2143.03
		Subtotal mano de obra:			5077.39
4		Herramienta menor			
	%	Herramienta menor	2.000	21288.81	425.78
Coste de mantenimiento decenal \$1.085,73 en los primeros 10 años			Costos directos (1+2+3+4)		21714.59

8. Conclusiones

A lo largo del estudio de investigación desarrollado por el equipo de trabajo, se puede llegar a visualizar las patologías que se presentan en el edificio SMART CLARISAS, dado que era de suma importancia dar a conocer lo que se está presentando en el edificio y las condiciones de las fallas. Con los parámetros y los conocimientos adquiridos a lo largo del primer semestre de la especialización, se logró localizar, caracterizar e identificar las patologías más recurrentes de las instituciones educativas.

En base a lo anterior, se pudo valorar el estado actual de la estructura, presentar un diagnóstico y proponer algunas causas por las cuales se presentó la patología. un diagnóstico al respecto.

Se debe realizar un mantenimiento preventivo de aquí en adelante al edificio para mantener la pertinente integridad del edificio.

9. Recomendaciones

El primer punto para mencionar en nuestro dialogo de conclusiones es el enfoque de como disminuirlas, recordemos que el concreto es un elemento en constante movimiento, por lo que liberará energía constantemente y esta se refleja por medio de fisuras por lo tanto decir que las contralaremos a un 100% sería algo inapropiado, por lo tanto, explicaremos como se pueden disminuir en una gran parte.

Fisuras tipo (I): Estas fisuras como lo mencionamos son por juntas que no se programan en el diseño estructural del elemento, y al momento de una carga sea propia o sísmica tienden a formarse, la mejor forma de evitarlas es inducir estas fisuras por medio de dilataciones, estas dilataciones atraerán la fisura a su interior y esta no se reflejara sobre el elemento.

Como se reparan: se recomienda sellarlas para evitar el ingreso de agentes ajenos que puedan dañar la durabilidad de lo elementos, algunos productos pueden ser lechadas, o sustancias inyectables que garanticen este sellado, (consultar con las casas de aditivos).

Fisuras tipo (E): Las fisuras por contracción plástica se pueden evitar en su gran parte realizando curados en las supervise de los elementos en lo tiempos correctos, utilizando curadores como antisol o colocando barreras de viento para evitar que este mismo barra el agua de exudación superficial del elemento.

Como se reparan: estas fisuras por lo general se pueden cubrir con lechadas con base cementicia o productos especializados para este proceso, en los temas de placas por lo general se utilizan morteros de recubrimiento para cubrir todo este tema de imperfecciones.

Fisuras mecánicas: Este tipo de fisuras están amarradas directamente a los estudios del calculista en cuanto al diseño sismo resistente de la estructura, el profesional competente debe

generar un análisis técnico de cómo evitarlas o mitigarlas según su diseño.

Como se reparan: estos procesos son un poco más técnicos ya que se requieren productos totalmente especializados, incluso refuerzos externos como fibras o membranas en carbono para mitigar la pérdida de carga de la estructura refiriéndonos a vigas o columnas, para las placas se pueden utilizar selladores epóxicos.

Recordar que sin importar el tipo de fisura siempre la recomendación es realizar un sellado de las mismas para evitar daños en la durabilidad de los elementos, debemos asesorarnos de expertos en cada tipo de situaciones para determinar qué proceso realizar, en nuestro entorno profesional siempre lidiaremos con este tipo de situaciones, lo que siempre debemos rodearnos de buenos profesionales y aplicadores para solucionar en el tiempo adecuado cada situación.

Referencias

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS (2004). Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales.
- Do Lago, P. (2015). Manual para la reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto. Trad. Tala, L. et al. México.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismorresistente NSR-10. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (s.f.). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Título A – Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente.
- Serrano, F. (2001). Estudios de Patología y Evaluación estructural de Edificios en General.
- Serrano, F. (2001). Patología de la edificación. El lenguaje de las grietas (2ª Ed.). Escuela de la Edificación.
- Velasco, E. (2014). Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y puente nacional del departamento de Santander. Bogotá: Universidad Nacional Nueva Granada.

Apéndices

Apéndice 1. Calibración

 DIRIMPEX LTDA.	EJECUCIÓN Y ENTREGA DEL SERVICIO	
	Informe verificación de Esclerómetros	

Cliente: PREVEA SAS
Dirección: KM 5 ANILLO VIAL
Ciudad: BUCARAMANGA
Teléfono: 6860805

Equipo: Esclerometro
Modelo: Type N
Serial: SH01-006-0083
O/S: 5953

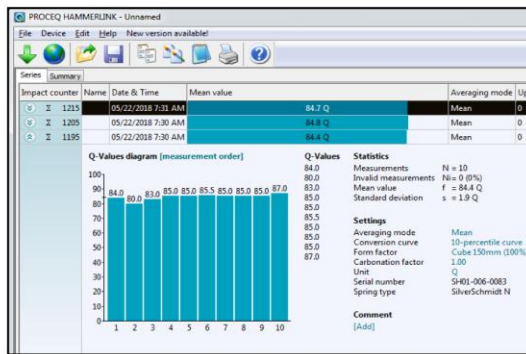
No. 019-18
Hoja 1 de 1

Características del patrón de referencia

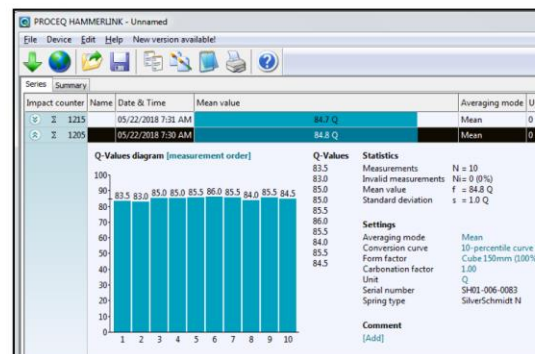
Descripción: Yunke de verificación para Esclerómetros **Dureza:** 57,9 HRC
Marca: Controls **58 - C 184** **Serie:** YVE - 01
Material: Acero **150[mm]** **Altura:** 230[mm]

Lecturas del Esclerómetro sobre Yunke Referencia

SERIE 1



SERIE 2

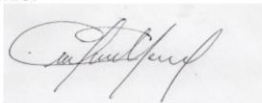


Método de verificación: Se realizan 10 impactos en dos series sobre el yunke de verificación, en posición de (-90°).

Conclusiones: De acuerdo a los resultados; el valor medio del índice e rebote para el esclerómetro está dentro de lo esperado; siendo constante el valor del índice de rebote en las lecturas tomadas

Observaciones: El presente informe es emitido con base en los resultados tomados el día en que se efectuó la verificación. La compañía no es responsable por los errores en los resultados, causados por manejo indebido del equipo.

Realizó:



Cristian Romero R

Revisó:



Sol Osorio

Fecha verificación:

22/05/2018

Apéndice 2. Resultados de Ensayo

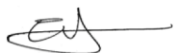
		INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO						Fecha de Emisión: Junio 2 de 2008								
								Versión No. 01								
ENSAYO:		CLIENTE :						FECHA DEL INFORME: 22/08/2020								
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO NTC 673		OBRA: Edificación						FECHA DE PRUEBA: SEGÚN ENSAYO								
		SOLICITADO POR:						INFORME:								
		DESCRIPCION: COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.						ELABORO:								
REPORTE DE RESULTADOS																
FECHA	LUGAR	DESPACHO	TIPO CONCRETO	SLUMP (Pulg)	Resistencia (Psi) 3 Dias		Prom (Psi) 3 Dias	% 3 Dias	Resistencia (Psi) 7 Dias		Prom (Psi) 7 Dias	% 7 Dias	Resistencia (Psi) 28 Dias		Prom (Psi) 28 Dias	% 28 Dias
					M ₁	M ₂			M ₁	M ₂			M ₁	M ₂		
	OBRA	1	4000	7	2458	2369	2414	60%	3268	3056	3162	79%	4352	4125	4239	106%
	OBRA	2	4000	7	2563	2264	2414	60%	3264	3649	3457	86%	4258	4369	4314	108%
	OBRA	3	4000	7	2349	2385	2367	59%	3305	3105	3205	80%	4682	4258	4470	112%

OBSERVACIONES

Los anteriores resultados fueron refrentados con neopreno NTC 504.

Este reporte no puede ser producido total ni parcialmente sin autorizacion previa por escrito de PREVESA S.A.S.

La informacion contenida en este reporte es valida solo para los items ensayados



ING. EDINSON USEDA MARTINEZ

COORDINADOR DE CALIDAD E INNOVACION

prevesa s.a.s

Apéndice 3. Ensayo núcleos

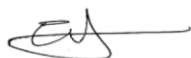
		INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO								Fecha de Emisión: Junio 2 de 2008						
										Versión No. 01						
ENSAYO:		CLIENTE : HG CONSTRUCTORA						FECHA DEL INFORME: 22/08/2020								
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO NTC 673		OBRA: Edificación						FECHA DE PRUEBA: SEGÚN ENSAYO								
		SOLICITADO POR: ARQ. WALTER FERRER						INFORME:								
		DESCRIPCION: COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.						ELABORO:								
REPORTE DE RESULTADOS																
FECHA	LUGAR	DESPACHO	TIPO CONCRETO	SLUMP (Pulg)	Resistencia (Psi) 3 Dias		Prom (Psi) 3 Dias	% 3 Dias	Resistencia (Psi) 7 Dias		Prom (Psi) 7 Dias	% 7 Dias	Resistencia (Psi) 28 Dias		Prom (Psi) 28 Dias	% 28 Dias
					M ₁	M ₂			M ₁	M ₂			M ₁	M ₂		
	OBRA	1	4000	7	2458	2369	2414	60%	3268	3056	3162	79%	4352	4125	4239	106%
	OBRA	2	4000	7	2563	2264	2414	60%	3264	3649	3457	86%	4258	4369	4314	108%
	OBRA	3	4000	7	2349	2385	2367	59%	3305	3105	3205	80%	4682	4258	4470	112%

OBSERVACIONES

Los anteriores resultados fueron refrentados con neopreno NTC 504.

Este reporte no puede ser producido total ni parcialmente sin autorizacion previa por escrito de PREVESA S.A.S.

La informacion contenida en este reporte es valida solo para los ítems ensayados



ING. EDINSON USEDA MARTINEZ

COORDINADOR DE CALIDAD E INNOVACION

prevesa s.a.s

Apéndice 4. Ensayo concreto

	METODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (NTC 3692 - 2018/09/12)
---	--

OBRA:		LABORATORISTA: HELIODORO BASTO
FECHA DE TOMA:		INFORME # : 001
ING. RESIDENTE:		REALIZO: EDINSON USEDA
		FIRMA: 

ELEMENTO:	PLACA	PLACA	ELEMENTO PATRON				
UBICACIÓN:	COLUMNAS A8-B8 Y A7- B7	VIGAS V- 305/V-309	COLUMNAS				
FECHA FUNDIDA:							
F' C NOMINAL:	4000	4000	4000				
LECTURAS	42	45	41				
	46	43	42				
	45	48	48				
	48	46	43				
	44	43	46				
	43	43	47				
	47	42	43				
	46	45	48				
	43	42	42				
	42	47	45				
	45	42	48				
	42	41	42				
	47	40	41				
	43	46	42				
	42	42	43				
	46	42	47				
	42	45	45				
	48	46	43				
	43	47	45				
	43	43	42				
REBOTE PROMEDIO:	44.4	43.9	44.2				
DESVIACION ESTANDAR:	2.1	2.3	2.5				
F' C PROPUESTO:	4435	4390	4415				

Apéndice 5. Esclerometría

	METODO DE ENSAYO PARA MEDIR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (NTC 3692 - 2018/09/12)
---	--

OBRA:	SMART CLARISAS	LABORATORISTA:	HELIODORO BASTO
FECHA DE TOMA:	17 DE JULIO 2021	INFORME # :	001
ING. RESIDENTE:	ARQ. WALTER FERRER	REALIZO:	EDINSON USEDA
		FIRMA:	

ELEMENTO:	PLACA	PLACA	ELEMENTO PATRON				
UBICACIÓN:	COLUMNAS A8-B8 Y A7- B7	VIGAS V- 305/V-309	COLUMNAS				
FECHA FUNDIDA:							
F° C NOMINAL:	4000	4000	4000				
LECTURAS	42	45	41				
	46	43	42				
	45	48	48				
	48	46	43				
	44	43	46				
	43	43	47				
	47	42	43				
	46	45	48				
	43	42	42				
	42	47	45				
	45	42	48				
	42	41	42				
	47	40	41				
	43	46	42				
	42	42	43				
	46	42	47				
	42	45	45				
	48	46	43				
	43	47	45				
	43	43	42				
REBOTE PROMEDIO:	44.4	43.9	44.2				
DESVIACION ESTANDAR:	2.1	2.3	2.5				
F° C PROPUESTO:	4435	4390	4415				